

## Bilgi İşlemsel Düşünme Kavramının Gelişim Süreci

Esma Güllü Egin\*, Mehmet Akif Sözer\*\*

Makale Geliş Tarihi:13/09/2024

Makale Kabul Tarihi:11/11/2024

DOI: 10.35675/befdergi.1549680

### Öz

*Bu çalışmada; bilgi işlemsel düşünme kavramının gelişim süreçleri ve eğitime yansımaları incelenmiştir. Derleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen bu inceleme çalışması; kavramın ortaya çıkışından günümüzün eğitim perspektifinde temel bir beceri olarak kabul edilmesine kadar ortaya konan başlıca çalışmaları sentezleyerek kavrama ilişkin bir bakış açısı oluşturmaktadır. Teknoloji öğretimine yeni bir bakış açısı getiren ve bunu insanın akıl yürütme sistemiyle açıklayan bilgi işlemsel düşünme kavramı, eğitimin tüm dallarına etki eden yeni bir yöntem sunmaktadır. Aynı zamanda bilgi işlemsel düşünme kavramıyla bütünleştirilen beceri setinin dünyanın farklı ülkelerinde eğitim ortamlarına ve uygulamalarına yansımaların üzerinde durularak, öğrencilerin sahip olması beklenen becerileri planlarken dikkate değer önemine de vurgu yapılmaktadır.*


**Anahtar Kelimeler:** Bilgi işlemsel düşünme, eğitim teknolojileri, literatür taraması


## Development of Computational Thinking Concept

### Abstract

*In this study, the development processes of the concept of computational thinking and its reflections on education are examined. This review study creates a perspective on the concept by synthesizing the studies conducted from the emergence of the concept to its acceptance as a basic skill in today's educational perspective. Computational thinking, which brings a new perspective to the teaching of technology and explains it with the human reasoning system, offers a new method that affects all fields of education. At the same time, the reflections of the concept of computational thinking and the set of skills integrated with the concept on educational environments and practices in different countries of the world are emphasized and highlights the importance of considering the skills that students are expected to have when planning.*

**Keywords:** Computational thinking, literature review, educational technologies.

\* MEB, Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, [esmagulluegin@gmail.com](mailto:esmagulluegin@gmail.com), ORCID: [0000-0003-4717-7789](https://orcid.org/0000-0003-4717-7789) 

\*\* Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Ankara, Türkiye, [akif@gazi.edu.tr](mailto:akif@gazi.edu.tr), ORCID: [0000-0002-1291-4067](https://orcid.org/0000-0002-1291-4067) 

**Kaynak Gösterme:** Güllü Egin, E., & Sözer, M. A. (2024). Bilgi işlemsel düşünme kavramının gelişim süreci. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(44), 3101-3125.

## Giriş

Dijital teknolojiler, öğrenmeyi hızlandırmış ve öğrenme şeklini değiştirmiştir. Teknolojinin öğrenmede söz sahibi hale gelmesinin sonucu olarak da öğrencilerin teknolojiyi nasıl kullanacaklarını, nasıl çalıştığını, insanlara ve dünyaya ne yaptığını öğrenmeleri gerekmektedir (International Society for Technology in Education [ISTE], 2023).

Son yıllarda çok sayıda araştırmacı bilgi işlemsel düşünme ile ilgili çalışmalar yürütmüştür (Acevedo-Borrega vd., 2022; Brennan & Resnick, 2012; Cabrera, 2019; Fagerlund vd., 2021; Guzdial, 2011; Hu, 2011; Kalelioğlu vd., 2016; Nouri vd., 2020; Palts & Pedaste, 2020; Voogt vd., 2015; Wing, 2006, 2008, 2011; Xia, & Zhong, 2018; Yadav vd., 2017; Zhang & Nouri, 2019; Zhong & Xia, 2020). Wing'in 2006 yılında bilgi işlemsel düşünme kavramını kullanmasının ardından, bu ifadenin tanımının yapılmasına ilişkin tartışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları bilgi işlemsel düşünme için kesin bir tanımın yapılmasına gerek olmadığını ifade ederken (Guzdial, 2011, Hu, 2011); eğitim alanında çalışan profesyoneller için tanımlama ihtiyacı literatürde de desteklenmektedir (Barr & Stephenson, 2011; Hemmendinger, 2010; ISTE, 2011; National Research Council, 2011). Bu çalışmaların ortak özelliği bilgi işlemsel düşünme kavramının, bilgisayar kullanmak, programlama öğrenmek ve kod yazmak gibi yeterliliklerin daha da üstünde çapraz ve karmaşık bir beceriyi ifade ettiği konusunda hemfikir olmalarıdır.

Bilgi işlemsel düşünme becerileri setinin birçok unsuru farklı disiplinlerin içinde parça parça öğretilmektedir, NSF, ISTE, CSTA gibi oluşumlar ise bilgi işlemsel düşünme becerilerine ait boyutların bir beceri seti olarak sunulmasının yararları üzerinde durmakta ve uzun vadede tüm öğrencilerin bu becerileri öğrenme fırsatına sahip olmalarını sağlayacak yollar önermek ve bu becerilerin farklı sorunların çözüm sürecine aktarılabilmesini ve farklı bağlamlarda kullanılabilmesini sağlamayı hedeflemektedir (Barr vd., 2011).

Eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim, iş birliği, bilgi ve teknoloji okuryazarlığı, esneklik ve uyum sağlayabilme, küresel yetkinlikler, finansal okuryazarlık gibi becerilerin geliştirilmesinde ideal bir araç olarak öne çıkan bilgi işlemsel düşünme (Nouri vd., 2020), toplumun bilgisayar bilimleri alanı hakkındaki algılarını değiştirmeye çalışan bilgisayar bilimleri eğitimcilerine, araştırmacılarına ve uygulayıcılarına rehberlik edecek büyük bir vizyondur (Wing, 2006). Bu vizyona sahip olan bireylerin matematik, fen ve beşerî bilimler başta olmak üzere pek çok disiplinde yetkin problem çözücüler haline geleceği, belirsizliği tolere edebilme, kendine güven, azim, yaratıcılık ve iş birliği gibi sosyal becerilerin gelişimine de katkı sağlayacağı ifade edilmektedir (Román-González vd. 2018; Wing, 2008).

Toplumların bugünü ve geleceği haline gelen dijitalleşmenin ve beraberinde gelen güvenlik, veri koruma, işlevsellik gibi unsurların eğitim politikası düzeyinde incelendiği bir dönemde (Mishra & Henriksen, 2013; Swaid, 2015) teknolojiyi

anlamak ve kontrol edebilmek için gerekli becerilere sahip vatandaşların yetiştirilmesi temel bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyacın karşılanmasında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin önemine dikkat çekilmektedir (Merino-Armero vd., 2022).

Dijitalleşme çağında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenme üzerindeki etkisi de incelenmektedir. Yapılan çalışmalarda, öğrencilerin algoritmik düşünme, problem çözme ve işbirliği gibi becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı ve STEM, matematik, fen eğitimi gibi çeşitli disiplinlere entegre edilerek öğrenmeyi destekleme potansiyelinin yüksek olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Alkış Küçükaydın vd., 2024; Chen & Lai, 2024; Çimsir vd., 2024; Liu vd., 2023).

Bu çalışma, bilgi işlemsel düşünme kavramını tanımlamaya ve bu kavramı oluşturan temel öğeleri belirlemeye odaklanan araştırmaları inceleyerek bilgi işlemsel düşünmenin boyutlarına genel bir bakış sunacaktır. Buradan hareketle “Bilgi işlemsel düşünme kavramı ilkökul düzeyindeki eğitim uygulamalarına nasıl yansımıştır?” sorusuna cevap aramak amaçlanmıştır. Çalışmanın araştırmacılara ve uygulayıcılara gelecek çalışmalar ve uygulamalar için rehberlik sağlayacağı düşünülmektedir.

### Yöntem

Bu çalışmada, bilgi işlemsel düşünmenin kavramsal olarak gelişiminin ortaya konmasına yönelik olarak derleme türlerinden geleneksel derleme yöntemi kullanılmıştır. Geleneksel derleme çalışmaları, konuların daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunan kavramsal bilgi alanlarını sentezlemeyi amaçlar (Jesson vd., 2011). Bu tür çalışmalar belirli bir alanda çalışmış olan diğer insanların fikirleri üzerine inşa edilir ve yayınlanmış çalışmaların tanımlanmasını ve eleştirel bir bakış açısıyla bir araya getirilmesini gerektirir (Jankowitz, 2005). Bu bağlamda bilgi işlemsel düşünme kavramının ortaya çıkışı ve gelişimine yönelik kuramsal bir perspektif sunabilmek için bu kavramın tanımlanmasını ve eğitimde kullanılması konu alan nitel ve nicel araştırmalar derlenmiştir. Alanyazın taraması yapılırken Web of Science (WoS), Association for Computing Machinery (ACM) ve DergiPark, veri tabanlarında tam metin erişimi olan makaleler taranmıştır.

Alanyazın taramasında bilgi işlemsel düşünmenin kavramsallaştırılması, eğitim açısından önemi ve ilkökul düzeyindeki eğitimsel uygulamalar olmak üzere üç bağlamda çalışılmıştır. Türkçe ve İngilizce dillerinde yapılmış çalışmalara odaklanılmış ve “bilgi işlemsel düşünme”, “tanımı”, “bileşenleri”, “eğitim uygulamaları”, “computational thinking”, “definition”, “components”, “educational practices” anahtar kavramları kullanılmıştır. Çalışmanın ilkökul düzeyindeki makaleleri kapsamı açısından bu kavramlara ilave olarak “primary school” ya da “ilkokul” kavramlarına “and” bağlacı eklenerek tarama yapılmıştır. Bilgi işlemsel düşünme kavramının Türkçe kullanımında farklı ifadeler benimsenmiştir. Bu sebeple yaygın kullanılan diğer ifadeler olarak “bilimsel düşünme” ve “hesaplamalı düşünme” de taramalara dâhil edilmiştir. Kavramın ortaya çıktığı 2006 yılından

itibaren tanımı ve bileşenlerine ilişkin çalışmalar ile Ocak 2019-Eylül 2024 yılları arasında ilkokul düzeyinde eğitimde kullanımına ilişkin araştırmalara erişilmiş, diğer çalışmalar ise kapsam dışı bırakılacak şekilde dâhil etme/çıkarma kriterleri belirlenmiştir. İncelenen çalışmaları derlemeye dâhil etme ölçütü olarak, taramada kullanılan anahtar kavram/kavramların çalışmanın başlığında ve özetinde açıkça kullanılmış olması; dışlama ölçütü olarak taramada kullanılan anahtar kavramın/kavramların başlıkta ve özette etraflı bir şekilde ele alınmaması ya da bu kavram/kavramlardan çalışmalarda yalnızca bir kez bahsediliyor olmasıdır.

Bilgi işlemsel düşünme kavramının ilkokul düzeyindeki eğitim uygulamalarına yansımaya ilişkin olarak veri tabanlarında yapılan tarama sonucunda Web of Science'ta listelenen 278 sonuçtan 18'i, Association for Computing Machinery'de 283 sonuçtan 9'u ve DergiPark'ta 117 sonuçtan 5'i olmak üzere toplam 32 çalışma derlemeye dâhil edilmiş, diğerleri belirlenen kriterler nedeniyle kapsam dışı bırakılmıştır. Belirlenen kriterlere göre yapılan taramalara göre veriler; veri tabanına, yayım yılına, anahtar kelimelere, araştırmanın yaklaşımına, veri toplama araçlarına ve içeriğinde yer alan konulara göre kategorize edilmiştir.

### **Bulgular ve Yorum**

Bilgi işlemsel düşünme kavramı 2006 yılında Jeannette Wing öncülüğünde kavramsallaştırılmış, daha sonra da pek çok eğitim araştırmacısının ilgisini çekmiştir. Bilgi işlemsel düşünme kavramının ortaya çıkışından, günümüzdeki eğitim uygulamalarına yansımaya biçimine bir projeksiyon oluşturacak şekilde çalışmalar ele alınmıştır.

Bilgi işlemsel düşünme kavramının ortaya çıkışı, tanımlanması ve bileşenlerine ayrılmasına ilişkin olarak alanyazın incelendiğinde Papert (1996) ve Wing (2006) tarafından atılan temellerin 2017 yılına kadar farklı araştırmacılar tarafından tartışıldığı ve genişletildiği görülmektedir. İlerleyen yıllarda kavramın tanımı ve bileşenleriyle ilgili mevcut çalışmaların kabul gördüğü ve bu çalışmalardan yola çıkarak farklı disiplinlerdeki etkileri ve işlevleri ile farklı yaş gruplarından öğrencilerle deneysel çalışmalar ekseninde araştırmalar yürütüldüğü görülmüştür. Kavramın tanımlanması ve kapsamının belirlenmesine yönelik alanyazındaki çalışmalar incelenerek “Bilgi İşlemsel Düşünme Kavramının Ortaya Çıkışı ve Tanımı” ile “Bilgi İşlemsel Düşünmenin Temel Bileşenleri” başlıkları altında kronolojik olarak sunulmuştur.

### **Bilgi İşlemsel Düşünme Kavramının Ortaya Çıkışı ve Tanımı**

Bilgi işlemsel düşünme kavramı ilk olarak Papert (1996) tarafından ayrıntılı bir tanımlama yapılmadan kullanılmıştır. MIT Yapay Zekâ Laboratuvarı'nda yönetici olan Papert, geometri problemlerinin çözüm sürecinde bilgisayar ve yazılımların nasıl kullanılacağı hakkında çalışmalar yürütmektedir. Yapay zekâ ve eğitim teknolojilerini gelişim psikolojisiyle bir araya getirerek çocuklara yönelik ilk etkileşimli ortam

tasarımını yapan Papert, Mindstorms (1980) adlı kitabında bu çocukların bilgisayar kullanmayı öğrenmesine yönelik olarak görüşlerini “Çocukların entelektüel gelişimine en çok planlı öğretimin etki ediyor olduğunu düşünmek, büyük olasılıkla bilgisayarların ve diğer etkileşimli nesnelerin çocuklar üzerinde yaratabileceği potansiyel etkiyi hafife almak olacaktır.” şekilde ifade etmiştir. Papert’a (1980) göre, bilgisayarlar düşünmeyi ve bilgiye ulaşma yollarını geliştirip değiştirebilir, insanlar bilgisayar kullanmayı öğrenirken diğer öğrenmelerin nasıl gerçekleşeceğini de şekillendirebilir. 2006 yılına gelindiğinde Wing, bilgi işlemsel düşünme için “bilgisayar bilimi temelindeki kavramları kullanarak problem çözme, sistemleri tasarlama ve insan davranışını anlama sürecidir” şeklinde bir tanımlama getirmiştir. Wing’e (2006) göre, bilgisayar bilimi, pek çok bilim dalının işleyiş şekline kökten tesir etme ve bilim insanlarının düşünme biçimlerini değiştirme gücüne sahiptir. Bilgi işlemsel düşünme yalnız bilgisayar bilimcilerinin değil, tüm bireylerin öğrenmek isteyeceği bir tutum ve beceri seti ve bilgisayar biliminden esinlenen bir problem çözme yaklaşımıdır (Wing, 2006).

Wing (2011) ilerleyen çalışmalarında tanımın bir önceki halini geliştirerek, bilgi işlemsel düşünmeyi “problemleri formüle etmek ve problemlerin çözümlerini bir bilgi işleme aracının etkili bir şekilde uygulayabileceği bilgilere dönüştürerek ifade etmeyi gerektiren bir süreç” olarak tanımlamıştır.

Papert tarafından soyut olarak ifade edilen ve daha sonra Wing’in (2006) ilk kez ayrıntılı tanımladığı bilgi işlemsel düşünmeye kavramının araştırmacıların ilgisini çektiği ve kavramı çeşitli şekillerde tanımladıkları görülmüştür. Tablo 1’de bu tanımlardan öne çıkanlar kronolojik olarak sıralanmıştır.

**Tablo 1.**

*Bilgi İşlemsel Düşünmenin Tanımları*

<b>Tanım</b>	<b>Kaynak</b>
Bilgisayar bilimi temelindeki kavramları kullanarak problem çözme, sistemleri tasarlama ve insan davranışını anlama sürecidir.	Wing (2006)
Farklı soyutlama düzeylerinde düşünmeyi, algoritmaları geliştirmek için matematiği kullanmayı ve bir çözümün farklı boyutlardaki problemler arasında ne kadar iyi ölçeklendiğini incelemeyi kapsayan bir süreçtir.	Denning (2009)
Bilgi İşlemsel Düşünme, ekonomist, fizikçi ya da sanatçı gibi düşünmeyi ve problemleri çözmek, yaratmak ve verimli bir şekilde araştırılabilecek yeni sorular keşfetmek için bilgi işlemin nasıl kullanılabileceğini anlamalarını öğretmektir.	Hemendinger (2010)

Problemleri formüle etmek ve problemlerin çözümlerini bir bilgi işleme aracının etkili bir şekilde uygulayabileceği bilgilere dönüştürerek ifade etmeyi gerektiren bir süreçtir. Wing (2011)

Aşağıdaki özellikleri içeren (ancak bunlarla da sınırlı olmayan) bir problem çözme sürecidir:

- Problemleri, onları çözmeye bilgisayar veya diğer araçların kullanımını sağlayacak bir biçimde formüle etmek.
- Verilerin mantıksal olarak düzenlenmesi ve analizi
- Veriyi model ve simülasyonlar gibi soyutlamalar yoluyla temsil etme
- Çözümleri algoritmik düşünce yoluyla otomatikleştirme
- Olası çözümleri, olası aşamaları ve kaynakları en etkili ve verimli şekilde birleştirerek tanımlama, analiz edebilme ve uygulayabilme,
- Bir problem çözme sürecini diğer farklı problem durumlarına transfer edebilme ve genelleme.

ISTE (2011)

Bizi çevreleyen dünyanın bilgi işleme dayalı yönlerini tanımak, bilgisayar bilimini anlamak için araç ve teknikleri kullanmak ve hem doğal hem de yapay sistemler ve süreçler hakkında mantı yürütebilme sürecidir.

Furber (2012)

Bilgisayar biliminin temel kavramları, uygulamaları ve bakış açılarından yararlanarak, başkalarıyla birlikte problem çözme, başkaları için, başkalarıyla birlikte sistem tasarlama ve insan davranışının kültürel ve sosyal doğasını anlama becerisi olarak bilgi işlemsel katılım olarak ifade edilebilir.

Kafai & Burke (2013)

Problemlerin soyutlanması ve otomatikleştirilebilir çözümlerin yaratılması için zihinsel süreçtir.

Yadav vd. (2014)

Farklı disiplinlerdeki problemlerin ve çözümlerinin formüle edilmesine yardımcı olan ve bilgisayar bilimlerinden bir dizi kavram ve düşünme sürecini kapsayan bir terimdir.

Mannila, vd. (2014)

Bilgi işlemsel düşünme tüm disiplinlerde problemleri çözmek, sistemler tasarlamak, yeni bilgi inşa etmek amacıyla kullanılabilir ve öğrencilerin hem gerçekte hem de sanal dünyada uygun stratejileri ve araçları seçerek ve uygulayarak karmaşık problemleri daha iyi kavramsallaştırmasını, analiz etmesini ve çözmesini sağlar.

CSTA (2017)

Tablo 1 incelendiğinde bilgi işlemsel düşünmenin disiplinlerarası şekilde kullanılabilir temel bir problem çözme becerisi olduğu ve tüm araştırmacıların bu onlarda hemfikir olduğu görülebilir. Bazı araştırmacılara göre bilgi işlemsel düşünmeyi net terimlerle tanımlama gayretine gerek yoktur, bunun yerine bu

kavramın kapsamındaki temel bileşenler ile eşlik eden yeterlilikler arasındaki ilişkiye odaklanmak eğitim çalışmalarında ilerleme kaydetmek için daha anlamlı bir çabadır (Voogt vd., 2015). Bu doğrultuda Computer Science Teachers Association [CSTA] (2017) ve International Society for Technology in Education [ISTE] (2015, 2023), işlevsel tanımlar yapmış ve bilgi işlemsel düşünmeye yönelik standartlar oluşturarak eğitsel kullanım için materyaller geliştirmiştir.

### Bilgi İşlemsel Düşünmenin Temel Bileşenleri

Kavramın bileşenleri/alt boyutları tıpkı tanımı gibi tartışmaya açıktır. Yine de bu kavram üzerinde çalışanların hemfikir oldukları boyutlar; ayrıştırma, soyutlama, algoritma oluşturma ve değerlendirme/hata ayıklama olarak özetlenebilir. Bazı araştırmacılar bu alt boyutları daha geniş bir perspektifle ele almış, bazıları ise bir süreç olarak bütünleştirmiştir. Tablo 2’de bu farklı görüşler özetlenmiştir.

**Tablo 2.**

#### *Bilgi İşlemsel Düşünmenin Temel Bileşenleri*

Temel Bileşenler	Kaynak
Ayrıştırma, Soyutlama, Algoritmalar, Otomasyon, Genelleştirme	Wing (2006, 2011)
Soyutlama, Otomasyon, Analiz	Lee vd. (2011)
Soyutlama, Algoritmalar, Otomasyon, Ayrıştırma, Paralleleştirme, Simülasyon	Barr ve Stephenson (2011)
Prosedürler ve algoritmalar, Problem ayrıştırma, Paralleleştirme ve senkronizasyon, Soyutlama, Verinin temsil edilmesi	Brennan ve Resnick (2012)
Soyutlama, Algoritma oluşturma, Ayrıştırma, Değerlendirme, Genelleme	Selby ve Woollard (2013)
Soyutlama ve örüntü genelleme, Bilgiyi sistematik olarak işleme, Sembollerle temsil etme, Algoritma oluşturma, Problemi yapılandırarak çözümlenme, Etkililik, Hata ayıklama ve tespit etme	Grover ve Pea (2013)
Soyutlama, Algoritmalar, Ayrıştırma, Hata Ayıklama, Genelleme	Angeli vd. (2016)
Problemi tanımlama (Soyutlama ve ayrıştırma), Veri toplama, temsilleştirme ve analiz (Veri toplama, analiz, örüntü tanıma, kavramsallaştırma ve temsil etme), Çözümleri belirleme ve planlama (Matematiksel mantık	Kalelioğlu vd. (2016)

---

yürütme, algoritma oluşturma ve paralelleştirme),  
Çözümleri Uygulama (Otomatik hale getirme ve  
modelleme), Çözümleri değerlendirme ve geliştirmeye  
devam etme (Test etme, hata ayıklama ve genelleme)

---

Problemi ayrıştırma, algoritmik düşünme, soyutlama,  
otomasyon Yadav vd. (2017)

---

Tablo 2'deki veriler ışığında bilgi işlemsel düşünme kavramının farklı araştırmacılar tarafından ortaya konan tanımı ve temel bileşenlerinin ortak noktalarına odaklanıldığında birbirine benzer sınıflamalar yapılmış olduğu, bazı araştırmacıların bu sınıflamaları detaylandığı (Brennan & Resnick, 2012; Grover & Pea, 2013; Kalelioğlu vd., 2016), bazılarının ise daha genel ifadeler altında topladığı (Angeli vd., 2016; Barr & Stephenson, 2011; Lee vd., 2011; Selby & Woollard, 2013; Wing, 2006, 2011; Yadav vd., 2017) görülmektedir. Bilgi işlemsel düşünmenin temel bileşenleri arasında ayrıştırma, soyutlama ve algoritma oluşturma ortak olarak ele alınmış, bazı araştırmacılar ise otomasyon ve hata ayıklamayı ekleyerek süreci genişletmiştir. Bilgi işlemsel düşünme kavramının temel bileşenlerinin oldukça geniş bir kapsamda ele alınmış ve farklı bakış açılarıyla bazı ortak noktalarda birleşmiştir. Farklı yaklaşımlarda bileşenlerin öncelik sırası değişse de, araştırmacılar genel olarak bilgi işlemsel düşünmenin yapı taşlarında hemfikirdir. Bu çalışmada incelenen araştırmaların ortaklaşan noktalarından yola çıkılarak, parçalara ayırma-ayrıştırma, soyutlama, algoritma oluşturma ve değerlendirme-hata ayıklama bileşenleri daha ayrıntılı şekilde ele alınmıştır.

**Ayrıştırma/Parçalara Ayırma:** Karmaşık sorunların ayrıntılı olarak incelenebilmesi için daha küçük parçalara ayrılabilmesini ve böylece problemin çekirdek parçalarının belirli bir şekilde ele alınabilmesini sağlar (Wing, 2006).

**Soyutlama:** Bilgi işlemsel düşünmenin temelini oluşturan ana unsur soyutlamadır (Wing, 2008). Karmaşık problemlerin temel unsurlarının belirlenmesi ve ilgisiz verilerin gözardı edilmesini içerir (Wing, 2011). Shute, Sun ve Asbell-Clarke (2017) veri toplama ve analizi, örneği tanıma ve modellemeyi soyutlamanın kapsamı altında sınıflamıştır.

**Algoritma Oluşturma:** Bu bileşen, belirli sorunları çözmek için gerçekleştirilecek mantıksal ve sıralı işlemler kümesini oluşturmayı ifade eder, dört alt kategorisi vardır: algoritma tasarımı, paralellik, verimlilik, otomasyon (Selby & Woollard, 2013).

**Hata Ayıklama:** Belirli çözüm modelleri oluşturduktan sonra, çözümler beklendiği gibi çalışmadığında süreci değerlendirmek, hataları tespit etmek ve bunları düzeltmektir (Angeli vd. 2016; Grover & Pea, 2013).



### Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili İlkokul Düzeyindeki Araştırmalar

Birçok ülke, eğitim programlarını bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmeye yönelik olarak güncellemektedir. Örneğin Türkiye’de bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmek için programlama eğitimine dayalı uygulamalara yer verilmektedir (MEB, 2023). Ayrıca çevrimiçi hizmet içi kurslar aracılığıyla bu konuda gelişime ilgi duyan öğretmenlere yönelik eğitimler düzenlenmektedir. Massachusetts Institute of Technology, Yale, Harvard, Oxford, Pensilvanya gibi önemli üniversitelerin öğretim programlarına bilgi işlemsel düşünme dersi eklenmiştir. Ancak Qualls ve Sherrell (2010), eğitimcilerin bu düşünme becerisini öğretmek için lise ya da üniversiteye kadar beklememesi, bilgi işlemsel düşünmenin bileşenlerinin, tüm vatandaşların modern toplumda yaşamaya hazır olmalarını sağlamaya yardımcı olmak için ilkokulda öğretilmesi gerektiğini savunmaktadır.

Bu çalışmada Ocak 2019-Eylül 2024 yılları arasında bilgi işlemsel düşünme kavramının ilkokul düzeyinde eğitimde kullanımına ilişkin olarak Web of Science (WoS), Association for Computing Machinery (ACM) ve DergiPark, veri tabanlarında belirlenen anahtar kelimelerle arama yapılmış ve kriterlere uygun olduğu belirlenen 32 araştırma çalışmaya dâhil edilmiştir. Bu araştırmalar veri tabanına, yayım yılına, anahtar kelimelere, araştırmanın yaklaşımına, veri toplama araçlarına ve içeriğinde yer alan konulara göre kategorize edilmiştir.

Bilgi işlemsel düşünme kavramı ile bu kavrama ilişkin ilkokul düzeyinde yapılan çalışmaların veri tabanlarına göre dağılımları belirlenerek sonuçlar Tablo 3’te verilmiştir.

#### Tablo 3.

##### *Anahtar Kelimelere Göre Veri Tabanlarındaki Yayın Sayısı*

Anahtar Kelime	Veri Tabanı		
	WoS	ACM	DergiPark
Bilgi İşlemsel Düşünme	-	-	34
Bilişimsel Düşünme	-	-	3
Hesaplamalı Düşünme	-	-	3
Computational Thinking	278	283	77
+ ilkokul	-	-	4
+ primary school	18	9	1

Veri tabanlarında yapılan tarama sonucunda Web of Science’ta bilgi işlemsel düşünme kavramıyla ilişkili olarak listelenen 278 sonuçtan 18’i, Association for Computing Machinery’de 283 sonuçtan 9’u ve DergiPark’ta 117 sonuçtan 5’i ilkokul düzeyindeki uygulamalarla doğrudan bağlantılı çalışmalar olarak belirlenmiştir. En fazla çalışmanın İngilizce anahtar kelimelerle yapılan taramalarda elde edildiği, Türkçe anahtar kelimelerle yapılan taramalarda da “bilgi işlemsel düşünme” kavramının öne çıktığı görülmektedir.

Derlenen akademik çalışmaların yayım yıllarına göre dağılımları incelenmiş ve sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.**

*Yıllara Göre Veri Tabanlarındaki Yayınların Dağılımı*

Veri Tabanı	Yayın Yılı						Toplam (f)
	2019 (f)	2020 (f)	2021 (f)	2022 (f)	2023 (f)	2024 (f)	
WoS	2	0	1	7	4	4	18
ACM	2	1	1	1	2	2	9
DergiPark	1	0	0	1	2	1	5
Toplam	5	1	2	9	8	7	32

Tablo 4'e göre derlemeye alınan çalışma sayıları 2020 yılında düşüş gösterdiği ancak 2022'de yeniden arttığı görülmektedir. 2019-2024 yıllarına göre dağılımda ACM veri tabanında her yıl ilkökul düzeyinde bilgi işlemsel düşünme bağlamında çalışmaların yayımlandığı söylenebilir. Yayım yıllarının genel toplamına bakıldığında en fazla çalışmanın İngilizce literatürde yapıldığı tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamında derlenen çalışmalar, veri tabanlarına ve konu dağılımlarına göre incelenerek Tablo 5'te sunulmuştur. Derlenen çalışmalardaki konular yazarların ifade ettikleri biçimde tabloya yansıtılmış, herhangi bir disiplinle eşleşmeyen genel öğretime ilişkin çalışmalar "Genel Öğretim" kategorisinde ele alınmıştır.

**Tablo 5.**

*Veri Tabanlarına Göre Konu Dağılımları*

Konular	Veri Tabanı			
	WoS	ACM	DergiPark	Toplam
Bilişim Teknolojileri	-	1	-	1
Dil bilimleri	1	-	-	1
Disiplinler arası	1	-	-	1
Genel Öğretim	5	2	1	8
Geometri	-	1	-	1
Problem Çözme	1	-	-	1
Programlama	4	2	2	8
Robotik	4	1	1	6
STEM	1	-	-	1
Tersine Mühendislik	1	-	-	1
Türkçe	-	-	1	1
Yapay Zekâ	-	2	-	2
Toplam	18	9	5	32

Tablo 5 incelendiğinde en fazla çalışmanın genel öğretim ve programlama kategorilerinde yapıldığı, ardından yakın bir alan olarak robotiğin takip ettiği görülmektedir. İngilizce literatürde yapılan çalışmaların konu çeşitliliğinin daha geniş yayımlı olduğu tespit edilmiştir. Bilgi işlemsel düşünme ile doğrudan ilişkilendirilen alanlar dışında dil bilimleri ve disiplinler arası çalışmaların, yapay zekâ, STEM, tersine mühendislik gibi konuları da ilkökul düzeyinde çalışıldığı ifade edilebilir.

Araştırma kapsamında derlenen çalışmalarda benimsenen araştırma yöntemleri ve veri toplama araçları incelenerek sonuçlar Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.**

*Araştırma Yaklaşımları ve Kullanılan Veri Toplama Araçları*

Veri Toplama Araçları	Yaklaşım				Toplam (f)
	Nicel (f)	Nitel (f)	Karma (f)	Belirtilmeyen (f)	
Ölçek	5	-	2	-	7
ÖnTest-SonTest	5	-	6	-	11
Görüşme	-	2	-	-	2
Doküman incelemesi	4	3	-	-	7
Gözlem	-	3	-	-	3
Belirtilmeyen	-	-	-	2	2
Toplam	14	8	8	2	32

Tablo 6’ya göre derlenen çalışmalarda en çok nicel araştırma yaklaşımının kullanıldığı, nitel ve karma yaklaşımların kullanımının eşit olduğu görülmektedir. Veri toplama araçlarına bakıldığında ağırlıklı olarak öntest-sontest kullanımının tercih edildiği, daha sonra ölçeklere ve doküman incelemesine dayalı olarak veri toplandığı söylenebilir. Bunların yanı sıra görüşme ve gözle yoluyla da veriler toplanmıştır.

Derlenen çalışmalarda çalışılan konular ve elde edilen bulgular incelenmiştir. Benzer nitelikteki çalışmalar gruplanarak bilgi işlemsel düşünme becerilerinin ilkökul düzeyindeki araştırmalara yansımaya şekline ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Bilgi işlemsel düşünmenin eğitimin her kademesinde artan önemiyle birlikte, geçerli ve güvenilir değerlendirmeler yapmanın önemine vurgu yapan çalışmalar bu konuyla ilgili ilkökul düzeyinde eksiklikler olduğu ortaya konmuştur. Farklı araştırmacılar tarafından bu ihtiyaca yönelik olarak özellikle 7-9 yaş aralığındaki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini ve alt boyutlarını belirlemeye yönelik ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmaları yürütülmüştür (Alkıs Küçükaydn & Akkanat, 2022; Chiazese vd., 2019; El-Hamamsy vd., 2022a; El-Hamamsy vd., 2022b; Yıldırım & Uluyol, 2023).

Bilgi işlemsel düşünme kavramının yola çıkış noktası ve çağrışım alanı olarak programlama, robotik ve bilişim teknolojileri alanlarıyla ilişkilendirilmiş çalışmalar,

taranan makalelerin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde sınıfta yapılan bilgisayarsız kodlama aktiviteleri, öğretmen eğitimleri, ders tasarımları gibi başlıklarda çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

Bilgisayarsız ve bilgisayarlı kodlama etkinlikleri yoluyla öğrencilere bilgi işlemsel düşünme becerilerini kazandırmanın hedeflendiği çalışmalarda öğrencilerin problem çözme ve bilgileri gerçek yaşama transfer edebilme becerilerinde artış olduğu (Akçay vd., 2019); blok tabanlı kodlama araçlarının akademik başarı, tutum ve bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerinde pozitif yönde etkiye sahip olduğu (Gürbüz Türk & Yılmaz Tanataş, 2024) ortaya konmuştur. Bir başka çalışmada python programlama kursu verilen öğrencilere öntest ve sontest olarak yaratıcılık, işbirliği, algoritmik düşünme, problem çözme ve eleştirel düşünme alt boyutlarını kapsayan bir bilgi işlemsel düşünme testi uygulanmış ve özellikle yaratıcılık, eleştirel düşünme, algoritmik düşünme ve problem çözme alanlarında belirgin gelişmeler olduğu tespit edilmiştir (Choi & Choi, 2024). Bilgisayarsız kodlama etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi incelenmiş ve bu noktada cinsiyet, bilgisayara sahip olma, günlük bilgisayar kullanımı ve evde internet erişimi gibi sosyo-demografik özelliklerle etkileşimi ele alınmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, bilgisayarsız kodlama etkinliklerine katılan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin ve özellikle de algoritmik tasarım, soyutlama, değerlendirme, ayırıştırma ve genelleme becerilerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği ortaya konmuştur. Çalışma ayrıca, ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin sosyo-demografik özellikleriyle ilişkili olmadığını göstermiştir. Öğrencilerin işbirliği ve iletişim becerileriyle de pozitif korelasyon gösteren etkinliklerin ilkökulda uygulamalarının artırılması önerilmiştir (Dağ vd., 2023).

Daha kısıtlı imkânlarla sahip bölgelerde bilgi işlemsel düşünmenin öğrenciler üzerindeki etkisinin incelendiği araştırmalar da bulunmaktadır. Namibya'daki bir yatılı okulda programlama becerisi olmayan öğrencilere yönelik olarak düzenlenen eğitsel robotik atölyesinin hem bilgi işlemsel hem de tasarımsal düşünme becerilerini geliştirmeye etkisi incelenmiş ve bu konuda yararlı olduğuna ilişkin sonuçlar elde edilmiştir (Shipepe vd., 2022). Benzer nitelikteki bir başka çalışmada Peru'nun Huancavelica bölgesinde 6-13 yaş aralığındaki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek için uygulanan müdahale çalışmasında diziler, döngüler, olaylar, paralellik, koşullular, operatörler ve veri manipülasyonu gibi bilgi işlemsel düşünmeyle ilişkili kavramlar üzerinden değerlendirme yapılmış ve öğrencilerin daha fazla etkileşim, bağlantı ve programlama özelliklerine sahip robotları tercih ettikleri ortaya konmuştur (Paucar-Curasma vd., 2022).

Sınıf öğretmenlerinin bilgi işlemsel düşünme konusunda eğitim imkanlarının ve öğretim materyali kaynaklarının sınırlı olduğu, özellikle ulusal alanyazında bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili ilkökul düzeyinde veya sınıf öğretmenlerini konu alan araştırmaların çok az sayıda olduğu belirlenmiştir (Cücü & Dağ, 2023). İrlanda'daki

ilkokul öğretmenlerinin bilgi işlemsel düşünmeyi derslerine entegre etmede kullanacakları kaynakların oluşturulması ve öğretmenlere yönelik hizmet öncesi ve hizmet içi eğitim çalışmalarının tasarlanması sürecinin anlatıldığı çalışma, bu ihtiyacın gerekliliğini kesin bir biçimde ortaya koymuştur. Bu süreçte akademisyenlerin ve öğretmenlerin birlikte çalışarak ders planlarının ve ilkökul için BİD materyallerinin oluşturulmasında ortaklaşa bir yaklaşım benimsemenin değerine vurgu yapılmıştır (Lehtimäki vd., 2022). Bir diğer çalışmada ilkökul öğretmenlerinin bilgi işlemsel düşünme kavramlarını ve becerilerini öğrencilere gelişim aşamalarına uygun olarak etkili bir şekilde sunmaları için uygun bir pedagoji olarak Piaget'nin 3C modeli (Context, Capability, Computation) önerilmekte ve bu modelin ilkökul öğretmenlerine, bağlamından uzaklaştırılmış ve yüzeysel öğrenmeden ziyade, ilgi çekici, yaşa uygun bir öğretim yöntemi sunduğu ifade edilmektedir (Martin vd., 2024). Bilgi işlemsel düşünme becerileri bağlamında öğretmenlerin mesleki yeterliliklerini geliştirmeye odaklanan bir başka çalışma ise okul öncesi ve ilkökul öğretmenlerine yönelik çevrimiçi kurs geliştirme süreçleri ele alınmıştır (Amante vd., 2023).

Disiplinlerarası bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitiminin, ilkökul öğretmenlerinin bu alandaki becerilerine ilişkin algılarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Gerçekleştirilen eğitim uygulamasında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin temel kavramları ve alt becerileri teorik ve uygulamalı olarak ele alınmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, uygulanan eğitimin ilkökul öğretmenlerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin algıları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu ortaya konmuştur (Çimsir vd., 2024).

İlkokulda bilgi işlemsel düşünme öğretiminin dünya çapındaki trendlerini ve ilkökul öğretmenlerinin bilgi işlemsel düşünme anlayışını incelemek amacıyla 52 ülkeyi kapsayan bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin derslere entegrasyonun büyük ölçüde öğretmenlerin yetkinliğine ve müfredat esnekliğine bağlı olduğu, ilkökul düzeyinde bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili bir müfredat uygulayan ya da böyle bir müfredatın geliştirilmekte olduğu ülkelerde bile, sınıf öğretmeni eğitimi programlarındaki eğitimin çoğunlukla dijital okuryazarlıkla sınırlı olduğu ve ayrıca öğretmen adaylarının eğitim düzeylerinin aynı ülke içinde bile üniversiteden üniversiteye farklılık gösterdiği gibi son derece çarpıcı sonuçlara ulaşılmıştır (Dagienė vd., 2022).

Litvanya merkezli bir oluşum olan Bebras.org (The Bebras International Challenge on Informatics and Computational Thinking) üzerinden erişilebilen etkinliklerin bilgi işlemsel düşünmeyi geliştirdiği düşünülmektedir ve buna ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamdaki bir çalışmada robotik laboratuvar çalışmalarının ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine katkısı değerlendirilmiştir. Bu amaçla Bebras etkinlikleri kullanılmıştır. Sonuç olarak Bebras etkinlikleri içeren laboratuvar çalışmalarının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini öğrenmeleri üzerinde olumlu bir etki yaratabileceği, ayrıca çalışmanın

üçüncü sınıf öğrencileri üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (Chiazzese vd., 2019). Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğretmenler tarafından anlaşılması ve bu şekilde öğrencilerine yönelik dersler tasarlayabilmelerine imkân sağlamak amacıyla Code.org ve Bebras materyallerinden destek alarak 3 ve 4. sınıflara yönelik fen öğretimine entegre edilmiş eğitim içerikleri hazırlanmıştır. Bu eğitim içeriklerinin uygulanması sırasında da öğrenciler rastgele olarak öz-düzenleme ve rehberli öğrenme gruplarına ayrılmıştır. Sonuç olarak, öz-düzenleme grubu, akran tartışmalarına daha fazla zaman ayırmış ve rehberli öğrenme grubuna göre daha iyi öğrenme çıktıklarına sahip olmuştur (Chen vd., 2023). Bilgi işlemsel düşünmeye dayalı çalışmaların ilkökul düzeyinde yeterince yapılmadığı iddiasıyla yürütülen bir başka çalışmada ise Bebras uygulamalarından önce ve sonra öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerindeki değişimler incelenmiş ve belirgin bir fark ortaya çıktığı belirtilmiştir (Zapata-Cáceres vd., 2024).

Çin’de zorunlu eğitim müfredatına bilgi işlemsel düşünmenin kavram, uygulama ve perspektif olarak yerleştirilmesi yoluyla, öğrencilerin bağlantı kurma, sorgulama ve ifade yeteneklerinin gelişmesi ile bilgi işlemsel kimlik oluşumunun teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca hizmet edebilmesi için yapay zekâ ve disiplinler arası bir birleşim oluşturmayı amaçlayan tasarımı tabanlı bir STEM + AI öğretim modeli önerilmiştir. STEM + AI öğretim modelinin uygulanmasının ilkökul öğrencilerinin ifade ve sorgulama yeteneğini önemli ölçüde geliştirdiği, bilgi işlemsel kimlik oluşumuna katkı sağladığı ancak bağlantı kurma yeteneğini geliştirmede anlamlı bir rolü olmadığı gösterilmiştir (Li vd., 2023). Yine Çin’de gerçekleştirilen bir başka çalışmada da ilkökul öğrencilerine yönelik bilgi işlemsel düşünme eğitimi üzerine 2012’den 2023’e kadar yapılan akademik çalışmalar yapay zekâ yazılımlarıyla analiz edilmiş, mevcut durum ve eğilimler belirlenmiştir (Chen vd., 2024).

STEM öğrenme etkinliklerinde kullanılan tersine mühendislik pedagojisinin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmada tersine mühendislik pedagojisinin, öğrencilerin işbirliğini, algoritmik düşünmeyi, yaratıcılığı ve problem çözme geliştirme yönleri sebebiyle bilgi işlemsel düşünme becerilerini de geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır (Liu vd., 2023). Erken yaşlarda STEM öğrenimine yönelik tutumları etkileyen değişkenleri anlamak amacıyla yürütülen bir diğer çalışmanın sonucunda ilkökul öğrencilerinin STEM öğrenme tutumlarının ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin iyi uyum indeksleri gösterdiği ortaya konmuştur (Alkış Küçükaydın vd., 2024)

### **Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Bilgi işlemsel düşünme, mantık becerilerini temel bilgisayar bilimi kavramlarıyla birleştiren bir problem çözme yaklaşımıdır (Qualls & Sherrell, 2010). Bu problem çözme yaklaşımının temelleri Papert (1996) tarafından atılsa da ilk operasyonel tanımı 2006 yılında Wing tarafından ortaya konmuştur. Bilgi işlemsel düşünme, bir düşünme biçimi olarak Wing’in (2006) de belirttiği gibi “sadece bilgisayar bilimcilerinin değil,

toplumun her kesimindeki bireylerin öğrenmek ve kullanmak isteyeceği evrensel bir tutum ve beceri setidir”. Tanım üzerindeki ortak görüş bunun yeni becerilere adaptasyon için gerekli bir problem çözme yaklaşımı olduğudur. Buradan hareketle eğitimin her alanına aktarılabilir bir beceri olmasının yanı sıra, kullanım alanları düşünüldüğünde daha geniş hale gelmiştir (Mannila vd, 2014). Selby ve Woollard’a (2013) göre, ortak ve kapsamlı bir tanımda hemfikir olunması, bilgi işlemsel düşünmenin sadece öğretmenlerin bireysel inisiyatifine bağlı olarak kullanılabilir olacak ilgi çekici bir etkinlik örnekleri koleksiyonu haline gelmesinin önüne geçebilir ve bu kavramın eğitim uygulamalarına sistemli bir biçimde entegrasyonunu kolaylaştırır.

Bilgi işlemsel düşünme; bireylerin teknoloji toplumunda başarıya ulaşabilmelerine ve farklı disiplinlerde sorgulayıcı bakış açısının desteklenmesine önemli katkı sunan, geniş spektrumda uygulanabilir bir yeterlilik alanıdır (Yadav vd., 2017). Kavramın ortaya çıkışından günümüze kadar pek çok farklı disiplinle ilişkilendirilerek araştırmalar yapılmış, özellikle eğitimde kullanımına ilişkin deneysel uygulamalara yer verilmiştir. İncelenen araştırmaların vardığı ortak sonuç, bir problem çözme yöntemi olarak bilgi işlemsel düşünmenin farklı disiplinlerde öğrenme süreçlerine olumlu katkı sağladığı yönündedir.

Bilgi işlemsel düşünme becerisi ortaya çıkış bakımından programlama ile ilişkilidir Programlama ise, okullarda doğrudan bilişim ve programlama öğretimin yanı sıra farklı amaçları karşılamada da rol oynamaktadır. Bir okuryazarlık biçimi, kendini ifade etme ve sosyal katılım veya yaratıcılığı geliştirme aracı (Brennan & Resnick, 2012; Kafai & Burke, 2013; Resnick vd, 2009; Vee, 2013) olarak da kullanılan programlamanın, ele alınış biçimi araştırmacılar arasında tartışmalara sebep olmaktadır. Araştırmacılar, programlamanın geleneksel birtakım problemlerin çözümü için bilgisayara komutlar vermeyi öğrenmek şeklinde ele alınıyorsa işe yarar bir beceri olmadığı kanaatinde (Boyatt vd., 2014; Fincher, 1999; Mannila vd., 2014). Ancak bilgi işlemsel düşünmenin önemli bileşenleri aracılığıyla çok yönlü bir problem çözme sürecine dönüştürülmesi, eğitimde programlama öğretimini daha işe yarar kılacaktır (Mannila vd., 2014). Bilgi işlemsel düşünme bağlamında, programlama, bireysel bir eylemden ziyade, öğrencilerin kendi toplumlarında tam katılımcılar olmak için ortak bir uygulama olarak ele alınabilir (Kafai & Burke, 2013). Eğitimde Geleceğe Bakış Raporu’nda da (MEB, 2023), bilgi işlemsel düşünme becerisinin, programlama ve beraberindeki teknik becerilerin gölgesinde kalmasının eğitim uygulamaları açısından bir risk olduğu ifade edilmiştir. Denning’e (2009) göre, bilgi işlemsel düşünme, programlama değil, problem çözmek için teknolojiyi kullanmanın bir yoludur. Başka bir deyişle, bilgi işlemsel düşünme programlama için çok önemlidir ve sadece bilgisayar bilimleriyle sınırlanamayacak kadar geniş bir kapsama sahiptir. Yadav vd. (2017), bu görüşü destekleyici şekilde, bilgi işlemsel düşünmenin, bilgisayar bilimlerinin temel kavramlarına dayanmakla birlikte, diğer tüm disiplinlerde de geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu ifade etmiştir.

ISTE (2015), bilgi işlemsel düşünmenin tüm öğrenciler için geçerli temel bir okuryazarlık becerisi olduğunu ve programlama, veri bilimi ve makine öğrenimi gibi alanların temelini oluştursa da diğer disiplinlerin de öğrencilerini geliştirmek için bu düşünme becerisini kullanmaya ihtiyacı olduğunu savunmaktadır. Programlama öğretiminde temel amaç öğrencileri bilgisayar bilimiyle ilgili işler yapmaya teşvik etmekten ziyade, çok daha geniş bir perspektif sunmak olmalıdır. CSTA (2011), bilgisayar bilimi eğitiminin öğrencilerin sistemli düşünme becerilerini geliştirmedeki önemine vurgu yapmaktadır.

Bilgi işlemsel düşünmenin bileşenleri özellikle soyut problem durumlarının ele alındığı matematik, fen, fizik, sosyal bilimler, dil bilimleri gibi derslerde ve STEM uygulamalarında problem çözme becerisi olarak kullanılmaya çok elverişlidir (Barr & Stephenson, 2011; Galiç & Yıldız, 2021; Moreno-León vd., 2016; Shute, vd. 2017). Eğitimde karşılaşılan karmaşık ve soyut problemlerin öncelikle çözülebilir daha basit parçalara ayrıştırılması, küçük parçalara ayrılan problemin çözüm için önemli bileşenlerinin belirlenmesi, bu küçük problemlerin çözümüne yönelik sistematik bir yöntem kullanılması, kullanılan yöntemin etkililiğinin değerlendirilmesi ve bir referans olarak kullanılmak üzere genellenmesi pek çok disipline ait eğitsel problem durumları göz önüne alındığında, işleyen bir mekanizma olarak kullanılabilir. Buradan hareketle bilgi işlemsel düşünmenin bileşenlerinin de hizmet ettiği beceriler olarak; bilgiye erişmek, bilgiyi kullanmak ve bilgiyi yeni durumlara aktarmak büyük önem taşımaktadır (Thornhill-Miller vd., 2023).

Bilgi işlemsel düşünme, eğitimciler tarafından öğrenciler için daha erişilebilir hale getirilmelidir, bu süreci hızlandırmak amacıyla ise; (1) bilgisayar kullanmayan öğrenciler bilgisayar konusunda ne biliyor?, (2) neleri öğrenirken zorlanıyorlar?, (3) ne tür araçların kullanılması bilgi işlemsel düşünmeyi öğrenciler için daha erişilebilir hale getirebilir?, ve (4) bilgisayar kullanımını geniş bir öğrenci kitlesi için erişilebilir kılmak amacıyla derslerimizi nasıl düzenlemeli ve yapılandırmalıyız?, sorularının açıklığa kavuşturulması gerekmektedir (Guzdial, 2008).

Bilgi işlemsel düşünmenin okullardaki öğretim programıyla bütünleştirilmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yürütüldüğü görülmektedir. Bu çalışmaların farklı ülkelerde farklı ölçülerde yankıları olabilmektedir. Kimi ülkeler daha geniş çaplı katılımı bilgi işlemsel düşünmenin entegrasyonuna kapı açarken, kimi ülkeler için bu durum henüz başlangıç seviyesindedir. Öncelikle bu düşünme biçiminin öğretmenler tarafından sınıflarda uygulanabilecek düzeyde öğrenilmesine yoğunlaşılmalıdır. Yadav vd. (2014), öğretmen eğitimi programlarına eklenecek bir haftalık bilgi işlemsel düşünme modülünün, öğretmen adaylarının yeterliliklerini geliştirmelerine önemli ölçüde katkı sunacağını ortaya koymuştur. Barr ve Stephenson (2011) ise, öğrencilerin birçoğunun ilerleyen yıllarda bilgi işlemsel düşünme biçiminden etkilenen alanlarda çalışacağı düşünüldüğünde bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğretim programlarında ve eğitim uygulamalarındaki yerinin kritik öneme sahip olduğunu vurgulamıştır. Avustralya Müfredat, Değerlendirme ve



Raporlama Kurumu (ACARA), ulusal müfredatın amaçlarından biri olarak, ilkökul düzeyinde bilgi işlemsel düşünme eğitimi verilmesini belirlemiştir. Bu sayede öğrencilerin bağlamsal olarak özgün problemlere dijital çözümler tanımlamak, tasarlamak ve uygulamak konularında gelişim göstereceklerdir (ACARA, 2023). Bilgi işlemsel düşünme becerisinin eğitime entegrasyonu ile ilgili olarak özellikle ABD ve Birleşik Krallık'ta geniş çaplı çalışmalar yürütülmektedir. ISTE, CSTA, code.org, bebras.org gibi topluluklar bilgisayar biliminin bir düşünme biçimi olarak farklı yaş grupları için eğitime adaptasyonuna yönelik çeşitli çalışmalar yapmakta ve etkinlikler düzenlemektedir. ISTE, öğrenciler, öğretmenler ve yöneticiler için yenilikçi ve etkili eğitimde teknolojinin kullanımına yardımcı olmak için bazı standartlar geliştirmiştir. Bu standartlar öğrencilerin öğrenmesine ilham veren, yenilikçi öğretim yöntemlerini teşvik eden ve sorumlu dijital vatandaşlığı geliştiren yollardır, bu standartlardan biri bilgi işlemsel düşünür olmaktır (ISTE, 2023). CSTA, okul öncesinden itibaren tüm öğrencilerin bilgisayarı bir problem çözme ve kendini ifade etme aracı olarak kullanılabileceğini savunmaktadır ve buna yönelik öğretim programı önerileri ve atölye çalışmaları düzenlemektedir. Erken dönemlerde bu düşünme biçimini öğretmek için bilgisayarsız etkinliklerin kullanılması öne çıkmaktadır (CSTA, 2017). Araştırmacılar, erken yaşlarda bilgi işlemsel düşünme öğretiminde bilgisayara ihtiyaç duyulmadan, teknolojiden ve bir programlama dilinden bağımsız olarak hareket edilebileceğini savunmaktadır (Douadi vd., 2012; Futschek, 2006; Wong & Jiang, 2018). Bu bağlamda hareket eden code.org ve bebras.org gibi oluşumlar da dünya çapında faaliyet göstermekte ve bilgisayar biliminin herkes için erişilebilir olmasını sağlamayı hedeflemektedir. Code.org öğrencilerin bilgisayar bilimini öğrenmelerine fırsat sunmak amacıyla yaygın katılımı hedefleyen bir oluşum olarak Microsoft, Amazon, Google gibi dünyanın önde gelen teknoloji şirketleri tarafından da desteklenmektedir. Her yıl kod haftası etkinlikleriyle dünya genelinde etkinlikler düzenlenerek toplumların bu konudaki farkındalığın geliştirilmesine ve öğrencilerin bilgisayar bilimlerine yönelmesine teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Kale vd., 2023). Bebras.org (The Bebras International Challenge on Informatics and Computational Thinking) Litvanya merkezli bir oluşum olarak, Türkiye'nin de aralarında olduğu 57 ülkenin tam, 21 ülkenin ise geçici üye statüsünde katılım sağladığı, uluslararası düzeyde farklı yaş gruplarından öğrencilerin bilişim ve bilgi işlemsel düşünme konusunda teşvik edilmesini amaçlamaktadır (bebras.org, 2024).

Literatürden elde edilen bulgular ışığında yapılan çalışmaların konu alanı yelpazesinin genişletilmesi, ilkökul düzeyindeki uygulamalı çalışmaların artırılması, bilgi işlemsel düşünme becerilerini tespit etmeye yönelik ölçek geliştirme çalışmalarına da yoğunlaşılması öneri olarak sunulabilir. Alanda yapılan çalışmalara dayalı olarak öğretmenlerin bilgi işlemsel düşünmeye ilişkin kavramları derslerine dâhil etmeleri ve yeterlilikleri geliştirmeleri için buna özel bir ders saati ayırmak veya teknolojik destek sunmanın daha ötesinde, eğitim kaynakları, daha pratik örnekler ve öğretmen eğitimine odaklanmaya ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaçları karşılamak için

literatürde de desteklendiği şekliyle akademi ve saha işbirliği içinde uygulamaya dönük, kolay ulaşılabilir ve işlevsel eğitim materyallerinin geliştirilmesi sağlanabilir. Öğretmenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini öncelikle kendilerinin kavramaları ve daha sonra farklı derslere nasıl entegre edebileceklerini öğrenmeleriyle ilgili uygulamalı eğitimler planlanabilir. Bilgi işlemsel düşünmenin hem öğretmenler hem de öğrenciler için aktif bir düşünme becerisi haline gelmesi ve bu beceri odağında etkili çalışmaların yapılabilmesi eğitimde aktif katılımı pozitif olarak etkileyebilir.

### Çıkar Çatışması ve Etik Bildirimi

Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamakla birlikte araştırma ve yayın etiği kurallarına uyulmuştur.

### Kaynakça

- Acevedo-Borrega, J., Valverde-Berrocso, J., & Garrido-Arroyo, M. D. C. (2022). Computational thinking and educational technology: A scoping review of the literature. *Education Sciences*, 12(1), 39.
- Akçay, A. O., Karahan, E., & Türk, S. (2019). Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Odaklı Okul Sonrası Kodlama Sürecinde İlkokul Öğrencilerinin Deneyimlerinin İncelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 4(2), 38-50.
- Alkış Küçükaydın, M., & Akkanat, Ç. (2022). Adaptation into Turkish of the Computational Thinking Test for Primary School Students. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(6), 765-776.
- Alkış Küçükaydın, M., Çite, H., & Ulum, H. (2024). Modelling the relationships between STEM learning attitude, computational thinking, and 21st century skills in primary school. *Education and Information Technologies*, 29, 16641–16659 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12492-7>
- Amante, L., Souza, E. B., Quintas-Mendes, A., & Miranda-Pinto, M. (2023). Designing a MOOC on Computational Thinking, Programming and Robotics for Early Childhood Educators and Primary School Teachers: A Pilot Test Evaluation. *Education Sciences*, 13(9), 863. <https://doi.org/10.3390/educsci13090863>
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA) (2023). Version 9 Australian curriculum: technologies. <https://v9.australiancurriculum.edu.au/teacher-resources/understand-this-learning-area/technologies#technologies>
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- 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. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bebras.org. (2024). *Computational Thinking*. <https://www.bebras.org/documents.html> adresinden 1 Eylül 2024 tarihinde alındı.

- Boyatt, R., Beynon, M., & Beynon, M. (2014). Ghosts of programming past, present and yet to come. In B. du Boulay and J. Good (Eds.), *Proceedings of the 25th Annual Workshop of the Psychology of Programming Interest Group -PPIG*, pp. 171-182.
- 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*, 1–25.
- Cabrera, L. (2019). Teacher preconceptions of computational thinking: A systematic literature review. *Journal of Technology and Teacher Education*, 27(3), 305-333.
- Chen, C. Y., Su, S. W., Lin, Y. Z., & Sun, C. T. (2023). The Effect of Time Management and Help-Seeking in Self-Regulation-Based Computational Thinking Learning in Taiwanese Primary School Students. *Sustainability*, 15(16), 12494.
- Chen, M., Xu, J., & Wang, Y. (2024, June). Current Situation and Trend of Computational Thinking Research of Primary School Students in Recent Ten Years in China: An Analysis Based on Visualization Software. In *Proceedings of the 2024 9th International Conference on Distance Education and Learning* (pp. 301-307).
- Chen, R. and Lai, Y. (2024) An Empirical Study on the Cultivation of College Students' Computational Thinking in the Context of Deep Learning. *Creative Education*, 15, 2212-2223. <https://doi.org/10.4236/ce.2024.1510135>
- Chiassese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019, October). Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the Bebras tasks. *Informatics*. Vol. 6, No. 4, p. 43.
- Choi, W. C., & Choi, I. C. (2024, April). The Influence of CodeCombat on Computational Thinking in Python Programming Learning at Primary School. In *Proceedings of the 2024 5th International Conference on Education Development and Studies* (pp. 26-32).
- CSTA (2017). *CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017*. <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/2593249> adresinden 24 Haziran 2024 tarihinde alındı
- Cücü, H., & Dağ, F. (2023). Sınıf Öğretmenleri Açısından Bilgi İşlemsel Düşünme ve Kodlama Öğretiminin Kapsamının Belirlenmesine Yönelik Bir İnceleme. *Milli Eğitim Dergisi*, 52(239), 1807-1844. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1148733>
- Çimsir, S., Kalelioglu, F., & Gülbahar, Y. (2024). Perceptions of Primary School Teachers on Interdisciplinary Computational Thinking Skills Training. *Informatics in Education*, 23(3), 507-524.
- Dagienė, V., Jevsikova, T., Stupurienė, G., & Juškevičienė, A. (2022). Teaching computational thinking in primary schools: Worldwide trends and teachers' attitudes. *Computer Science and Information Systems*, 19(1), 1-24.
- Dağ, F., Şumuer, E., & Durdu, L. (2023). The effect of an unplugged coding course on primary school students' improvement in their computational thinking skills. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(6), 1902-1918.
- Denning, P. J. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28-30.
- Douadi, B., Tahar, B., & Hamid, S. (2012). Smart edutainment game for algorithmic thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 31, 454–458.
- El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Marcelino, P., Bruno, B., Dehler Zufferey, J., Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2022a). Comparing the psychometric properties of two primary school Computational Thinking (CT) assessments for grades 3 and 4: The Beginners' CT test (BCTt) and the competent CT test (cCTt). *Frontiers in Psychology*, 13, 1082659.
- El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Barroso, E. M., Mondada, F., Zufferey, J. D., & Bruno, B. (2022b). The competent computational thinking test: Development and validation of an

- unplugged computational thinking test for upper primary school. *Journal of Educational Computing Research*, 60(7), 1818-1866.
- Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2021). Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 12-28.
- Fincher, S. (1999, November). What are we doing when we teach programming? In FIE'99 Frontiers in Education. [Conference session], *29th Annual Frontiers in Education Conference. Designing the Future of Science and Engineering Education. Conference Proceedings* (IEEE Cat. No. 99CH37011 (Vol. 1, pp. 12A4-1). IEEE.
- Furber, S. (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. Technical report, The Royal Society, London.
- Futschek, G. (2006, November). Algorithmic thinking: the key for understanding computer science. [Conference session]. In *International Conference on Informatics in Secondary Schools-Evolution and Perspectives* (pp. 159-168). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Galiç, S., & Yıldız, B. (2021, Mayıs). Matematik Dersinde Merak Duvarı Kullanımı ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Etkisi. [Bildiri özeti]. 2. *Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu*, İzmir, Türkiye.
- Grover, S. & Pea, R. D. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Guzdial, M. (2008). Education paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 51(8), 25-27. <https://doi.org/10.1145/1378704.1378713>
- Guzdial, M. (2011, June). Technology for teaching the rest of us. [Conference session]. In *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education* (pp. 2-2). <https://doi.org/10.1145/1999747.1999750>
- Gürbüzürk, O., & Yılmaz Tanataş, D. (2024). Blok Tabanlı Kodlama Araçlarının Akademik Başarı, Tutum ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Etkisi: Meta-Analiz Çalışması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(21), 58-79. <https://doi.org/10.29129/inujse.1425193>
- Hemmeninger, D. (2010). A plea for modesty. *Acm Inroads*, 1(2), 4-7.
- Hu, C. (2011). Computational thinking: what it might mean and what we might do about it. *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. Darmstadt, Germany.
- ISTE. (2011). *Operational Definition for Computational Thinking*. <https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/CompThinkingFlyer.pdf> adresinden 29 Mart 2024 tarihinde alındı.
- ISTE (2015). *Computational thinking leadership toolkit (First Edition)*. <https://cdn.iste.org/www-root/ct-documents/ct-leadership-toolkit.pdf?sfvrsn=4> adresinden 25 Kasım 2023 tarihinde alındı.
- ISTE. (2023). *What Are the ISTE Standards? Why Are They Important?* <https://afaeducation.org/blog/what-are-the-iste-standards-why-are-they-important/> adresinden 24 Şubat 2024 tarihinde alındı.
- Jankowitz, A.D. (2005). *Business Research Projects* (4th edition), London: Thompson.
- Jesson, J., Matheson, L., & Lacey, F. M. (2011). *Doing your literature review: Traditional and systematic techniques*. Sage.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013, March). The social turn in K-12 programming: moving from computational thinking to computational participation. [Conference session]. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on computer science education* (pp. 603-608). <https://doi.org/10.1145/2445196.2445373>

- Kale, U., Yuan, J., & Roy, A. (2023). Thinking processes in code. org: A relational analysis approach to computational thinking. *Computer Science Education*, 33 (4), 545-566. <https://doi.org/10.1080/08993408.2022.2145549>
- 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.
- 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 <https://doi.org/10.1145/1929887.192990>
- Lehtimäki, T., Monahan, R., Mooney, A., Casey, K., & Naughton, T. J. (2022, July). Bebras-inspired computational thinking primary school resources co-created by computer science academics and teachers. In *Proceedings of the 27th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* Vol. 1 (pp. 207-213).
- Li, X., Xiang, H., Zhou, X., & Jing, H. (2023, June). An empirical study on designing STEM+ AI teaching to cultivate primary school students' computational thinking perspective. In *Proceedings of the 2023 8th International Conference on Distance Education and Learning* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.1145/3606094.3606130>
- Liu, X., Wang, X., Xu, K., & Hu, X. (2023). Effect of Reverse Engineering Pedagogy on Primary School Students' Computational Thinking Skills in STEM Learning Activities. *Journal of Intelligence*, 11(2), 36.
- Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, & L., Settle, A. (2014). Computational thinking in K-9 education. In: *Proceedings of the Working Group Reports of the 2014 on Innovation & Technology in Computer Science Education Conference*, ITiCSE-WGR, 1–29. ACM, New York. <https://doi.org/10.1145/2713609.271361>
- Martin, D. A., Curtis, P., & Redmond, P. (2024). Primary school students' perceptions and developed artefacts and language from learning coding and computational thinking using the 3C model. *Journal of Computer Assisted Learning*. 40(4), 1616-1631.
- MEB (2023). *Cumhuriyetin 100. yılı: Eğitimde geleceğe bakış raporu*. <https://ttkbyayin.meb.gov.tr/yayin/174> adresinden 8 Ağustos 2023 tarihinde alındı.
- Merino-Armero, J. M., González-Calero, J. A., Cózar-Gutiérrez, R., & del Olmo-Muñoz, J. (2022). Unplugged activities in cross-curricular teaching: Effect on sixth graders' computational thinking and learning outcomes. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(2), 13.
- Mishra, P., & Henriksen, D. (2013). A new approach to defining and measuring creativity: Rethinking technology & creativity in the 21st century. *TechTrends*, 57(5), 10.
- Moreno-León, J., Robles G., & Román-González M. (2016). Comparing computational thinking development assessment scores with software complexity metrics. *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* 10(13):1040–1045. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2016.7474681>
- National Research Council (2011). *Report of a Workshop of Pedagogical Aspects of Computational Thinking*. [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=13170](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13170) adresinden 19 Mayıs 2024 tarihinde alındı
- Nouri, J., Zhang, L., Mannila, L., & Norén, E. (2020). Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9. *Education Inquiry*, 11(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844>
- Palts, T., & Pedaste, M. (2020). A model for developing computational thinking skills. *Informatics in Education*, 19(1), 113-128. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.06>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books. Inc.

- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123. <https://doi.org/10.1007/BF00191473>
- Paucar-Curasma, R., Villalba-Condori, K., Arias-Chavez, D., Le, N. T., Garcia-Tejada, G., & Frango-Silveira, I. (2022). Evaluation of Computational Thinking using four educational robots with primary school students in Peru. *Education in the Knowledge Society*, 23.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018). Extending the nomological network of computational thinking with non-cognitive factors. *Computers in Human Behavior*, 80, 441-459. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.030>
- 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.
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. *University of Southampton bpp*.
- Shipepe, A., Uwu-Khaeb, L., De Villiers, C., Jormanainen, I., & Sutinen, E. (2022). Co-learning computational and design thinking using educational robotics: A case of primary school learners in Namibia. *Sensors*, 22(21), 8169.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158 <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Swaid, S. I. (2015). Bringing computational thinking to STEM education. *Procedia Manufacturing*, 3, 3657-3662. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.761>
- Tengler, K., Kastner-Hauler, O., Sabitzer, B., & Lavicza, Z. (2021). The effect of robotics-based storytelling activities on primary school students' computational thinking. *Education Sciences*, 12(1), 10.
- Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J. M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., ... & Lubart, T. (2023). Creativity, critical thinking, communication, and collaboration: Assessment, certification, and promotion of 21st century skills for the future of work and education. *Journal of Intelligence*, 11(3), 54. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054>
- Vee, A. (2013). Understanding computer programming as a literacy. *Literacy in Composition Studies*, 1(2), 42-64. <https://doi.org/10.21623/1.1.2.4>
- 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.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society a: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366, 3717e3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Wing, J. M. (2011). Research Notebook: Computational thinking -what and why? *The Link Magazine*, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- Wong, G.K., & Jiang, S. (2018). Computational Thinking Education for Children: Algorithmic Thinking and Debugging. *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 328-334.
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267-282. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>



- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 5. <https://doi.org/10.1145/257687>
- Yadav, A., Good, J., Voogt, J., & Fisser, P. (2017). Computational thinking as an emerging competence domain. *Competence-based vocational and professional education: Bridging the worlds of work and education*, 1051-1067. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4_49)
- Yıldırım, E., & Uluyol, Ç. (2023). Developing computational thinking scale for primary school students and examining students' thinking levels according to different variables. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 8(1), 113-123.
- Zapata-Cáceres, M., Marcelino, P., El-Hamamsy, L., & Martín-Barroso, E. (2024). A Bebras Computational Thinking (ABC-Thinking) program for primary school: Evaluation using the competent computational thinking test. *Education and Information Technologies*, 29(12), 14969-14998. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12441-w>
- Zhang, L., & Nouri, J. (2019). A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9. *Computers & Education*, 141, 103607. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>
- Zhong, B., & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 79-101. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>

### Extended Abstract

In today's digital age, technology has greatly impacted the way we learn and has become an integral part of education. As a result, students now not only need to learn how to use technology, but also understand how it works and its impact on society. This shift in learning has led to an increased focus on computational thinking, a concept that has been extensively studied by researchers in recent years. It is generally accepted as a definition computational thinking encompasses a broad range of skills that go beyond basic computer literacy, programming, and coding. Researchers emphasize the need for a clear definition, particularly in the field of education. While there is ongoing debate about the exact definition of computational thinking, most studies agree that it refers to a multifaceted skill set that extends beyond basic computer literacy and programming skills. Although some researchers argue that a precise definition for computational thinking is not necessary, there is a consensus that professionals in the field of education should have a clear understanding of this concept. This understanding is important for educators to effectively integrate computational thinking into their teaching practices. The ability to think computationally is seen as a crucial skill for students in order to navigate the digital world and solve complex problems. The components of the computational thinking skill set can be taught in various ways and within different subjects. This transversal skill set includes critical thinking, problem-solving, algorithmic thinking, abstraction, and creativity. These skills empower students to analyze and break down complex problems, develop step-by-step solutions, and think beyond surface-level understanding. Computational thinking is not limited to coding and programming, as it encompasses a broader perspective that encourages logical reasoning and systematic

thinking. It goes beyond traditional computer skills and programming knowledge, encouraging students to think analytically, creatively, and critically. Educators play a crucial role in equipping students with computational thinking skills, enabling them to thrive in an increasingly technology-driven world.

This study aims to explore the development of computational thinking through a traditional review method, which involves synthesizing existing knowledge from published studies. The traditional review method involves identifying and critically analyzing published studies to gain a better understanding of a particular field. In this case, the researchers compiled qualitative and quantitative studies on the definition of computational thinking and its use in education. This method allows for a comprehensive theoretical perspective on the concept's development.

The concept of computational thinking was first mentioned by Papert in 1996, but without a detailed definition. As the director of the MIT Artificial Intelligence Laboratory, Papert focused on the use of computers and software to solve geometry problems. His work has contributed to the development of artificial intelligence and educational technologies. It is defined by Jeannette Wing in 2006 as “the process of solving problems, designing systems, and understanding human behavior using concepts based on computer science”. The findings contribute to the theoretical perspective on computational thinking and offer valuable insights for educators and researchers in the field of technology and education. Researchers argue that understanding the relationship between computational thinking's core components and accompanying competencies is more important for educational purposes. The CSTA and ISTE have provided operational definitions and standards for computational thinking. Different researchers have proposed various components of computational thinking. However, there are common points that emerge when studying the definitions and classifications put forward by these researchers. Some researchers have provided detailed explanations for these components, while others have grouped them under more general terms. This article focuses on the commonalities found in these studies and discusses the components of decomposition, abstraction, algorithm generation, and evaluation-debugging. Decomposition or partitioning involves breaking down complex problems into smaller, more manageable parts. Abstraction focuses on identifying and using the essential properties of a problem or system. Algorithm generation refers to developing step-by-step instructions to solve a problem. Evaluation-debugging involves testing and refining solutions to ensure they produce the desired outcomes. Understanding these components is important for fostering computational thinking skills in educational settings. Integrating computational thinking into education can help students develop critical thinking skills, problem-solving abilities, and a deeper understanding of technology. It encourages a mindset of exploration, experimentation, and persistence. By incorporating computational thinking into the curriculum, students can gain valuable skills that will prepare them for the future workforce, regardless of their career path, can develop important skills that will benefit them in various areas of their



lives, not just in computer science. To promote computational thinking skills, many countries have implemented educational programs aimed at cultivating this skillset among students. These programs have been designed to equip students with the necessary computational thinking capabilities to thrive in the digital age. By integrating computational thinking into the curriculum, educational institutions can prepare students for future careers and foster their problem-solving skills. With the implementation of educational programs focused on computational thinking, countries are actively preparing students to succeed in an increasingly digital world.

However, for computational thinking to be accessible to students, educators need to address certain challenges. Firstly, educators should assess students' knowledge and understanding of computers, especially those who have limited experience or lack access to computers. Understanding the baseline knowledge is crucial in designing effective instruction. Secondly, educators need to identify the specific difficulties that students encounter when learning computational thinking. This awareness can help educators develop targeted strategies and resources to support student learning. Thirdly, educators should explore tools and resources that can facilitate the learning of computational thinking. By utilizing appropriate technological tools, educators can enhance student engagement and understanding. Lastly, educators need to reconsider the organization and structure of their courses to ensure that computational thinking is accessible to a diverse range of students. This may involve adjusting curricula, instructional methods, and incorporating interdisciplinary approaches.