



Eğitimde Yeni 21. Yüzyıl Becerisi: Bilgi İşlemsel Düşünme

Özlem ÜZÜMCÜ
ozlem.uzumcu@hku.edu.tr
Doç. Dr. Erdal BAY
erdalbay@hotmail.com
Öz

İletişim kanallarının artması, teknolojinin hayatın her alanında yer almasına bağlı nedenler yaşamda karşılaşılan olay ve problemlerin de karmaşık hâle gelmelerine neden olmaktadır. Bu değişime ayak uydurabilmek, problemlerle baş edebilmek ve nihayetinde bu süreçte başarılı olabilmek için bireylerin çeşitli becerilere sahip olmaları gerekmektedir. 21. yüzyıl becerileri, bu anlamda, bireylerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek güncel, dinamik bir yapı sunmaktadır. 21. yüzyıl becerilerinden biri olan problem çözme becerisi, birden fazla beceriyi içerdiğinden her yaş için önem arz etmektedir. Bilgi işlemsel düşünme; bir tür problem çözme becerisi olarak tanımlanan, günümüzün ilgi gören yetkinlik alanlarından biri olmuştur ve tüm dünyada ilgi görmektedir. Öğretim programları, uluslararası standartlar, kurum ve kuruluşların faaliyetleri ile nitelikli çalışmalarda son yıllarda bu kavramı sıkça görmek mümkündür. Bu çalışmada bilgi işlemsel düşünme kavramının tanımı yapılmış; içeriği, önemi, popülerleşme süreci, boyutları ve Türkiye'nin öğretim programlarındaki yeri hakkında bilgi verilmiştir. Doküman inceleme yönteminin tercih edildiği bu çalışmada, konuyla ilgili makaleler, tezler ile dünyaca tanınan kurum ve kuruluşların web siteleri gibi güvenilir kaynaklardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Alanyazında, bilgi işlemsel düşünmenin özelliklerinden ve boyutlarından yola çıkılarak çeşitli tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Terimin, genel olarak "bir tür problem çözme türü-becerisi olarak" açıklanması, bu tanımlamaların ortak noktasını oluşturmaktadır. 1980'li yıllarda çocuklara programlamanın öğretilmesinin amaçlandığı çalışmalarda yer aldığı görülen bu kavram, 2000'li yılların ortalarında popülerleşmeye başlamıştır. Bilgi işlemsel düşünmenin farklı kaynaklarda farklı boyutlarına ulaşılmıştır. En sık karşılaşılan boyutlarının ise; parçalara ayırma, soyutlama, örüntü, algoritma ve değerlendirme-hata ayıklama olduğu görülmektedir. Boyutlarından birinin algoritma olması, yine dünyada en çok üzerinde durulan konulardan biri olan kodlama ile ilişkisini ortaya koymaktadır. Türkiye'deki öğretim programlarının her kademesinde, bilgi işlemsel düşünmenin farklı düzeylerde yer aldığı görülmektedir. Günümüzdeki tanımları, özellikleri ve boyutları göz önüne alındığında, bilgi işlemsel düşünmenin daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla uygulamalı çalışmaya ve öğretim programlarıyla bütünleştirme çalışmalarına ihtiyaç duyulduğunu iddia eden bu çalışma, bunu sağlamak üzere bilgi işlemsel düşünmenin tanınmasına katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Bilgi İşlemsel Düşünme, 21. Yüzyıl Becerileri, Kodlama, Algoritma, Öğretim Programı

A New 21st Century Skill in Education: Computational Thinking

Abstract

Increasing communication channels and technology taking place in all life, cause the events and problems in every-day life to be complicated. In order to keep up with this change, to cope with the problems and ultimately to be successful in this process, individuals need to have various skills. In this sense, 21st century skills are kept up-to-date and dynamic in order to meet the needs of individuals. Problem solving ability, which is one of the 21st century skills, is more important for all ages as it includes more than one skill. Computational thinking, which is defined as a kind of problem solving skill, has become today's one of the compelling areas of competence and drawing attention all over the world. It is possible to see this concept frequently in recent years in curriculums, international standards, activities of institutions and qualified work. In this study, the concept is defined and informations about its content, importance, how it became popular, its dimensions and its place in curriculums of our country are given. Document analysis method was preferred in this study and data from trusted sources such as articles, theses and web sites of world-renowned institutions were used. Describing the term which was first used in 1980s and became popular in 2000s, as "a kind of problem-solving type skill" in general, constitutes the common point of them. The most common dimensions found in reviewed documents were; decomposition, abstraction, pattern, algorithm and evaluation-debugging. The fact that one of the dimensions of computational thinking being algorithm which is also related to coding -one of the most important topics in the world- helps to explain its importance. Considering today's definitions, characteristics and dimensions of computational thinking, it was thought that there is a need for more practical studies and studies about integration into curriculum, for better understanding.

Key Words: Computational Thinking, 21st Century Skills, Coding, Algorithm, Curriculum

Eğitimde Yeni 21. Yüzyıl Becerisi: Bilgi İşlemsel Düşünme

Giriş

Bilgiye erişimin kolaylaşması, iletişim kanallarının çoğalması, teknoloji kullanımının artması gibi durumlar, dijital çağ olarak adlandırılan günümüzde karşılaşılan problemlerin karmaşık ve kompleks yapıda olmasına neden olmaktadır (Booth, 2013; Sayın & Seferoğlu, 2016). Problemlerin bu karmaşık yapıları ile baş edebilmek ve ilgili durumlarına adapte olabilmek için 21. yüzyıl becerilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

21. yüzyıl becerileri, farklı kurum ve kuruluşlarca bilgi iletişim teknolojilerini kullanma becerilerinden sosyal yaşam becerilerine, düşünme-problem çözme becerilerinden, öğrenme becerilerine kadar çeşitli başlıklar altında açıklanmıştır (P21- Partnership for 21st Century Skills; OECD- Organisation for Economic Co-operation and Development 2005; ISTE- International Society for Technology in Education 2007). Bu başlıklardan biri olan problem çözme becerisi, kendi bünyesinde düşünme becerileri ve öğrenme becerileri gibi yetkinlikleri de barındırabildiğinden, çok boyutlu bir yapıya sahiptir (Kotluk & Kocakaya, 2015). Günümüz problemlerinin karmaşık yapıları göz önüne alındığında, bu problemleri çözme sistemlerinin de etkili olabilmesi için söz konusu karmaşık yapıya uyum sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle 21. yüzyıl problem çözme becerisinin, günümüz problemlerine uyumu için güncel olması gerekmektedir. Bir tür problem çözme becerisi olarak gösterilen bilgi işlemsel düşünme, yaklaşık son on yılın ilgi uyandıran beceri alanlarından olmuştur (Wing, 2006).

Bilgi işlemsel düşünmenin yeni bir beceri alanı olduğu göz önünde bulundurulduğunda; içeriğinden boyutlarına, kullanım alanlarından uluslararası eğitim standartlarındaki yerine kadar birçok alanda tartışma konusu olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada bilgi işlemsel düşünme konusuna açıklık getirmek ve alanyazındaki içeriklerini karşılaştırmalı vermek amaçlanmıştır. Bu amaçla aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Bilgi işlemsel düşünme nedir? Neden farklı terminolojiler kullanılmaktadır?
2. Bilgi işlemsel düşünmenin geçmişten günümüze popülerleşme süreci nasıldır?

3. Bilgi işlemsel düşünme neden önemlidir?
4. Bilgi işlemsel düşünme ile ilgili ilk çalışmalar nelerdir? Bu çalışmaların bilgi işlemsel düşünmeye bakış açıları nasıldır?
5. Bilgi işlemsel düşünmenin boyutları nelerdir?
6. Türkiye’deki öğretim programlarında bilgi işlemsel düşünmenin yeri nedir?

Yöntem

Bu çalışmada, yeni bir beceri türü olan bilgi işlemsel düşünmeye ilişkin alanyazını analiz ederek araştırma sorularını detaylı açıklayabilmek için nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman incelemesi kullanılmıştır. Bu yöntem, geçmişten günümüze her türlü yazılı belge, fotoğraf ve film gibi dokümanların incelenmesinde kullanılmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Buna göre doküman incelemesinin aşamaları aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

- Dokümanlara ulaşma
- Orijinalliği kontrol etme
- Dokümanları anlama
- Veriyi analiz etme

Bu çalışmada kullanılan dokümanlara ulaşma aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Ulusal tezlerin incelenmesinde Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi web sayfasında tırnak içinde “computational thinking” kelimeleri dizin, özet, yazar ve konu alanlarında aranmıştır. Bunun sonucunda 21 sonuç elde edilmiştir. Sonuçların filtrelenmesinde “Eğitim ve Öğretim” yazıldığında ise eğitim alanında 12 tez elde edilmiştir. Bu tezlerin ikisi doktora düzeyindeyken, on tanesi yüksek lisans düzeyindedir. Elde edilen bu tezlerin en eski tarihli olanı 2015 yılında yayınlanmıştır (tez.yok.gov.tr).

İlköğretim düzeyindeki ulusal öğretim programlarına Talim Terbiye Kurulunun resmi web sayfasından erişilirken, yükseköğretim düzeyindeki öğretim programlarına Yüksek Öğretim Kurulu’nun yine resmi web sayfasından erişilmiştir. Uluslararası öğretim programları için Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletlerine karar verilmiştir. Birleşik Krallık(İngiltere) ulusal resmi web sayfasından öğretim programının içeriğine ulaşılmıştır (www.gov.uk). Amerika Birleşik Devlet’indeki farklı öğretim programlarının yer almasından dolayı, bu bölgedeki bilgisayar bilimleri ile ilgili uluslararası alanda hizmet veren kar amacı gütmeyen kurum kuruluşların yayınladıkları uluslararası standartların incelenmesi uygun bulunmuştur. Bu alanda önde gelen uluslararası CSTA ve ISTE standartları olarak belirlenmiştir (CSTA - Computer Science Teachers Association, 2016; ISTE, 2016).

Bilimsel yayınlar belirlenirken alıntılanma sayısı yüksek olması, Google Akademik, EBSCO, Ulakbim veritabanlarında yer almalarına ve konuyla doğrudan ilişkili olmalarına öncelik verilmiştir. Bunun dışında Kartopu tekniğiyle derleme çalışmaların kaynaklarından hareketle birincil kaynaklara ulaşılmıştır. Toplamda makale ve bildirilerden oluşan 35 bilimsel yayın incelenmiştir.

Bilgi işlemsel düşünme ile ilgili eğitim veren, uygulamalar geliştiren, içeriğinden bahseden dünyanın önde gelen kurum kuruluş ve uygulamaların resmi web sitelerinin bilgi işlemsel düşünmenin uygulamalı olarak açıklanmasında yardımcı olabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla belirlenen web siteleri; BBC, Barefoot, Scratch, Google Education ve Code.org olmuştur.

Kitap olarak ise bilgi işlemsel düşünmenin ilk bahsedildiği kaynaklardan olması nedeniyle Seymour Papert’in Mindstorm kitabı incelenmiştir. Veritabanı aramaları için ERIC (Education Resources Information Center) ve Sciencedirect seçilmiştir. Her iki veritabanı da uluslararası hizmet veren indeksli yayınlar içeren platformlar olduğu için tercih edilmiştir. Orijinalliğinin kontrolünde belgelerin incelenirken ulaşılan web

sayfasındaki URL adresleri kontrol edilerek ilgili birimin resmi web sayfası olduğu onaylanmıştır. Dokümanları anlama aşaması, elde edilen verilerin konuyla ilişkilerinin teyid edilmesi, dokümanların sistem içinde incelenme adımlarını içermektedir. Bu süreçte her iki araştırmacının incelemesiyle ilgili dokümanların bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili olduğu bulunmuştur.

Veri analizi basamağında, elde edilen dokümanların ek veri kaynağı ya da başlı başına araştırmanın veri seti olup olmadığı belirlenmelidir. Bu araştırmadaki verilerin tümü bahsedilen dokümanlardan oluşmuştur. Bu nedenle bu yöntemde önerilen dört aşamalı veri analizi yapılmıştır (Bailey, 1982). İlk basamak elde edilen verilerden örneklem seçmedir. Örneğin bir kitabın sadece bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili bölümünü belirlemek örneklem seçmektir. Ya da bilgi işlemsel düşünmenin boyutlarını incelerken, ilgili web sitesinde sadece boyutları içeren sayfaları belirlemek yine bu kapsamda örneklem belirlemedir. İkinci basamak kategorilerin geliştirilmesidir. Kategori geliştirme araştırmaların başında belirlenen temalar ya da problemler olarak açıklanabilir. Bu araştırmaların temaları, giriş bölümünde belirtilen altı araştırma problemi olarak belirlenmiştir. Bu problem durumlarının araştırmaların başında belirlenmesi hem veri toplama hem örneklem seçme hem de veri analizinde rehberlik ettiği için kolaylık sunmaktadır. Üçüncü basamak analiz biriminin belirlenmesidir. Yukarıda bahsedilen temalar analiz birimi olarak belirlenmiş, bu başlıklara göre analiz yapılması uygun görülmüştür. Dördüncü basamak sayısallaştırma olarak belirtilmiştir ancak bu konunun içeriğine göre araştırmacıya bırakılmıştır. Bu araştırmada sayısallaştırmaya ihtiyaç duyulmadığından düz metin olarak temalara göre verilmiştir.

Nitel araştırmalarda çalışmanın geçerliği araştırmacının inandırıcılığı ve transfer edilebilirliği ile ilgilidir. Doğru ve derinlemesine veri toplanması, bu sürecin detaylarıyla aktarılması, konunun detaylarıyla verilmesi bu araştırmacının geçerliğini göstermektedir. Güvenirlik için ise bu çalışmayı gerçekleştiren iki araştırmacı analizlerini ayrı ayrı yaptıktan sonra karşılaştırıp, görüş birliğine varılan sonuçları kabul etmişlerdir. Analizde sayısallaştırma olmadığı için görüş ayrılığı - görüş birliği oranından oluşan uyum yüzdesi verilememiştir.

Bulgular

Problem durumunda belirlenen alt problemler aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

1. Bilgi İşlemsel Düşünme Nedir? Neden Farklı Terminolojiler Kullanılmaktadır?

Bilgi işlemsel düşünme (computational thinking) kavramının geçen “computational” kelimesi, bazı Türkçe kaynaklarda “hesaplamalı” (Özçınar & Öztürk, 2018) olarak kullanılırken, bazılarında ise “bilgisayarca” (Korkmaz, Çakır, Özden, Oluk & Sarıoğlu, 2015) olarak kullanılmıştır. Son çalışmalara ve resmî kurumların kullanımlarına bakıldığında, “bilgi işlemsel” çevirisinin daha yaygın kullanıldığı görülmektedir (Talim ve Terbiye Kurulu, 2018; Yüksek Öğrenim Kurulu, 2018; Kalelioğlu & Gülbahar, 2015). Bilgi işlemsel tercümesinin tercih edilmesini, bu becerinin doğrudan bilgisayar becerisi ile ilişkilendirilmek istenmemesi ve bu becerinin kapsamının bilgiyi işleme sürecini daha iyi yansıttığının düşünülmesi ile açıklamak mümkündür.

Bilgi işlemsel düşünme, yeni bir kavram olması nedeniyle birçok çalışmada açıklanmıştır; ancak bununla ilgili henüz kesin bir tanımdan bahsetmek mümkün değildir (Hu, 2011; Barr & Stephenson, 2011; Grover & Pea, 2013). En genel ifade ile bir çeşit problem çözme becerisi olarak açıklanan bilgi işlemsel düşünme, Wing'e göre; problem çözme, sistem tasarlama ve bilgisayar temelli kavramlara dayanan insan davranışlarını anlama yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Wing, 2006). Problem çözme becerisinin bir bileşeni olarak da görülen bilgi işlemsel düşünme, üst düzey beceriler arasında anılmaktadır (Çetin, 2016).

Bilgi işlemsel düşünme; algoritmik düşünme, tasarım düşünme, matematiksel düşünme gibi düşünme becerileri ile bazı noktalarda kesişmekte ve aynı zamanda bu düşünme becerilerine katkıda bulunabilecek yapısı olduğu ifade edilmektedir (Lee, Martin, Denner, Coulter, Allan, Ericson, Malyn-Smith & Werner, 2011). Bu bahsedilen düşünme becerilerinden olan algoritmik düşünme, temellerini çok eskiden alsa da özellikle bilgi işlemsel düşünme ve kodlama konularının yaygınlaşmasıyla birlikte dikkat çeken başlıklar arasında yer almıştır. Bilgisayar biliminin temelini oluşturan algoritmalar, farklı boyutlarda bilgi işlemsel düşünmede yer edinmektedir. Yani bilgi işlemsel düşünmenin, algoritmik düşünmeden daha kapsamlı olduğunu söylemek mümkündür. Bununla birlikte bilgi işlemsel düşünmenin bilgisayar biliminden daha geniş etki alanına sahip olması, yine birden çok düşünme becerisine katkıda bulunabilecek bir beceri olarak tanımlandığını göstermiştir (CSTA, 2016). Çeşitli düşünme becerileriyle ortak noktalarının olması ve bu becerilere katkı sağlayabilecek

yapısının olması, bilgi işlemsel düşünmenin kapsamının bir o kadar geniş olduğunu göstermektedir.

Bilgi işlemsel düşünmenin tanımlamalarında, farklı düşünme becerilerinin yanı sıra, kendisini oluşturan boyutlarına da rastlamak mümkündür. Örneğin CSTA (2016) standartlarında bilgi işlemsel düşünme; soyutlama, otomasyon ve analize odaklanan yapısı ile bilgisayar biliminden daha geniş bir disiplinin temel unsuru olarak tanımlanmaktadır. Bir başka örnekte ise "... parçalara ayırma, soyutlama gibi bilgisayar kavramlarını kullanarak problem çözmeyi sağlar" şeklinde tanımlanmıştır (Lye & Koh, 2014). Bilgi işlemsel düşünmeyi algoritmik düşünme olarak tanımlayan başka bir çalışmaya göre; bilgi işlemsel düşünme, problemleri analiz etme sürecidir ve çözümlerini algoritmalarındaki bilgi işlemsel adımlardır (Barr & Stephenson, 2011; Denning, 2009). Bu tanımlarda yer alan soyutlama, parçalara ayırma, algoritma gibi kavramların bilgi işlemsel düşünmenin boyutlarında yer aldıkları görülecektir.

2. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Geçmişten Günümüze Popülerleşme Süreci Nasıldır?

Bilgi işlemsel düşünmenin tüm dünyada yaygınlaşmasıyla birlikte bu alanda yapılan araştırmaların da bir o kadar arttığı söylenebilir. Bu yaygınlaşma süreci veritabanlarında yer alma ve arama motorunda aranma ile somutlaştırılarak açıklanabilir. Genelden özele gidildiğinde Google Akademik arama motoru sonuçlarına göre, "Bilgi işlemsel düşünme (computational thinking)" tırnak içinde arandığında; 2005 ve öncesinde 368 sonuç elde edilirken, 2006 ve sonrası için 15400 sonuç elde edildiği görülmektedir. Eğitim alanındaki bilimsel tam metin kaynaklarını içeren indeksli veritabanı olan ERIC veritabanında yapılan aramada 192 sonuç elde edilmektedir. Bu sonuçların 149 tanesi son 5 yıla (2014 - 2018) aittir (eric.ed.gov). Teknoloji, fen bilimleri tıp gibi birçok alanda bilimsel kitap ve dergiye ev sahipliği yapan Elsevier'in tam metin veritabanı olan Sciencedirect'te 250.000'den fazla makale bulunmaktadır. Bu veritabanında yapılan bilgi işlemsel düşünme aramalarına bakıldığında 249 sonuç elde edilmiştir. Bu sonuçların 232 tanesi ise 2010 yılı ve sonrasına aittir (sciencedirect.com). Zamanlara, ülkelere ve konulara göre arama motorunda yapılan aramaların istatistiklerini veren Google Trends uygulamasında da bu sürece ayna tutacak sonuçlar olduğu görülecektir. Google Trends uygulamasında yapılan "computational thinking" aramasında 2006'dan 2018 yılına kadar tüm dünyadaki aramalar incelendiğinde, önemli bir artış olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 1). Tüm bu sonuçlar bilgi işlemsel düşünmeye olan eğilimin yakın zamanda arttığını göstermektedir.



Şekil 1. Google Trends'te yıllara göre "computational thinking" sonuçları

Kaynak: <https://trends.google.com.tr/trends/explore?date=2006-07-09%202018-10-07&q=computational%20thinking>

Bilgi işlemsel düşünme kavramı, ilk kez Seymour Papert tarafından *Mindstorm* (1980) adlı çalışmasında kullanılmıştır. Matematikçi ve bilgisayar bilimci olan Papert, özellikle çocukların öğrenme süreçlerini anlamak ve yine çocukların programlamayı öğrenmeleri için çok sayıda araştırma gerçekleştirmiştir

(Ellison, 2018). Jean Piaget ile çocukların bilişsel gelişimleri üzerine çalışan Papert; bilgisayar ile iletişim kurmayı öğrenmenin, diğer öğrenme yollarını da değiştireceğini savunmaktadır. *Mindstorm* (1980) kitabında ise bilgi işlemsel düşünmenin günlük yaşamla bütünleştirilmesinin öneminden bahsetmiştir (s.182).

Janette Wing'in 2006'daki çalışmasından sonra popülerleşen bilgi işlemsel düşünme kavramı, uluslararası standartlardan öğretim programlarına birçok araştırmada yer almakta ve her geçen gün bu çalışmaların sayısı artmaktadır (Wing, 2006).

3. Bilgi İşlemsel Düşünme Neden Önemlidir?

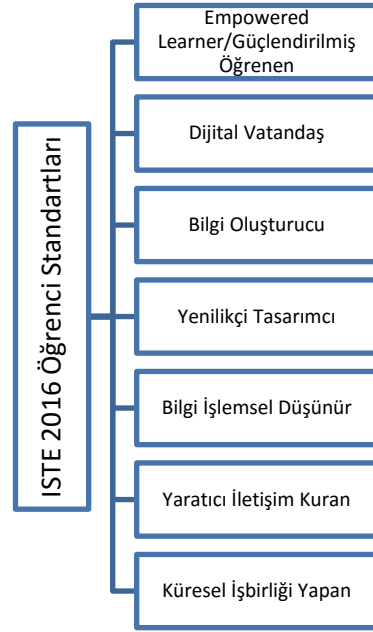
Bilgi işlemsel düşünme becerisi, adından dolayı ilk başta bilgisayar ile ilgili çağrışımlarda bulunsa da, çok daha geniş bir etki alanına sahiptir. Bilgisayarların çalışma sistemleri, insanların günlük yaşamdaki problem çözme sistemi olarak düşünüldüğünde, sadece bilgisayar ile ilgili kişilerin değil, herkesin bu beceriye sahip olması gerektiği öne sürülmektedir (Wing, 2006). Bunu doğrular nitelikte, bilgi işlemsel düşünme dersinin verildiği bir araştırmada, derse katılan öğrencilerin problem çözmede bilgi işlemsel stratejileri kullanımlarının olumlu etkisinin olduğu, ayrıca bu öğrencilerin bilgisayar kaygılarının da azaldığı görülmüştür (Booth, 2013). Bir başka çalışmada ise tüm öğrencilere bu becerinin kazandırılmasının kaçınılmaz olduğu belirtilmiştir (Lockwood & Mooney, 2017). Öğrencilerden tüm bireylere kadar herkesin bu beceriye sahip olmasının beklenmesi, bilgi işlemsel düşünmenin etki alanının bir o kadar yaygın olabileceğini akıllara getirmektedir.

Bilgisayar biliminden daha geniş bir disiplinin temel unsuru olarak görülen bilgi işlemsel düşünme, diğer tüm disiplinlerde kullanılabilir bir yöntem olarak ifade edilmektedir (CSTA, 2016). Bundy'e (2007) göre de bilgi işlemsel düşünme fen ve sosyal bilimlerin hemen hemen tüm alanlarındaki araştırmalarını etkilemektedir.

Bu kavramın içeriğinin karmaşık ve geniş alanları kapsamı, açıklanmasını bir o kadar zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bilgi işlemsel düşünmenin önemi kabul görmekte; ancak içeriğinin tam olarak anlaşılması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Lockwood & Mooney, 2017; Lee et al., 2011; Lye & Koh, 2014).

Bu denli gerekli görülen ve geniş etkiye sahip olduğu düşünülen bilgi işlemsel düşünme becerisinin, uluslararası standartlarda yer alması da kaçınılmaz olmuştur. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği (ISTE) dünyanın birçok ülkesinden üyesiyle, eğitimde teknoloji kullanımı, yenilikçi öğrenme ortamlarının hazırlaması gibi 21. yüzyıl eğitimine rehber olacak standartlar geliştirmektedir. ISTE (2016)'ya bakıldığında öğrenciler için yayınladıkları standartlarda öğrencilerin sahip olması istenen yedi özellik yayınlanmıştır. Şekil 2'de görülen bu özelliklerden biri de bilgi işlemsel düşünmedir.

Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Derneği (CSTA), 145'ten fazla ülkedeki 25.000'den fazla üyesi ile çeşitli faaliyetlerin yanı sıra bilgisayar standartları oluşturan uluslararası bir topluluktur. CSTA'nın 2016 yılında yayınladığı k-12 bilgisayar bilimleri standartlarına göre, bilgi işlemsel düşünme bilgisayar biliminin daha geniş bir disiplininin temel unsuru olarak tarif edilmekte ve her sınıf düzeyindeki öğrenci standardında yer almaktadır (CSTA,2016).



Şekil 2. ISTE 2016 öğrenci standartları Kaynak: iste.org/standards

4. Bilgi İşlemsel Düşünme İle İlgili İlk Çalışmalar Nelerdir? Bu Çalışmaların Bilgi İşlemsel Düşünmeye Bakış Açıları Nasıldır?

Bilgi işlemsel düşünmenin kesinleşmiş tanımı ve boyutlarının olmaması bu süreçte ilgili çalışmaların ve kurs içeriklerinin çeşitlilik göstermesine neden olmuştur (Lockwood & Mooney, 2017). Sarıtepeci ve Durak'a (2017) göre bilgi işlemsel düşünme becerisi; soyutlama, algoritmik düşünme, problem çözme, parçalara ayırma, genelleme ve hata ayıklama boyutlarını içermektedir. Yine bilgi işlemsel düşünmeyi alanyazında tanımlamada kullanılan kavramların araştırıldığı bir çalışmada boyutlar olarak; soyutlama, problem çözme ve algoritmik düşünmenin yer aldığı görülmektedir (Kalelioğlu, Gülbahar & Kukul, 2016). Bu alandaki çalışmalara ek olarak, bilgi işlemsel düşünmeyi öğretmeyi amaçlayan dünya çapındaki kurum ve kuruluşların web sitelerinin bazılarında bu alanın boyutları Tablo 1'deki gibi vermiştir.

Birleşik Krallık'ın dünyaca ünlü yayın kuruluşu olan BBC'nin eğitim web sayfasında, teorikten pratiğe kadar bilgi işlemsel düşünmenin boyutlarını içeren rehberi yer almaktadır (www.bbc.com/education). Bu rehberde bilgi işlemsel düşünmede; parçalara ayırma, soyutlama, örüntü tanıma, algoritma ve değerlendirme olmak üzere beş boyutunun bulunduğu ifade edilmektedir.

Tablo 1 Bilgi İşlemsel Düşünmenin Bazı Kaynaklara Göre Boyutları

Bilgi İşlemsel Düşünme Boyutları	BBC	Barefoot	Scratch	Google Education	Code.org
Mantık/Problemi Anlama		X			
Parçalara Ayırma	X	X		X	X
Soyutlama	X	X	X	X	X
Örüntü/Örüntü Tanıma	X	X		X	X
Algoritma	X	X	X*	X	X
Test Etme/Hata Ayıklama		X	X		
Değerlendirme	X	X			

*

Not: Kavramlar ve yaklaşım olarak iki ana başlıkta ele almıştır. Algoritma başlık olarak değil, bileşenleri şeklinde verilmiştir

Barefoot projesi, İngiltere’deki ilköğretim öğretmenlerinin yeni bilgisayar öğretim programlarında bilgisayar bilimine adaptasyonuna yardımcı olması amacıyla 2014 yılında kurulmuştur. Başta farklı finansal kaynağı olan bu proje, daha sonra Computing at School (CAS) ortaklığı ile devam etmiştir. Birleşik Krallık’ta 29.000’in üzerinde üyesi olan, bilgisayar alanında bir çok eğitim-etkinlik düzenleyen bu kuruluş “dünyadaki her çocuğun dünya çapında bir bilgisayar eğitim hakkı vardır” vizyonu ile okullardaki bilgisayar eğitiminde yer alan herkese liderlik ve stratejik rehberlik sağlamak için hizmet vermektedir (www.computingschool.org.uk). Bilgi işlemsel düşünmeyi kavramlar ve yaklaşım olarak iki başlık altında şekil 3’teki gibi açıklamışlardır.

Kavramlar	Yaklaşım
<ul style="list-style-type: none">•Mantık•Parçalara ayırma•Soyutlama•Örüntü tanıma•Algoritmalar•Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none">•Hata ayıklama•İşbirliği yapma•Yaratma•Azimli olma•Düzeltilmeye çalışma

Şekil 3. Barefoot Computing- Bilgi İşlemsel Düşünme

Başta çocuklar olmak üzere her yaşta insanın oyun, animasyon ve hikâyelerini eğlenceli bir şekilde tasarlamalarını sağlayan web tabanlı programlama dili olan Scratch, MIT Laboratuvarı tarafından geliştirilmiştir (scratch.mit.edu). Tasarım temelli öğrenme etkinliklerinin çocuklardaki bilgi işlemsel düşünme gelişimini desteklemesiyle ilgilenen bu araştırmacılar, Scratch ile bilgi işlemsel düşünme çerçevesi oluşturmuşlardır. Bu uygulama öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek için çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır (Ceylan, 2015; Çatlak, Tekdal & Baz, 2015).

Şekil 4’te verildiği gibi bilgi işlemsel düşünme kavram, uygulama ve perspektif başlıklarında verilmiştir. Kavramlar boyutunda, programlamada kullanılan temel kavramlardan yedi tanesine yer verilmiştir. Bu kavramların, programlamanın temel öğeleri olduğu görülmektedir. Uygulamalar boyutunda, programlama sürecinde karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılacak uygulamalar dört başlıkta verilmiştir. Bu başlıklara bakıldığında sadece soyutlama ve test etme gibi başlıkların doğrudan diğer kaynaklarda yer aldığı, diğerlerinin ise dolaylı olarak yer alabileceği söylenebilir. Perspektif boyutunda ise, programlama yapan insanların bu alandaki bakış açılarına yer vermektedir. Örneğin ilişki kurma düzeyinde öğrencilerin “diğer kişilere (Scratch’ta programlama yapan bireylere) erişimim olduğunda, daha farklı şeyler yapabilirim ” ifadelerine yer vermişlerdir (Brennan & Resnick, 2012).

Bilgi İşlemsel Kavramlar	Bilgi İşlemsel Uygulamalar	Bilgi İşlemsel Perspektifler
<ul style="list-style-type: none">•Dizi•Döngü•Paralellik•Olay•Şartlı Durumlar•Operatör•Veri	<ul style="list-style-type: none">•Artan Ve Yinelenen Olan•Test Etme ve Hata Ayıklama•Yeniden Kullanma ve Tekrar Karıştırma•Soyutlama ve Modüleştirme	<ul style="list-style-type: none">•İfade Etme•İlişki Kurma•Sorgulama

Google Education tarafından hazırlanan “Eğitmenler için Bilgi İşlemsel Düşünme Kursu”, bilgi işlemsel düşünmenin bilgisayar biliminden farkını göstermek, diğer derslere nasıl entegre edilebileceğini öğretmek, öğretim programlarında nasıl yer alabileceğini anlatmak ve bu alanda farkındalık oluşturmak amacı ile düzenlenmiştir (Google Education, 2017a). 130’dan fazla ders içeriği, video, ders planı gibi materyaller de Google’ın ilgili web sayfasında eğitimcilerin kullanımına sunulmuştur (Google Education, 2017b). Kurs içeriği;

- Bilgi İşlemsel Düşünmeye Giriş
- Algoritmaları Keşfetme
- Örüntüleri Bulma
- Algoritma Geliştirme
- Bilgi İşlemsel Düşünmeyi Uygulama başlıklarından oluşmaktadır.

Bunun yanında bilgi işlemsel düşünmeye giriş bölümünde soyutlama, örüntü bulma, parçalara ayırma ve algoritma başlıklarının yer aldığı görülmektedir.

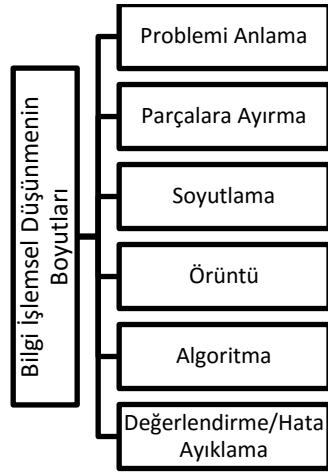
Code.org , okullarda bilgisayar bilimine erişimi arttırmayı hedefleyen 2013 yılında kurulmuş bir sivil toplum kuruluşudur (code.org). Blok tabanlı programlama ile çocuklara küçük yaştan itibaren bilgisayar bilimlerini öğretmeyi hedefleyen bu eğitim platformu, öğrencilere öğrenme ortamları sağlarken, öğretmenlere de sanal sınıf ortamından öğretim programlarına kadar bir çok rehber kaynak sunmaktadır. Code.org öğretim programlarına bakıldığında, 10 yaş üstü ders grubunda (3. seviye) bilgi işlemsel düşünme yer almaktadır (studio.code.org). Yapılan bir çalışmada code.org’un ders planlarıyla, içeriğiyle, etkinlikleriyle öğretmenlere rehberlik yapabileceği ifade edilmiştir (Yıldız, 2018). İlgili ders planında, karmaşık bir problemle karşılaşıldığında, bu tür problemi dört adımla çözmenin mümkün olabileceği ifade edilmektedir. Bu adımlar; parçalarına ayırma, örüntü, soyutlama ve algoritma olarak verilmiştir.

5. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Boyutları Nelerdir?

Alanyazın incelemeleri sonucunda en sık karşılaşılan bilgi işlemsel düşünme boyutlarının; parçalara ayırma, örüntü bulma/tanımlama, soyutlama, algoritma ve test etme/hata ayıklama olduğu görülmektedir (Şekil 5). Problemi anlama ise bazı kaynaklarda ayrı basamak olarak yer alırken, bazı kaynaklarda ise satır aralarında öneminin vurgulandığı görülmektedir. Bunun yanında, problem çözme yönteminde ilk adımın problemi anlama olması, bilimsel süreç ile de paralellik göstermektedir. Bu nedenlerden dolayı, en sık rastlanan basamaklara problemi anlama basamağı da eklenmiştir.

Bu boyutların en basit örnekleriyle açıklamaları, aşağıda verilmiştir:

Parçalara Ayırma (Decomposition): Adından da anlaşılacağı gibi, karmaşık ya da çoklu yapıdan oluşan bir bileşeni parçalarına ayırma olarak da tanımlamak mümkündür. Bilgi işlemsel düşünme ile ilgili çalışmaların çoğunda bu boyuta rastlamak mümkündür. Çözilemeyen karmaşık problemlerde yaşanan başarısızlığın nedeninin, problemin parçalarına iyice ayrılmaması olduğu düşünülebilir. Örneğin güvenlik görevlileri, işlenen karmaşık bir suçu çözerken mümkün olduğunca her detayı araştırırlar. Her bir detay, ipucu olduğundan sonuca ulaşma bir o kadar kolaylaşacaktır (www.bbc.com).



Şekil 5. Bilgi işlemsel düşünmenin boyutları

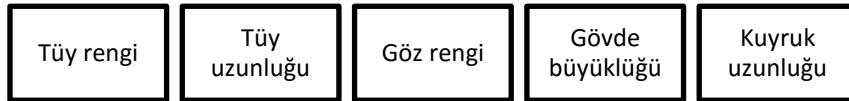
Örüntü Tanımlama/Model Çıkarma (Pattern): Tekrar eden işlemler dizisi, bir başka deyişle model çıkarma olarak açıklamak mümkündür. Bir başka örüntü tanımında; verilerdeki desenleri, örüntüleri ve tekrar eden düzenleri gözleme olarak yer almaktadır (computationalthinkingcourse.withgoogle.com). Örneğin, kedi modeli/örüntüsü çıkarılırken tüm kedilerde ortak olan özelliklere göre formüle edilir (Şekil 6). Yani her kedinin dört bacağı, bir kuyruğu, bir başı, bir de gövdesi vardır.



Şekil 6. Bilgi işlemsel düşünme örüntü örneği

Kaynak: bbc.com/bitesize

Soyutlama (Abstraction): Aranacak özellikleri bulmak için gerekli olan özelliklere odaklanıp, diğer durumları göz ardı etmek olarak tanımlanmaktadır (CSTA,2016). Wing'e (2008) göre, bilgi işlemsel düşünmenin özü soyutlamadır. Soyutlama olarak tanımlanması, aranacak özelliğin dışındaki tüm durumlardan soyutlanmasından kaynaklanmaktadır. Bir başka çalışmada "belirli örneklerden genelleme süreci" olarak tanımlanırken, problem çözümlerinin temel şartı olarak verilmektedir (Togyer, 2017; Lee et al., 2011). Problemler arasındaki bağlantıların bulunup, çözümlerin yeniden gözden geçirilmesine imkân sunan soyutlama boyutunun, bilgi işlemsel düşünme boyutlarından en zoru olabileceği ifade edilmiştir (Booth, 2013). Bir önceki örnekteki kedi modeli çıkarma işleminde aslında önceki adım olarak soyutlama yapılmıştır. Yani kedilerin ortak özelliklerini bulurken tüylerinin farklı uzunlukta ve renkte olması, göz renklerinin farklı olması, kuyruk uzunlukları gibi özelliklerden soyutlanarak ortak özelliklere odaklanılmıştır (Şekil 7). Renkten soyutlama yapıldığında; rengi ne olursa olsun her kedinin kuyruğunun olması bilgisi örüntü bulurken işe yarayacaktır (www.bbc.com).



Şekil 7. Bilgi işlemsel düşünme soyutlama örneği

Algoritma:

Kaynak: bbc.com/bitesize

Kodlamanın özünü oluşturan algoritmalar, çözülecek bir problemde ya da uygulanacak bir planda işlemlerin adım adım gösterilerek çözüme nasıl ulaşacağını belirlemek olarak bilinmektedir. Sadece bilgisayar biliminde değil diğer disiplinlerde de bir görevi adım adım yerine getirmek olarak tanımlanması, algoritmik düşünme kavramı olarak da çokça kullanılmasının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Selby & Woollard, 2013). Algoritmik düşünme, programlamadan bağımsız geliştirilecek bir özellik olarak tanımlanması, bilgi işlemsel

düşünmenin doğrudan bilgisayarla ilgili beceri olmadığına da göstergesidir (Otaran, 2017).

Bilgisayar programlamanın bilgi işlemsel düşünmenin bir parçası olarak görülmesi, algoritmaların da bilgi işlemsel düşünmenin vazgeçilmez bir boyutu olduğunu göstermektedir (Israel, Pearson, Tapia, Wherfel & Reese, 2015). Değerlendirme ve Hata Ayıklama: Algoritmalar düzenlenirken ya da bir bilgisayar programı hazırlanırken en fazla uygulanan işlemlerden biri test etme, yani hazırlanan programın ya da algoritmanın denenip değerlendirilmesi işlemidir. İyi bir problem çözümü için, çözümlerin değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Liu, Zhi, Hicks & Barnes, 2017).

Scratch'ın geliştiricileri bu boyutu “yalnızca programlamada değil, diğer çeşitli tasarım etkinliklerinde de faydalıdır” şeklinde ifade etmektedirler (Brennan & Resnick, 2012, s.7). Bir başka çalışmada ise öğrencilerin programlama yaparken hata ayıklama yaptıklarında, algoritma tasarlama süreçlerinde problemleri daha kolay aştıkları görülmüştür (Ko, Myers & Aung, 2004). Buna rağmen çoğu programlama ortamı, hata ayıklamayı doğrudan öğretmek amacı ile hazırlanmamıştır. Programlamalarda önemli yeri olan hata ayıklama işlemi için, yeni kod yazmanın ötesinde bir anlayış gerektiği belirtilmiştir (Liu et al., 2017).

6. Türkiye'deki Öğretim Programlarında Bilgi İşlemsel Düşünmenin Yeri Nedir?

2018 yılında, Talim Terbiye Kurulu tarafından yayımlanan Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi öğretim programına bakıldığında, önceki öğretim programlarına göre köklü değişiklikler yapıldığını görmek mümkündür. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi'nde yer alan yetkinlikler esas alınarak hazırlanan bu programda, sekiz temel yetkinlik esas alınmıştır. Bu yetkinlikler; ana dilde iletişim, yabancı dilde iletişim, matematiksel yetkinlik-fen ve teknolojiye temel yetkinlikler, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, sosyal ve vatandaşlık ile ilgili yetkinlik, insiyatif alma ve girişimcilik, kültürel farkındalık ve ifadedir. Öğretim programında bulunan on beş genel amacın altı tanesinde doğrudan programlama, bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme amaçları yer almıştır. Diğer amaçlar ise bilgi iletişim teknolojileri, internet ve iletişim araçları, etik ve güvenlik, yaşam boyu öğrenme gibi başlıkları içermektedir.

Tablo 2 Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi 2018 Öğretim Programı Konu Dağılımları

Ünite Adı	5. Sınıf Ders	6. Sınıf Ders
	Saati Yüzdesi (%)	Saati Yüzdesi(%)
Bilgi ve İletişim Teknolojileri	8	9
Etik ve Güvenlik	12	8
İletişim, Araştırma ve İşbirliği	11	11
Dijital Ürün Oluşturma	19	22
Problem Çözme ve Programlama	50	50
Toplam(%)	100	100

2017 yılında yayımlanan Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi öğretim programı taslağında, “Hesaplamalı Düşünme” olarak yer alan ünite, 2018 yılında “Problem Çözme ve Programlama” ünitesi olarak değiştirilmiştir. Bir yıl boyunca işlenecek ünitelerin süre dağılımında Problem Çözme ve Programlama ünitesine ayrılan sürenin toplam sürenin %50'sini oluşturduğu görülmektedir (Tablo 2). Kazanımlara bakıldığında ise problem çözme, algoritma oluşturma, programlama bileşenleri, blok tabanlı programlar ve doğrusal mantık gibi konuları içerdiği görülmektedir.

2018 yılında güncellenen ilkökul ve orta okul fen bilgisi, matematik ve hayat bilgisi öğretim programları bilgi işlemsel düşünme becerisini içerme yönüyle incelenmiştir (Talim ve Terbiye Kurulu, 2018).

Fen bilimleri ve matematik öğretim programlarına (ilkokul-ortaokul düzeyi) bakıldığında problem çözme becerisiyle ilgili becerilerin programın amaçlarında yer aldığı görülmektedir. Buna karşın problem çözme becerilerinden olan bilgi işlemsel düşünmeye rastlanmamıştır.

Yenilenen öğretmen yetiştirme öğretim programlarında bölümlere göre farklılaşan Bilişim dersleri, tüm öğretmenlik programlarında “Bilişim Teknolojileri” dersi olarak değiştirilip, içeriği de güncellenmiştir. Yapılan değişikliklerle birlikte; bilgi işlemsel düşünme, problem çözme, algoritma ve ilgili kavramlar yeni öğretim programı içeriğinde yer almaktadır (YÖK, 2018).

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bilgi işlemsel düşünme, temeli eskilere dayanmakla birlikte dünya genelinde yeni öğrenme becerileri arasında yer edinmeye başlayan yetkinlikler arasındadır. Yeni 21. yüzyıl becerisi olarak da tanımlanabilen bu yetkinlik, çeşitli uluslararası standartların yanı sıra öğretim programlarında, araştırmalarda ve projelerde yer almaktadır (Einhorn, 2012; Voogt, Fisser, Good, Mishra & Yadav, 2015). Temeli daha eskilere dayansa da son yıllarda bu alana olan ilgi oldukça artmıştır. Bu nedenle tanımından içeriğine, boyutlarından önemine kadar bir çok yönüyle merak uyandırmıştır.

Bilgi işlemsel düşünmenin tanımı ile ilgili farklı görüşler yer alırken Türkiye’deki son kurumsal alandaki kullanımlarında bilgi işlemsel düşünme çevirisinin olduğu görülmektedir. Bilgi işlemsel düşünmenin boyutlarının neler olduğu konusunda da farklılıkların olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada bilgi işlemsel düşünme boyutları; parçalara ayırma, soyutlama, örüntü/örüntü bulma, algoritma ve hata ayıklama-değerlendirme olarak değerlendirilmiştir.

Algoritmalar, bilgi işlemsel düşünmenin çoğu kaynakta yer alan boyutlarından biridir. Bilgi işlemsel düşünme ve kodlama eğitiminin hemen hemen aynı zamanlarda yaygınlaşması, kodlamanın temelinin algoritmalar olmasıyla açıklanabilir. Bu nedenle bilgi işlemsel düşünme ve kodlama (programlama) ilişkisini açıklamaya yönelik çalışmalar görmek mümkündür. Bilgi işlemsel düşünmenin programlama ile doğrudan ilişkisi olduğu görülse de, bir beceri olarak programlamadan fazlası olduğu ifade edilmiştir (Lu & Fletcher, 2009; Qualls & Sherrell, 2010). Bununla birlikte bazı ülkelerin bilgi işlemsel düşünmeyi programlamadan daha fazla önemsemeleri bu görüşü destekler niteliktedir (Şahin, 2018). Hangi konunun daha önemli olduğu tartışılrsa da programlama öğretiminin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olumlu etkisi olduğu görülmüştür (Yolcu, 2018; Erdem, 2018). Bu nedenlerle kodlama ve bilgi işlemsel düşünme birbirinden ayrı düşünülemeyen, birbiri üzerinde etkisi olan iki kavramdır.

Bilgi işlemsel düşünmenin öğretim programlarına entegresinin henüz yeterli olmadığı ifade edilmektedir (Wilson & Guzdial, 2010; Kong, 2016). Bilgi işlemsel düşünmenin öğretim programlarıyla bütünleştirildiğinde öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin gelişimine de katkı sağlayabileceği ortaya koyulmuştur (Oluk, 2017). Üst düzey düşünme becerisi olarak da kabul edilen bu becerinin üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde de farklılaştırılmış zenginleştirilmiş etkinlikler olarak katkıda bulunabileceği bulunmuştur (Taş, 2018). Bu becerinin kazandırılması için uzun soluklu çalışmalara ihtiyaç duyulduğu bu nedenle öğretim programına dahil edilmesinin yerinde olacağı görülmektedir (Çakır, 2017). Türkiye’deki öğretim programlarına bakıldığında, bilgi işlemsel düşünmenin yeni yeni dahil edilmeye başlandığı, şimdilik bu sürece ilkökul, ortaokul, lise ve öğretmen yetiştirme programlarının bilişim teknolojileri derslerine dahil edildiği görülmüştür. Problem çözme becerisinin küçük yaşlardaki önemi göz önüne alındığında, ilkökul ve ortaokuldaki bilişim teknolojileri dersi dışındaki problem çözme becerilerini içeren fen bilimleri ve matematik dersi öğretim programları incelenmiştir. Buna göre problem çözme becerisinin genel olarak amaçlandığı ancak bilgi işlemsel düşünme, algoritmik düşünme gibi güncel problem çözme becerilerini içermediği görülmüştür. Bilgi işlemsel düşünmenin bir çeşit problem çözme becerisi olarak diğer disiplinlerce de kabul görmesi gerekmektedir. Sonuç olarak öğretim programlarında; başta problem çözmeyi amaçlayan sayısal dersler olmak üzere tüm derslerin bilgi işlemsel düşünme becerisini kazandırma amacı ve ilgili içerikler yer almalıdır.

Bilgi işlemsel düşünmeyi daha iyi anlayabilmek, faydaları görebilmek için bu alandaki çalışmaların sayısının artması gerektiği ifade edilmiştir (Şahiner, 2017; Patan, 2016). Öğrenciler üzerinde pozitif yönde somut etkiler görmek için öğretim programlarının uygulanmasına yönelik uygulamalı hizmetçi eğitimler, projeler gerçekleştirilmesi faydalı olacaktır. Bununla birlikte ilgili çalışmaların sadece bilişim alanında değil diğer branş derslerinde disiplinlerarası yapılması bilgi işlemsel düşünme becerisi kazandırmada önemli etki oluşturacaktır.

Kaynakça

- Bailey, K.D. (1982). *Methods of social research*. New York: The Free Press.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and What is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54.
- BBC, (2018). *What is Computational Thinking?* Retrieved January 29, 2018, from <https://www.bbc.com/education/guides/zp92mp3/revision/1>
- Booth W. A.,(May,2013). *Mixed-methods study of the impact of a computational thinking course on student attitudes about technology and computation*. Unpublished doctoral dissertation, Baylor University, Texas USA.
- Brennan, K. & Resnick, M., (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada* (pp. 1-25).
- Bundy, A. (2007). Computational thinking is pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1(2), 67–69.
- Büyüköztürk Ş., Kılıç Çakmak E., Akgün Ö.E., Karadeniz Ş., Demirel F. (2016). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*(20th ed.). Ankara: Pegem Akademi
- Ceylan V.K., (2015). *Harmanlanmış öğrenme yönteminin akademik başarıya etkisi*. Unpublished master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Computing at School CAS (2017). *About Us*. Retrieved December 24, 2017, from <https://www.computingschool.org.uk/about>
- Code.org (2017). *About us*. Retrieved January 14, 2017, from <https://code.org/about>
- Code.org (2017). *Lesson Name: Coputational Thinking*. Retrieved September 10, 2017, from <https://studio.code.org/unplugged/unplug2.pdf>
- CSTA (2016). *CSTA K-12 Computer Science Standards Revised*.
- CSTA (2017). *About CSTA*. Retrieved July 20, 2017, from <https://www.csteachers.org/page/About>
- Çakır E., (2017). *Ters yüz sınıf uygulamalarının fen bilimleri 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, zihinsel risk alma ve bilgisayarca düşünme becerileri üzerine etkisi*. Unpublished master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Çatlak, Ş., Tekdal, M. & Baz, F. Ç. (2015). Scratch yazılımı ile programlama öğretiminin durumu: bir doküman inceleme çalışması. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 4(3): 13-25.
- Çetin E., (2016). *Okul öncesi çocukların problem çözme sürecinde teknoloji destekli şematik düzenleyicilerin kullanımına yönelik bir durum çalışması*. Unpublished doctorate dissertation, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Denning, P. J. (2009). The profession of it - beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52 (6), 28-29.
- Department for Education (2013). *National curriculum in England: computing programmes of study*. Retrived May 12, 2018, from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study#key-stage-1>
- Einhorn, S. (2012). *Microworlds, computational thinking, and 21st century learning*. *LCSI White Paper*. Retrieved September 10, 2018, from <http://www.microworlds.com>
- Ellison N., (2018). *Seymour Papert South African-Born Mathematician And Computer Scientist*. Retrieved August 28, 2018, from <https://www.britannica.com/biography/Seymour-Papert>
- Erdem E., (2018). *Blok tabanlı ortamlarda programlama öğretimi sürecinde farklı öğretim stratejilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi*. Unpublished master's thesis, Başkent Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ERIC (2018). "Computational thinking" Search. Retrieved October 10, 2018, from <https://eric.ed.gov/?q=%22computational+thinking%22>

Google Education (2017a). *Computational Thinking For Educators*. Retrieved July 17, 2017, from https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/course?use_last_location=true

Google Education (2017b). *Exploring Computational Thinking*. Retrieved July 19, 2017, from <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>

Grover, S., ve Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: a review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.

Hu, C. (2011, June). Computational thinking: What it might mean and what we might do about it. In *Proceedings of the 16th Annual Joint Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 223-227). ACM.

Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: a cross-case qualitative analysis. *Computers & Education*, 82, 263-279.

ISTE (2007). The national educational technology standards and performance indicators for students.

ISTE (2016) ISTE Standards For Students(Permitted Educational Use). Retrieved May 19, 2017, from www.iste.org/standards.

Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2015, September). Bilgi işlemsel düşünme nedir ve nasıl öğretilir? Paper presented at the 3. In *3th International Instructional Technology and Teacher Education Symposium*. Trabzon, Türkiye.

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, A. J., Myers, B. A., & Aung, H. H. (2004). Six learning barriers in end-user programming systems. Paper presented at the In *IEEE Symposium on Visual Languages and Human Centric Computing*, Rome, Italy.

Kong, S. C. (2016). A framework of curriculum design for computational thinking development in K-12 education. *Journal of Computers in Education*, 3(4), 377-394.

Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, Y.M., Oluk, A. & Sarioğlu, S., (2015). Bireylerin bilgisayarca düşünme becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 68-87.

Kotluk, N. & Kocakaya S., 2015. 21.yüzyıl becerilerinin gelişiminde dijital öykülemeler: ortaöğretim öğrencilerinin görüşlerinin incelenmesi. *Journal of Research in Education and Teaching*, 4(2), 354-363.

Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J. & Werner, L., 2011. Computational thinking for youth in practice. *Acm Inroads*, 2(1), 32-37.

Liu, Z., Zhi, R., Hicks, A. & Barnes T., (2017) Understanding problem solving behavior of 6-8 graders in a debugging game. *Computer Science Education*, 27(1), 1-29.

Lockwood J. & Mooney A., (2017). Computational thinking in education: where does it fit? a systematic literary review. Maynooth University, Ireland.

Lu, J., & Fletcher, G. H. (2009). Thinking about computational thinking. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1), 260-264.

Lye, S.Y. & Koh, J.H.L., 2014. Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.

OECD, (2005). The definition and selection of key competencies: Executive summary. Paris, France.

Oluk A., (2017). *Öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerinin mantıksal matematiksel zekâ ve matematik akademik başarıları açısından incelenmesi*. Unpublished master's thesis, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.

Otaran A., (2017). *Design, control and evaluation of educational devices with series elastic actuation*. Unpublished master's thesis, Sabancı Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özçınar, H., & Öztürk, E. (2018). Hesaplamalı Düşünmenin Öğretimine İlişkin Özyeterlik Algısı Ölçeği: Geçerlik Ve Güvenirlilik Çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 173-195.

Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.

Patan B., (2016). *Okul öncesi kodlama öğretim programının geliştirilmesi*. Unpublished master's thesis, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Partnership for 21st Century Skills. (2015). *P21 Framework Definitions*. Retrieved October 05, 2018, from http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015.pdf

Qualls, J. A., & Sherrell, L. B. (2010). Why computational thinking should be integrated into the curriculum. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 25(5), 66-71.

Sarıtepeci, M., & Durak, H. (2017). Analyzing the effect of block and robotic coding activities on computational thinking in programming education. In I. Koleva, & G. Duman (Eds.), *Educational research and practice* 490-501. St. Kliment Ohridski University Press.

Sayın, Z. & Seferoğlu, S.S. (2016). Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. Akademik Bilişim Konferansı, 3-5 Şubat, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Sciedirect (2018). Retrieved October 10, 2018, from <https://www.sciencedirect.com/search?qs=%22computational%20thinking%22&show=25&sortBy=relevance&years=2019%2C2018%2C2017%2C2016%2C2015%2C2014%2C2013%2C2012%2C2011%2C2010&lastSelectedFacet=years>

Scratch (2018). *Scratch Hakkında*. Retrieved August 20, 2018, from <https://scratch.mit.edu/about>

Selby, C.C. & Woollard, J., (2013). Computational thinking: the developing definition. *University of Southampton (E-prints) 6pp*. Retrieved June 20, 2018, from https://eprints.soton.ac.uk/356481/1/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf

Şahin G., (2018). *Ortaokul seviyesinde programlama öğretimi için bir yöntem önerisi*. Unpublished master's thesis, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Şahiner A., (2017). *Komputasyonel düşünmekavramı ile ilgili 2006 – 2016 yılları arasındaki bilimsel yayınların incelenmesi: doküman analizi çalışması*. Unpublished master's thesis, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Talim ve Terbiye Kurulu (2018). *Milli Eğitim Bakanlığı Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı: 5. ve 6. Sınıflar*. Ankara.

Talim ve Terbiye Kurulu (2018). *Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı: 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar*. Ankara.

Talim ve Terbiye Kurulu (2018). *Milli Eğitim Bakanlığı Matematik Dersi Öğretim Programı: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8.Sınıflar*. Ankara.

Taş N., (2018). *Farklılaştırılmış bilgisayar destekli matematik etkinliklerinin üstün yeteneklilerin bilgi işlemsel düşünme özyeterlikleri ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi*. Unpublished doctorate dissertation, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Togyer J., (2017). *Research Notebook: Computational Thinking--What and Why?*. Retrieved February 27, 2018, from <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728.

Wilson, C., & Guzdial, M. (2010). How to make progress in computing education. *Communications of the ACM*, 53(5), 35-37.

Wing, J.M., 2006. Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Wing, J.M., 2008. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London A: Mathematical, Physical And Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.

Yıldız S., (2018). *Blok tabanlı kodlama ortamında problem çözme süreçlerinin incelenmesi*. Unpublished master's thesis, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yolcu V., (2018). *Programlama eğitiminde robotik kullanımının akademik başarı, bilgi-işlemsel düşünme becerisi ve öğrenme transferine etkisi*. Unpublished master's thesis, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Yüksek Öğretim Kurulu 2018. *Sınıf Öğretmenliği Lisans Programı*. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi (2018). Tez merkezi arama sonucu. Retrieved October 27, 2018, from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>