

# Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme ve Bütünleştirilmiş Alanlar Yaklaşımı (STEAM)

Kaan BATI\*, İlke ÇALIŞKAN\*\*, M. İkbal YETİŞİR\*\*\*

## Öz

Bu makale kapsamında, öncelikli olarak Bilgi İşlemsel Düşünme (computational thinking) Becerisi ele alınmış ve bu beceriyi temel noktalarından biri olarak ele alan STEM yaklaşımı ve bu yaklaşıma getirilen eleştirilerden doğan STEAM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Sanat-Matematik) yaklaşımı üzerinde durularak farklı ülkelerdeki eğitimcilerin bakış açıları incelenmeye çalışılmıştır. Makalenin sonunda ülkemizde ve dünyadaki alan yazın incelemelerinden hareketle fen eğitiminde STEAM ve Bilgi İşlemsel Düşünme'ye ilişkin gelecek araştırmalara ve uygulayıcılara öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** *Fen eğitimi, bilgi-işlemsel düşünme, STEM, STEAM*

## Computational Thinking and Integrative Education (STEAM) in Science Education

### Abstract

Within the scope of this article, primarily, Computational Thinking, STEM approach which emphasizes computational thinking as one of the basic points and the STEAM (Science-Technology- Engineering, Arts and Mathematics) approach which rose from critics of STEM are addressed with an emphasis on different perspectives in different countries. At the end of the article, in light of the literature in our country and across the world, some suggestions are presented for future research upon STEAM and Computational Thinking.

**Keywords:** *Tscience education, computational thinking, STEM, STEAM*

### Giriş

Bireylere nasıl bir eğitim ortamı sunmamız gerektiği ve eğitim aracılığıyla kazandırılması amaçlanan özellikler, yaşanan dönemin ihtiyaçlarına göre farklılıklar göstermiştir. Günümüzde, bireylerden kendi öğrenme sorumluluklarını alma, düşünme, sorgulama, öğrendiklerini beceriye dönüştürüp günlük yaşam durumlarına uyarlama, olayları analiz etme, özgün bağlantılar kurma, sonuçları bilimsel veriler ışığında yorumlama, işbirliği yapma, teknolojinin imkânlarını amaca uygun ve etkin olarak kullanma gibi etkileşimli becerilere sahip olmaları beklenmektedir. İçerisinde yaratıcılık ve entelektüel merak, eleştirel düşünme, bilgi ve medya

okuryazarlığı, işbirliği, problemi tanımlama, çözümlenme, öz yönelim, girişimcilik, esneklik, kültürlerarası etkileşim, sosyal sorumluluk boyutlarının bulunduğu beceriler, eğitim bilimciler tarafından 21. yüzyıl becerileri olarak tanımlanmaktadır. (Ananiadou, Claro, 2009; Rotherham, Willingham, 2010). Bu dönemde ön plana çıkan bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, iletişim ve teknoloji okuryazarlığı kavramları ülkemizde hazırlanan öğretim programlarında da hâkimiyet kazanmış, bu bağlamda 2005 Fen ve Teknoloji ve 2013 Fen Bilimleri öğretim programlarının vizyonu fen ve teknoloji okuryazarlığı olarak belirlenmiştir.

\*Dr. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

\*\*Doç. Dr. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

\*\*\*Yrd. Doç. Dr. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

Milli Eğitim Bakanlığı, fen ve teknoloji okuryazarlığını; bireylerin araştırma-sorgulama, etkili kararlar verebilme, problem çözebilme, kendine güvenme, işbirliğine açık, etkili iletişim kurabilme, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen bireyler olma, fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değere; fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile olan ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahip olması şeklinde tanımlamıştır (MEB, 2013). Ancak bu tanımın bilim ve teknolojideki gelişmeler doğrultusunda yenilenmesi eğitim ortamlarında bir ihtiyaç haline gelmiştir. Son yıllarda dünyada fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının birleştirilmesi ilkesine dayanan çok disiplinli bir yaklaşım olan STEM modelinin ağırlık kazanmaya başladığı görülmektedir. STEM uygulamalarının pek çok ülkede kabul görmesine rağmen, bu uygulamaların bir öğretim stratejisi mi, yaklaşımı mı, modeli mi yoksa bir düşünce akımı mı olduğuna ilişkin kavramsal düzeyde bazı tartışmalar ve uygulama boyutunda belirsizlikler devam etmektedir. Bu makale kapsamında, STEM bir model olarak ele alınmış ve her öğretim modelinin bir felsefi ve psikolojik altyapısının olması, belli paradigmalara dayandırılması gerektiğinden hareketle, kavramsal düzeyde Bilgi İşlemsel Düşünme (computational thinking) ile ilişkisi bakımından tartışılmaya çalışılmıştır. STEM'e ilişkin var olan uygulamalar büyük oranda yazılım odaklı ve mekanikleşmeye ağırlık vermekte iken, bu çalışmalara ek olarak insanın yaratıcılık boyutunu da önemseyerek gelişimini destekleyen STEAM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Sanat-Matematik) modelinin önemi ve gerekliliği de açıklanmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda farklı ülkelerdeki eğitimcilerin meseleye bakış açıları da incelenmiştir. Makalenin sonunda ülkemizdeki ve dünyadaki alan yazın incelemelerinden hareketle fen eğitiminde STEAM ve Bilgi-İşlemsel Düşünmeye ilişkin yapılacak araştırmalar ve uygulayıcılar için bazı önerilerde bulunulmuştur.

### **Bilgi İşlemsel Düşünme (Computational Thinking)**

“Computational Thinking” kavramı Türkçe alan yazınında görece yeni bir kavram olması nedeniyle bir Türkçe karşılık bulma

zorunluğu oluşmuş ve bu çalışmadan önce yapılan araştırmalarda bilgi işlemsel düşünme kavramının kullanıldığı belirlenmiştir (Kalelioğlu ve Gülbahar, 2015). Bu kavramın Türkçe karşılığı olarak, gerek “*computation*” (bilgiyi işleme) kavramını karşılayabilmesi, gerekse yukarıda bahsi geçen 21. yy becerilerine atıf yapabilmesi nedenleriyle bu çalışma kapsamında da “bilgi işlemsel düşünme” kullanılması uygun görülmüştür.

Bilgi İşlemsel Düşünme'nin (BİD) bilgisayar bilimiyle ilgili uzun bir tarihi bulunmaktadır. Tarihsel süreçte, özellikle de 1960 ve 1970'lerdeki bilindiği haliyle *algoritmik düşünme*, problemleri girdi ve çıktı bağlamında ele alarak, algoritmik bağıntıları formüle etme süreci olarak tanımlanmaktaydı (Knuth, 1985). Bugün ise bu kavram, soyutlamanın birçok basamağına genişlemiş, matematiği algoritmalar geliştirmek için kullanma ve farklı büyüklüklerdeki problemler için çözüm önerilerinin en iyi nasıl işlediğini belirleme üzerinde yoğunlaşmıştır (Denning, 2009). Bu kavramı daha iyi anlayabilmek için son yılların önemli kavramlarından *bilişimi* tanımlamak gerekmektedir. Türk Dil Kurumu bu kavramı “*insanoğlunun teknik, ekonomik ve toplumsal alanlardaki iletişiminde kullandığı ve bilimin dayanağı olan bilginin özellikle elektronik makineler aracılığıyla düzenli ve akla uygun bir biçimde işlenmesi bilimi*” olarak tanımlamıştır. Denning, (2009)'e göre ise, bilişim bilimi yalnızca bilgisayar programlama demek değildir. Bilgisayar bilimci gibi düşünme, bilgisayar programı yapmaktan daha derin bir anlam taşır. BİD, problemleri bilgisayar ve diğer araçlarla da çözmeye uygun olacak şekilde formüle etme, verileri mantıksal düzenleme ve analiz etme, verileri model ve simülasyon gibi soyutlamalarla gösterme, algoritmik düşünme ile sonuçlar üretme, olası çözümleri gösterme, analiz etme ve uygulama, problem çözme süreçlerini pek çok alandaki problemlerin çözümüne genelleme ve aktarmayı içerir (Barr, Harrison, Conery, 2011; Wing, 2008). BİD, bilgisayar biliminin anahtar uygulama alanlarından biridir, fakat bilgiyi işleme açısından biricik değildir ve bilgi işleme sürecinin tamamını kapsamamaktadır (Denning, 2009).

BİD, özellikle bilişim teknolojilerinin hızla geliştiği son yıllarda önemi iyice artan bir

beceri olduğu için, bilişim alanı ile ilgilenen bazı küresel şirketlerin de bu beceriyi önemseydiği ve bu becerinin geliştirilmesi için ön ayak oldukları görülmektedir. Bu şirketlerden biri olan GOOGLE, BİD'in geliştirilmesine destek olmak adına oluşturduğu web sayfasında bu beceriyi şu şekilde tanımlamaktadır;

*"Bilgi İşlemsel Düşünme, mantıksal sıralama, verileri analiz etme ve belli adımları veya algoritmaları kullanarak çözümler üretme gibi belli özellikleri barındıran bir problem çözme süreci olmakla birlikte açık uçlu ve karmaşık problemlerle kararlılıkla ilgilenme özelliğidir. BİD bilgisayar uygulamaları geliştirmek için esastır, ancak aynı zamanda matematik, fen, ve sosyal bilimler gibi tüm alanlarda problem çözme için de kullanılabilir. Bilgi işlemsel düşünme'yi öğrenen öğrenciler konular arasındaki ilişkiler ile birlikte okul ve okul dışı alanlardaki ilişkileri de görmeye başlayabilir."*

(<https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/>)

BİD pek çok araştırmacı tarafından bir problem çözme süreci olarak tanımlanmaktadır (Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille, Wilensky, 2014; Yadav, Zhou, Mayfield, Hambrusch, Korb, 2011). Wing'e (2006) göre BİD, problemleri formüle etme ve bilgi işleme araçları tarafından gerçekleştirilecek çözüm bulma adımlarını içeren düşünsel süreçler olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla BİD becerileri problem çözümünde öğrencilerin uygun araç ve stratejileri seçme; bunları kullanma ve bu problemlerin çözümünde otomatikleştirilmiş uygun algoritmalar kullanmaları hususunda öğrencilere yardımcı olabilir (Yadav, Zhou ve Mayfield, 2011). Bu sebeple BİD becerilerine sahip bireylerin gerçek yaşamdan bağlamlara dayalı ve çeşitli uzmanlık alanları ile ilişkili problemlerin çözümünde yeterliliklerini geliştirmesi önemlidir. Böylece öğrencilere sahip oldukları bilgi ve becerileri gündelik yaşamdan problemlerin çözümüne transfer edebilecekler ve bu problemlerin çözüm

sürecini sağlıklı bir şekilde yönetebileceklerdir.

Farklı araştırmacılar BİD'in alt boyutlarını tanımlama gereği hissetmişlerdir. Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille, ve Wilensky (2014) tarafından dört alt başlık tanımlanmıştır. Bunlar veri ve bilgi becerileri; modelleme ve simülasyon becerileri; bilgi işlemsel problem çözme becerileri ve sistem yönetimi becerileridir. Bu becerilerin alt boyutları alan yazına göre aşağıda belirtilmiştir.

1. Veri ve Bilgi Becerileri: veri toplama, veri oluşturma, verileri manipüle etme, verileri analiz etme ve verileri görselleştirme.
2. Modelleme ve Simülasyon Becerileri: bir kavramı anlamak için bilgi işlemsel modelleri kullanma, bilgi işlemsel modellerin nasıl ve neden çalıştığını anlama, bilgi işlemsel modelleri değerlendirme, çözümleri bulmak ve test etmek için bilgi işlemsel modelleri kullanma, yeni modeller oluşturma ve var olan modelleri genişletme.
3. Bilgi İşlemsel Problem Çözme Becerileri: hataları yakalama ve ayıklama, programlama, etkili bilgi işlemsel araçlar seçme, bir problem için farklı yaklaşımları/ çözümleri ölçme, modüler bilgi işlemsel çözümler geliştirme, problem çözme stratejilerini kullanma ve soyutlamalar yaratma.
4. Sistem Yönetimi Becerileri: Bir sistemi bir bütün olarak incelemek, bir sistem içerisindeki ilişkileri anlamak, seviyelerde düşünmek ve sistemleri görselleştirme, karmaşayı tanımlama, anlama ve yönetme.

Park, Song ve Kim'e (2015) göre tablo 1'de gösterilen yeteneklerin sistematik bir şekilde geliştirilmesi açısından BİD oldukça etkilidir.

Peki, bu tanımlanan alt boyutlar ve bu alt boyutlarla ilişkili beceriler hangi düzeydeki öğrenciler için uygun olabilir? Bu sorunun yanıtı için farklı araştırmacıların benzer görüşler öne sürdükleri görülmektedir. Yadav, Zhou, Mayfield, Hambrusch, ve Korb (2011)'a göre, BİD'in bilgisayar bilimi dışındaki disiplinlerde ve K-12 düzeyinde de tanıtılması gerekmektedir. Benzer şekilde Barr, Harrison ve Conery (2011), BİD'in K12 seviyesinde öğrencilere problem çözme becerilerinin

**Tablo 1: BID ile ilişkili beceriler**

Beceriler	Tanım
Veri Toplama	Amaca Uygun malumatları/verileri bir araya getirme
Verilerin gösterimi	Uygun grafikler, çizelgeler, tablolar veya görsellerle verileri düzenleme ve betimleme
Veri Analizi	Veriyi anlamlandırma, Modeller oluşturma, Sonuç çıkarma
Problemi Analiz Etme	Hedefleri daha küçük ve yönetilebilir parçalara ayırma
Soyutlama	Ana fikri tanımlamak/açıklamak için karmaşıklığı azaltma
Algoritmalar ve İşlemler	Bir problemi çözmek veya bazı sonuçlara ulaşmak için bir dizi sıralı adımın atılması
Otomasyon (Özdevinim)	Tekrarlayan veya tekdüze görevleri/işleri yapan bilgisayarlar veya makineler edinme
Simülasyon	Bir sürece ilişkin model veya temsil. Simülasyonlar aynı zamanda modeller kullanarak deneyler yapmayı da kapsar.
Paralleleştirme (Paralelizasyon)	Genel bir hedefe ulaşmak için eş zamanlı olarak hedefleri gerçekleştirmek amacıyla kaynakları düzenleme/organize etme.

kazandırılmasında önemli potansiyeli olan bir beceri olduğunu ifade etmişlerdir. Bu noktalardan hareketle BID'in ilk ve ortaokul düzeyindeki öğrencilere, farklı disiplinler ile ilişkilendirilerek kazandırılabileceği söylenebilir.

Özetle; BID'nin özü, bir problemle karşılaşıldığında bilgisayar bilimci gibi düşünmedir. Bir problemin çözümünde matematiksel düşünme becerisinin genel yollarını; büyük, karmaşık bir sistemin desenlenmesi ve gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirilmesinde mühendis gibi düşünme becerisini; zekâ, zihin, insan davranışlarını anlamada bilim adamı gibi düşünme becerisini kullanabilmedir (Wing, 2008). Barr, David; Harrison, John; Conery, Leslie (2011) e göre BID yalnızca öğrencilerde bilişsel becerilerin gelişmesine olanak tanımaz. Aynı zamanda doğası gereği karmaşık süreçlerle ilgilenme özgüveni, zor problemler üzerinde çalışma kararlılığı, belirsizliğe karşı tolerans, açık uçlu problemlerle uğraşma yeteneği, bir amaç ve çözüm için diğerleriyle çalışma ve iletişim yeteneği gibi duyuşsal becerileri de destekler. BID ile insanların problem çözme yollarına odaklanılır, insanların bilgisayarlar gibi düşünmesinin denenmesi sürecine gidilmez. Dolayısıyla sadece fiziksel olarak gösterilen ve yaşamımızın bir yönüne temas eden yazılım ve

donanım eserleri değil; aynı zamanda problem çözme, yaşamımızı yürütme, iletişim ve diğer kişilerle etkileşim etkinlikleri de bilgi işlemsel eylemlerdir.

### **Disiplinler Arası Yaklaşım (STEM)**

Son yıllarda özellikle bilişim teknolojilerinin hızlı gelişimi ile birlikte toplumların bu gelişimin gerisinde kalmamak, diğer uluslarla rekabet gücünü arttırmak ve çağı yakalamak için eğitim programlarını bu amaçlar doğrultusunda güncelleme gereği duyduğu görülmektedir (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010; European Parliament Communities, 2015). Danah (2014) içinde bulunduğumuz çağda daha yenilikçi, yaratıcı, çok yönlü ve esnek düşünebilen bireylere ihtiyaç duyulduğunu ifade etmektedir. Bunun için izlenmesi gereken yollardan biri de öğretim programlarında bulunan alanların birbirleri ve yaşamla ilişkilendirilmesidir. Ancak, bireylerin çok yönlü yetişmesi için disiplinler arası yaklaşımların uygulanması yeni bir durum değildir (Çorlu, Capraro, Capraro, 2014; Frykholm, Glasson, 2005). Özellikle fen alanlarında uzun yıllardır üzerinde çalışılan fen, teknoloji, toplum, çevre ve sosyobilimsel durum temelli yaklaşım gibi yaklaşımlar öğrencilerin çok yönlü gelişimlerini desteklemektedir (Zeidler &



Keefler, 2003; Sadler, 2004; Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005; Walker & Zeidler, 2007). Ancak içinde bulunduğumuz yüzyıl bilişim becerilerinin ön plana çıktığı bir dönem olmaktadır. Bu nedenle, bireylerin çok yönlü yetişmesine imkân sağlayacağı düşünülen STEM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) eğitimi önem kazanmıştır. STEM; ilkökul ve ortaokul düzeyinde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını kapsayan sistematik ve kurumsallaşmış bir eğitimidir (Çorlu, Capraro, Capraro, 2014). Ayrıca STEM, tarım, fizik, psikoloji ve otomobil mühendisliği gibi çok geniş bir yelpazedeki meslek ve disiplinleri de kapsayacak uygulama alanı bulmaktadır (Ashby, 2006, p. 4).

STEM eğitimi; fen teknoloji mühendislik ve matematik alanlarına ait bilgi ve becerileri kapsamaktadır ve bu eğitiminin iki temel amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, lise sonrası istihdam edilmeye hazır öğrenci sayısını arttırma ve bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında kariyer yapmalarına yönlendirmektir. İkincisi ise tüm öğrencilerin temel STEM alanları ile ilgili yeterliliklerini arttırmaktır (Thomasian, 2011). The National Governors Association Center for Best Practices, STEM okuryazarlığını bireylerin dört ilişkili alan kapsamında, dünyanın nasıl işlediğine dair algılarını kullanma becerileri olarak tanımlamıştır ve STEM eğitiminin amaçlarını şu şekilde ifade etmiştir;

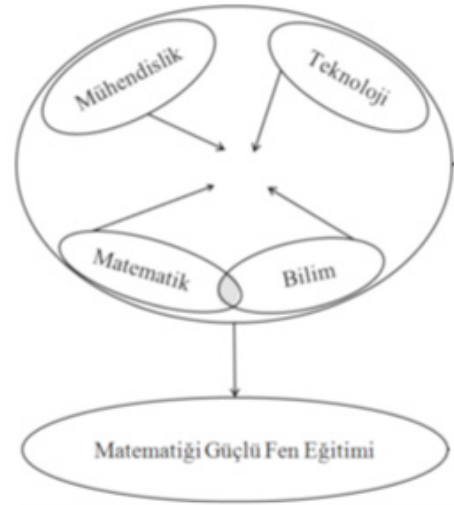
1. Bilim Okuryazarlığı: Doğal dünyayı anlamak için bilimsel bilgiyi ve süreci kullanabilmenin yanı sıra doğal dünyayı ilgilendiren tartışmalara katılabilme becerisini ifade eder.

2. Teknoloji Okuryazarlığı: Öğrencilerin yeni teknolojilerin nasıl kullanıldığını bilmesi, yeni teknolojilerin nasıl geliştirildiğinin anlaması ve yeni teknolojilerin bizi, ulusumuzu ve dünyamızı nasıl etkilediğini analiz edebilme becerilerini kazanması gerektiğini ifade eder.

3. Mühendislik Okuryazarlığı: Bütünleştirilmiş ve disiplinler arası yaklaşım tarzı ile proje tabanlı dersleri kullanarak mühendislik tasarım süreci yoluyla teknolojilerin nasıl geliştirildiğini anlamayı ifade eder.

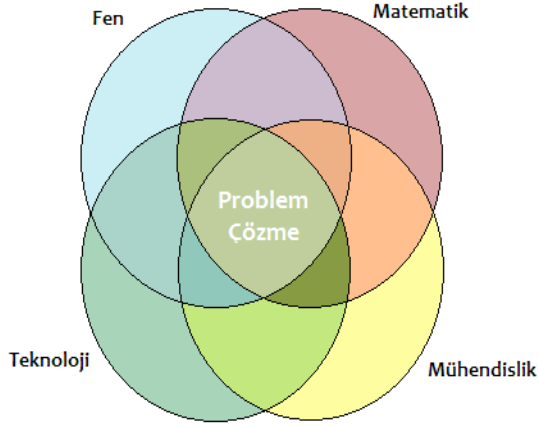
4. Matematik Okuryazarlığı: matematiksel problemleri ortaya çıkararak, formüle ederek, çözerek ve sonuçları yorumlayarak analiz, akıl yürütme ve fikirleri etkili biçimde ifade etme becerilerini ifade eder (Mary Paula Armknecht, 2015; Thomasian, 2011).

STEM eğitiminin uygulanabilmesi için önerilen bazı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri matematik destekli fen eğitimi odaklı yaklaşımdır (Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel, 2012). Bu yaklaşım şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1:** Matematik ve fen eğitimi odaklı STEM eğitimi (Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel, 2012)

Bu yaklaşım incelendiğinde her ne kadar fen ve matematik alanlarının bütünleştirilmesi güçlü bir yaklaşım olarak görülse de, mühendislik ve teknoloji alanlarının birbirlerinden ve diğer alanlardan bağımsız gibi görünmesi, yaklaşımın STEM'in vizyonu ile örtüşmeyeceğini düşündürmektedir. Benzer şekilde STEM eğitimi yaklaşımı öneren Brown ve Martinez (2012), fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının bütünleştirilmesi için problem çözme odak noktası olarak önermiştir. Bu yaklaşım şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: STEM (Brown ve Martinez, 2012).

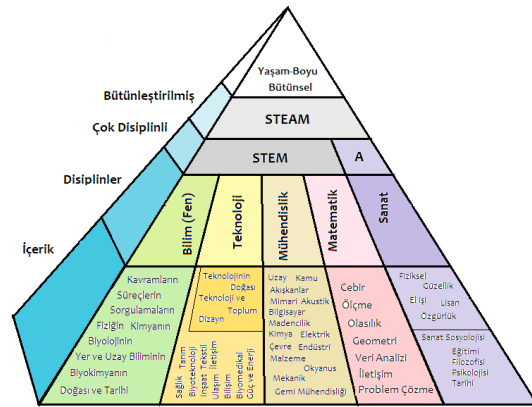
Alan yazın incelendiğinde; STEM eğitimi uygulamalarının bağlam temelli öğrenme yaklaşımında olduğu gibi gerçek yaşamdan problemlerin çözümüne odaklanmasından ziyade, teknoloji geliştirme ve kullanma odaklı olduğunu görülmektedir. Daha somut bir ifade ile STEM eğitimi gerek ülkemizde gerek dünyada yazılım ve robot yapımı üzerine odaklanmıştır (Papanikolaou, 2010; Yamak, Bulut, Dündar, 2014). Kullanılan programların çoğunun (ARDUINO IDE, SCRATCH vb.) ücretsiz ve ulaşılabilir olmasının yanı sıra, basit algoritmaların ortaokul ve üzeri düzey öğrencilerine öğretilebilecek kadar sade olmasından dolayı bu alanın STEM eğitiminde baskın hale geldiği söylenebilir (Resnick, Silverman, 2006). Buna ek olarak; robot eğitiminin gerek donanımsal gerekse yazılımsal anlamda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının tümüne hitap ettiği de kaçınılmaz bir gerçekliktir. Ancak bu noktada bir soru öne çıkmaktadır; ifade edilen dört alanı kapsayan bir eğitim, arzu edilen yaratıcı ve yenilikçi bireyler yetiştirmek için yeterli midir? Bu soruya ilişkin ilk cevap Yakman (2008) tarafından verilmiştir. Yakman STEM eğitime bir de sanat alanını ekleyerek STEAM (science, technology, engineering, arts, mathematics) yaklaşımını önermiştir.

### Bütünleştirilmiş Alanlar Yaklaşımı (STEAM)

Son yıllarda disiplinler arası yaklaşımlar eğitimcilerin önemseydiği alanlardan biri olmuştur ve bu yaklaşımların anlamlı öğrenmeyi desteklediği bilinmektedir (Moye, 2011). Bu bağlamda, ABD ve Avrupa'da STEM eğitimi ön plana çıkarken (Gonzalez, Kuenzi,

2012; Kuenzi, 2008), özellikle Kore ilköğretim (K-12) sistemi STEAM eğitimi üzerine odaklanmıştır (Yakman, Hyonyong, 2012; Jin, Chong, Cho, 2012). STEAM, Amerikan ekolü kaynaklı STEM eğitime sanat alanının eklenmesi ile elde edilen disiplinler arası bir yaklaşımdır (Park, Ko, 2012; Armknecht, 2015) ve bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik alanları arasındaki ilişki yapısının anlaşılması için geliştirilmiştir (Yakman, Hyonyong, 2012). Dengeli bir STEM programı oluşturulabilmesi için yalnızca okuma, yazma, konuşma gibi iletişim becerilerinin kazandırılmasından daha ziyade sanat alanına da yer verilmesinin gerekli olduğu ifade edilmektedir (Armknecht, 2015).

Yakman (2008), STEAM eğitimi iki şekilde tanımlamaktadır. Birincisi, STEAM bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının kendi standartlarına ek olarak diğer alanları içerdiği bir eğitimidir. İkincisi ise STEAM eğitimi güncel alanları ve öğretim konularını amaçsal olarak içeren bütüncül bir eğitimidir (Park, Ko, 2012). Yakman (2008) STEAM eğitimi daha somut ifade edebilmek için Şekil 3'de verilen görseli kullanmıştır;



Şekil 3: STEAM Eğitimi<sup>1</sup>

Piramidin en alt basamağı (İçerik) STEAM eğitimi oluşturan alanların özde konu içeriğini oluşturan basamaktır ve bu basamakta tanımlanan içerikler bir üst basamakta (disiplin odaklı) verilen disiplinlerin temelini oluşturmaktadır. Çok disiplinli basamağında STEM Eğitiminin kapsadığı alanlar ifade edilirken, Bütünleştirilmiş basamağında STEM'in sanat ile bütünleştirilmiş hali olan STEAM eğitiminin kapsadığı disiplinler ifade

<sup>1</sup> Şekil 3, araştırmacılar tarafından Türkçeleştirilmiştir.

edilmiştir. En üst basamak ise yaşam boyu öğrenme ve ifade edilmiştir. Piramidin birinci basamağında yer verilen konu kapsamının lise ve profesyonel eğitim alanları ile ilgili olduğu, çok disiplinli basamağının ortaokul düzeyi için uygun olduğu ve bütünleştirilmiş basamağının ise ilk ve ortaokul düzeyi eğitimi için uygun olduğu belirtilmiştir (Park, Ko, 2012; Oh, Lee, Kim, 2013)

STEAM eğitiminin gerçekleştirilebilmesi için yapılacak programlarda nelerin göz önüne alınması gerektiği oldukça önemli bir husus olmaktadır. Park ve Ko (2012), STEAM eğitiminin içerik organizasyonunun oluşturulmasında yedi basamaktan bahsetmektedir;

1. Var olan öğretim programları ile temel bilim, teknoloji matematik ve mühendislik alanları arasında çatışma yaratmadan ilişkilendirme, birleştirme ve kaynaştırma gereklidir. Buna ek olarak, bütünleştirilmiş düşünme ya da kaynaştırılmış düşünme faaliyetleri ayrı ayrı veya bütünlük olarak STEAM eğitiminin her alanı için organize edilebilir.

2. Yaratıcı bir STEAM eğitimi için bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarına ilişkin çeşitli düşünme sistemlerinin tanıtılması. Çeşitli yaratıcı düşünceler için, öğrencilerin temel bir bilimsel teorinin farklı teknolojilere nasıl uygulanabileceği ve bunların gerçek yaşamda mühendislik boyutu ile nasıl kullanılabileceğini öğrenmeleri önemlidir. Bu nedenle, STEAM alanları arasındaki ilişkiler ile eğitim ve uygulamalar arasındaki ilişkiler hayati önem taşımaktadır.

3. Etkili ve yaratıcı bir eğitim için, öğretmenlerin yaratıcı araçlara ihtiyaçları vardır. Yaratıcı STEAM eğitiminde çeşitli yaratıcı yöntemler, yaratıcı öğrenme araçları ve yaratıcı deneyler geliştirilmesi çok önemlidir. Ancak, son dönemlerde, STEAM eğitimi dışında da "yaratıcı deney" çok yaygın kullanılmaktadır. Bunun STEAM ile bütünleştirilmesi önemlidir.

4. STEAM eğitimindeki temel noktalardan biri büyük resmi görme yeteneğinin ya da ağaçlar ile birlikte ormanı görme yeteneğinin geliştirilmesidir.

5. Teknolojik dünyanın hızlı değişiminde bilim, teknoloji ve mühendislik eğitimi, eğitimin felsefi ve insanın psikolojik yapısı göz ardı edildiğinde oldukça mekanik ve anlamsız

olabilir. Bu nedenle, STEAM eğitiminin en önemli faktörlerinden biri değişen teknolojilere hızlı cevap verebilen, zamana uygun (uyabilen) bir eğitim sistemi olmalıdır.

6. İlk olarak STEAM eğitimi, bilim, teknoloji ve mühendisliğin yanı sıra politika, çevre, toplum, ekonomi temeline dayanarak sistematik bir şekilde geleceği kestirebilen pratik ve gerçekçi bir eğitim sistemi olmalı ve bütünlük düşünme sistemleri ve yaratıcılık ile değerleri takip etmeli.

7. Mühendislikte bütüncül tasarım kavramı, STEAM eğitiminde önemli bir dönüm noktası olabilir. Bütüncül tasarım kavramı, yalnızca geleceğin bilim insanlarını ve mühendislerini yetiştirmekle kalmayarak, bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında sistematik deney becerilerinin yanı sıra öğrenciler arasında etik olma, sosyallik, birlikte çalışma, liderlik,

anlayışlı olma ve iletişim becerilerini besleyerek geleceğin politikacılarını ve sosyal liderlerini yetiştirmeyi amaçlamalı.

STEAM eğitimi modelinin geliştirmeyi amaçladığı en temel özelliklerden biri de *Yaratıcı Kişilik*'tir (*creative personality*) (SoonBeom Kwona, Dongsoo Namb, TaeWuk Lee, 2011; Lee, Kyung-Hwa, 2005). Yaratıcılık genellikle özgün ve işlevsel fikirler, davranışlar veya ürünler geliştirebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır ve bireysel, durumsal ve kültürel değişkenliklere uyum sağlama becerisi olarak da görülmektedir. (Runco, 2004; Martinsen 2011). Yaratıcılık aslında tek bir karakter, beceri, eğilim ya da tercih değildir; bunun yanı sıra kişilik, motivasyon ve özellikle de iraksak düşünme ve bir ölçüde zeka gibi zihin değişkenleri ile de şekillendirilmiş bir özelliktir (Martinsen, 2011). Yaratıcı bireylerin dört temel özelliği bulunmaktadır; (1) iraksak ve metaforik düşünmeyi kullanarak fikirler üretirler, (2) yakınsak ve eleştirel düşünme yoluyla fikirleri derinlemesine irdelerler, (3) fikirleri keşfetmeye açıktırlar ve buna cesaretleri vardır, (4) kendi iç seslerini dinlemeye her zaman hazırdırlar (Selby, Shaw, Houtz 2005). Yaratıcı kişilik ise, yaratıcılığın kişilik gelişimi boyutunda uygulandığı bir yaklaşımdır. Yaratıcı kişiliğin alt faktörleri farklı bakış açılarına göre sınıflanmıştır. Ancak literatür incelendiğinde yaratıcı kişiliğin geliştirilmesi için tanımlanan alt faktörler, özgüven, riske girmek, kararlılık,

mizah, merak, geniş ilgi, bağımsızlık, risk alma, görev sorumluluğu ve hayal gücü olarak sıralanabilir (SoonBeom Kwona, Dongsoo Namb, TaeWuk Lee, 2011; Lee, Kyung-Hwa, 2005). SoonBeom Kwona, Dongsoo Namb, TaeWuk Lee'ye göre (2011), iyi ve bütünsel bir eğitim, zekâ ve kişilik gelişiminin uygun bir biçimde harmanlanması ile başarılabilir. Bu nedenle ayrı eğitim alanlarının birleştirilmesi gerekmektedir. Bu bakış açısı, STEM eğitime sanat alanının eklenmesinin gerekçelerindedir. Sanat aracılığıyla yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim, öz-yönelim, risk ve sorumluluk alma ve işbirliği yapma gibi becerilerin geliştiği söylenebilir. Birçok eğitimci tarafından yirmi birinci yüzyıl becerileri olarak tanımlanan bu beceriler, gitgide karmaşıklaşan ve teknoloji odaklı dünyada başarılı biçimde hayatta kalabilmek ve mutlu, başarılı bireyler olabilmek için her bir öğrencinin ihtiyacı olan beceriler olacaktır (Sousa, Pilecki, 2013).

### Sonuç ve Tartışma

Bu noktaya kadar eğitim sistemi içerisinde STEAM yaklaşımının önemi ve gerekliliği ifade edilmeye çalışılmıştır. Ancak fen eğitimcileri için önemli olan nokta fen eğitimcilerinin etkili bir STEAM yaklaşımı uygulayabilmesi için hangi hususların vurgulanması ve nasıl bir yol izlenmesi gerekliliğinin tartışılmasıdır. Her ne kadar fen eğitimi kendi doğası gereği disiplinler arası yaklaşıma oldukça yakın ve uygun bir alan olsa da, STEAM yaklaşımıyla birlikte şu ana kadar çok da ortak beceri ve hedefler içermeyen, sanat ve mühendislik alanları ile fen alanını bütünleştirmenin zorunluluğu ortadadır. Bu zorluğu aşmanın yollarından biri alan uzmanlarından destek almak olabilir, ancak bu durumda okullarda resim ve müzik gibi sanat odaklı ders öğretmenleri mevcutken mühendislik alanı ile ilgili bir öğretmen istihdamının olmaması yeni bir zorluk doğurabilir. Öte yandan STEAM yaklaşım bünyesinde öğrencilerin mühendislik bilgilerinden daha ziyade bu alana ilişkin temel düşünme becerilerinin geliştirilmesi hedeflendiği için, daha önceki başlıklarda ifade edilen temel becerilere, hazırlanan etkinliklerde yer verilmesi bu alanla ilgili gereksinimleri kapatmaya destek olacaktır. Ek olarak; ortaokul öğretim programında bulunan bilim uygulamaları ve teknoloji tasarım gibi

zorunlu veya seçmeli dersler disiplinler arası yaklaşımların uygulanması için oldukça önemli kaynaklardır. Öğretim planlarının hazırlanmasında bu derslerin öğretmenleri ile yapılacak planlamalar ile öğretim yılı süresince ortak çalışmaların yapılması oldukça faydalı olabilir.

STEM içerisinde fen teknoloji matematik ve mühendislik disiplinlerini içeren bir eğitim modelidir. STEM modeli son beş yılda öğrenme-öğretme süreçlerinde etkili bir şekilde kullanılmak üzere eğitim ortamlarında tanıtılarak uygulamaları yapılmaya başlanmıştır. Yapılan uygulamalar ve araştırma sonuçları, STEM modelinin bir yaklaşım ve felsefeden uzak öğrenenler üzerinde mekanik olarak uygulandığını doğrular niteliktedir. Bir eğitim modelini; dayandırılan felsefe, hedef, içerik, öğrenme-öğretme ve ölçme değerlendirme süreçlerinden bağımsız olarak düşünmek öğrenenlerin gelişim düzeylerini ve amaca uygun yönlendirmeyi belirleme konusunda sorunlara yol açar. Bu nedenle, STEM modeli de belli başlı eğitim felsefesi ve yaklaşımlara dayandırılarak öğretim programında yer alan öğelerle ve öğrenenlerde geliştirilmesi planlanan beceri boyutlarıyla ilişkilendirilmelidir. STEM eğitiminin ilişkili olduğu en uygun yirmi birinci yüzyıl becerilerinden biri de BİD'dir. STEM eğitiminde, BİD becerisinin boyutları göz önünde bulundurularak hazırlanan programlar öğrenenler için etkili ve anlamlı olacaktır. Birçok STEM çalışmasında, yapılan bu çalışmaların merkezinde insan olmasına rağmen, insanın yaratıcı kişiliğinin vurgulanmaması önemli bir eksiklik olarak görülmektedir. Bu nedenle, özellikle uzak doğu ülkeleri STEM modeline sanat boyutunu eklemeyi uygun görmüşlerdir. Böylece sanat boyutu ile ele alınan modelin BİD'yle harmanlanmasının modelin toplumsal çıktıları açısından faydalı sonuçlar ortaya çıkarması beklenmektedir. Ayrıca STEM'e sanat boyutunun eklenmesinin nedenlerinden bir diğerinin de, sanatın tasarım ve ergonomi kavramlarıyla da çok yakından ilişkili olması olduğu düşünülmektedir. Örneğin aynı probleme çözüm gerektiren veya aynı ihtiyaca cevap veren bir kaç üründen hangisinin toplum tarafından daha çok tercih edileceği noktasında, söz konusu ürünlerin bu özellikleri belirleyici olacaktır. STEAM yirmi birinci yüzyılda küresel pazarda rekabet gücünün



arttırılması için gerekli olan yaratıcı ve yenilikçi bireylerin yetiştirilmesine olanak sağlayabilir (Rabalais, 2014).

### Öneriler

Alanyazındaki araştırmaların derlendiği bu çalışma sonucunda STEAM modeli ve BİD'in birlikte (bütünleşik) ele alınmasının gerekliliği öne çıkmaktadır. Bu bağlamda eğitimcilere, öğrenenlere ve program geliştirme uzmanlarına aşağıda sıralanan önerilerde bulunulabilir:

#### *Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler;*

1. STEAM modelinde yer alan sanat boyutunun öğretim programlarının felsefe, vizyon, misyon, öğrenme-öğretme ve ölçme-değerlendirme süreçleri açısından uyumluluğu araştırılabilir.
2. STEAM modelinin Türkiye özelinde farklı öğretim programlarını hem ana hem de ara disiplin entegrasyon çalışmalarının nasıl olacağına dair ihtiyaç analizi araştırmaları yapılabilir.
3. STEAM modelinin farklı disiplinler için farklı program tasarımı yaklaşımlarına (sarmal, çekirdek, piramitsel, lineer..vs.) uygunluğunu araştıran çalışmalar yapılabilir.
4. Öğrenme-öğretme süreçlerinde yaş grubu, cinsiyet ve sosyo-ekonomik statü

gibi demografik özelliklerle STEAM uygulamalarının ilişkisi incelenebilir.

5. STEAM modelinin odaklandığı ve geliştireceği yirmi-birinci yüzyıl becerilerini ele alan modellemeye dayalı ve çok değişkenli istatistiklerin kullanıldığı araştırmalar yapılabilir.

6. STEAM modeliyle öğrenenlerin farklı öğrenme stilleri arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar yapılabilir.

#### *Uygulayıcılara Öneriler;*

1. STEAM tüm disiplinlerde uygulanabilecek bir öğrenme modeli olduğundan hizmet öncesi öğretmen eğitiminde farklı disiplinlerde STEAM kullanımına yönelik seçmeli dersler açılabilir.
2. Pedagojik formasyon ve alan eğitimi derslerinde STEAM modeline uygun nasıl bir ders planları hazırlanacağı ders içeriklerine eklenebilir.
3. Bilgisayar derslerinin içerisine STEAM in teknoloji boyutuna ilişkin uygulamalar eklenebilir.
4. Her düzeydeki öğrencileri STEAM modelinin uygulamalarındaki ürünleri sergileyecekleri geleneksel bilim şenlikleri ve bilim fuarları platformları yaygınlaştırılabilir.

## KAYNAKÇA

- Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Corlu, M. S., & Özel, S. (2012). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi: Disiplinlerarası çalışmalar ve etkileşimler [STEM education in the Turkish context: Interdisciplinary investigations and interactions]. Paper presented at the X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde, Turkey. (<http://fetemm.tstem.com/home/sunumveyazilar/yazi1> Erişim Tarihi: 24.03.2016:)
- Ananiadou, K. & M. Claro (2009), "21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries", *OECD Education Working Papers*, No.41, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>
- Armknrecht, M. P. (2015). Case Study on the Efficacy of an Elementary STEAM Laboratory School. A Dissertation submitted to the Education Faculty of Lindenwood University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Education School of Education.
- 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.
- Barr, D., Harrison, J. & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Brown, B. H. & Martinez, D. (2012). Engaging Diverse Learners Through the Provision of STEM Education Opportunities. Southeast Comprehensive Center, Breafing Paper. [http://secc.sedl.org/resources/briefs/diverse\\_learners\\_STEM/Diverse\\_Learners\\_through\\_STEM.pdf](http://secc.sedl.org/resources/briefs/diverse_learners_STEM/Diverse_Learners_through_STEM.pdf)
- Corlu, M. S., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2014). FeTeMM Eğitimi ve Alan Öğretmeni Eğitime Yansımaları. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- David A. Sousa & Tom Pilecki (2013). From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Art. Corwin Press.
- European Parliament Communities (2015). Encouraging STEM studies Labour Market Situation and Comparison of Practices Targeted at Young People in Different Member States. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL\\_STU\(2015\)542199\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf)
- Frykholm, J. A., & Glasson, G. E. (2005). Connecting mathematics and science instruction: Pedagogical content knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105, 127-141.
- Gonzalez, H. & Kuenzi, J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Congressional Research Service, August, 2012.
- Henriksen, Danah (2014) "Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices," *The STEAM Journal*: 1(2), 1-7. DOI: 10.5642/steam.20140102.15
- Jin, Y., Chong, L. M. & Cho, H. K. (2012). Designing a Robotics-Enhanced Learning Content for STEAM Education 2012 9th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI) Daejeon, Korea / November 26-29, 2012
- Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2015). Bilgi İşlemsel Düşünme Nedir ve Nasıl Öğretilir?, 3th International Instructional Technology and Teacher Education Symposium. Trabzon, Türkiye, September 9 – 11, 2015.
- Knuth, D. E.. (1985). Algorithmic Thinking and Mathematical Thinking. *The American Mathematical Monthly*, 92(3), 170–181. <http://doi.org/10.2307/2322871>
- Kuenzi, J. J. (2008). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action. Congressional Research Servies Reports, Paper 35, CRS-1- CRS-3. Retrieved from <http://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/>
- Kwona, S., Namb, D. & Lee, T. (2011). *The Effects of Convergence Education based STEAM on Elementary School Students' Creative Personality*. T. Hirashima et al. (Eds.) (2011). Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education. Chiang Mai, Thailand: Asia-Pacific Society for Computers in Education.

- Lee, Kyung-Hwa (2005). The relationship between creative thinking ability and creative personality of preschoolers. *International Education Journal*, 6(2), 194-199.
- Lu, J. J. & Fletcher, G. H. L. (2009). Thinking about computational thinking ACM SIGCSE Bulletin - SIGCSE '09 Volume 41 Issue 1, March 2009 Pages 260-264.
- Martinsen, Q. L. (2011) The Creative Personality: A Synthesis and Development of the Creative Person Profile, *Creativity Research Journal*, 23:3, 185-202, DOI: 10.1080/10400419.2011.595656
- Moye, J. (2011). Putting core academics into context, CTE courses provide an excellent platform for students to learn the relevance of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) as well as literature, arts, and social studies. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/PDFS/EJ926077.pdf>
- Namje Park. (2014). The Development of STEAM Career Education Program using Virtual Reality Technology. *Life Sci J* 2014;11(7):676-679] (ISSN:1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com>
- National Science Board. (2007). National action plan for addressing the critical needs of the U.S. science, technology, engineering, and mathematics education system (NSB-07-114). Washington, DC: National Academies Press.
- Oh, J., Lee, J. & Kim, J. (2013). Development and Application of STEAM Based Education Program Using Scratch: Focus on 6th Graders' Science in Elementary School. J. J. (Jong Hyuk) Park et al. (eds.), *Multimedia and Ubiquitous Engineering, Lecture Notes in Electrical Engineering* 240, DOI: 10.1007/978-94-007-6738-6\_60, Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Park, S. Y., Song K. S., & Kim, S. H., (2015). Cognitive Load Changes in Pre-Service Teachers with Computational Thinking Education. *International Journal of Software Engineering and Its Applications* Vol. 9, No. 10, s. 169-178
- Park, N., & Ko, Y. (2012). Computer Education's Teaching-Learning Methods Using Educational Programming Language Based on STEAM Education, In: Park, J., Zomaya, A., Yeo, S., et al (eds.), 2012; vol. 7513:320-327.
- Papanikolaou, K. (2010). Introducing robotics to teachers and schools: Experiences from the terecop project. *Constructivism: Paris*. Retrieved from <http://hermes.di.uoa.gr/frangou/papers/eurologo%202010.pdf>
- Peter J. Denning (2009). The profession of It beyond computational thinking. *Communications Of The Acm*, 52(6). DOI:10.1145/1516046.1516054
- President's Council of Advisors on Science and Technology (2010). Report to the president prepare and inspire: k-12 education in science, technology, engineering, and math (stem) for America's future. <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stem-ed-final.pdf> (Erişim:20 Mayıs, 2016)
- Rabalais, M. E. (2014). STEAM: A National Study of the Integration of the Arts into STEM Instruction and its Impact on Student Achievement. A Dissertation Presented to the Graduate Faculty of the University of Louisiana Lafayette In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Education
- Resnick, M. & Silverman, B. (2005). "Some reflections on designing construction kits for kids", *Proceedings of the 2005 Conference on Interaction Design and Children (IDC '05)*, pp. 117-122, DOI: 10.1145/1109540.1109556.
- Rotherham, A. J. & Willingham, D. T. (2010). 21<sup>st</sup>-Century Skills, Not New, but Worthy Challenge. *American Educator*, Spring 2010, 17-20.
- Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 55, 657-687.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Selby, E. C., Shaw, E. J. & Houtz, J. C. (2005) The creative personality. *Gifted Child Quarterly*, 49(4), 300 - 314.

- Shuchi Grover and Roy Pea (2013). Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, Vol. 42 No. 1, pp. 38–43 DOI: 10.3102/0013189X12463051
- SoonBeom Kwona , Dongsoo Namb & TaeWuk Leec. (2011). The Effects of Convergence Education based STEAM on Elementary School Students' Creative Personality. T. Hirashima et al. (Eds.). *Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education*. Chiang Mai, Thailand: Asia-Pacific Society for Computers in Education
- Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions. Washington, DC: National Governors Association (NGA), Center for Best Practices. Retrieved from <http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/1112STEMGUIDE.PDF>
- Walker, A. K. & Zeidler, L. D. (2007). Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal Of Science Education*, 29(11), 1387-1410.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M.S., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2014). Defining Computational Thinking for Science, Technology, Engineering, and Math. Poster presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA 2014), Philadelphia, USA. [http://ccl.northwestern.edu/2014/CT-STEM\\_AERA\\_2014.pdf](http://ccl.northwestern.edu/2014/CT-STEM_AERA_2014.pdf)
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Phil. Trans. R. Soc.* 366, 3717–3725
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–36
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S. E. & Korb, J. T. (2011). Introducing Computational Thinking in Education. *Proceeding SIGCSE '11 Proceedings Of The 42nd ACM Technical Symposium On Computer Science Education*. 465 – 470
- Yakman, G, (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. Pupils Attitudes Towards Technology. 2008 Annual Proceedings. Netherlands.
- Yakman, G. & Hyonyong, L. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *J Korea Assoc. Sci. Edu*, Vol. 32, No. 6, pp. 1072-1086.
- Yamak, H., Bulut, N ve Dündar, S. (2014) 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *GEFAD*, 34(2): 249-265
- Zeidler, D.L., Sadler, T.L., Simmons, M.L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377
- Zeidler, D. L. & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: Philosophical, psychological and pedagogical considerations. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Press.

## Extended Abstract

In recent years, a multi-disciplinary approach with the integration of science, mathematics, engineering and technology fields (STEM) seems to be beginning to gain importance in the world. Despite the gain acceptance of STEM practices in many countries, some debates and uncertainties remain in the application level at a conceptual level as to whether these practices are a teaching strategy, approach, model or thought flow. In this article, STEM is considered as a model and it is tried to discuss it in terms of relation with computational thinking at conceptual level, since a

philosophical and psychological infrastructure of each teaching model needs to be based on certain paradigms and the perspectives of the educators in different countries have also been examined. At the end of the discussions, some suggestions have been made for the researches and applications to be carried out on STEAM and Computational Thinking (CT) in science education, based on the examination of the literature in our country and in the world.



The essence of the CT is like a computer scientist when faced with a problem. The general ways of mathematical thinking in the solution of a problem; The ability to think like an engineer in relation to the patterning and real life situations of a large, complex system; Intelligence, mind, human behavior in the sense of a scientist can use the ability to think (Wing, 2008). According to Barr, David; Harrison, John; Conery and Leslie (2011), CT not only allow the development of cognitive skills only in students, at the same time, it promotes affective skills such as self-confidence in dealing with complex processes of nature, commitment to work on difficult problems, tolerance to uncertainty, ability to deal with open-ended problems, and ability to work and communicate with others for a purpose and solution.

It seems that in recent years, especially with the rapid development of information technology, communities have heard the need to update their training programs in line with these goals in order to stay behind this development and to increase competitiveness and catch up with other nations (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010; European Parliament Communities, 2015).. Danah (2014) states that, we need more innovative, creative, versatile and flexible thinkers. One of the ways to follow this is to associate the areas in the curriculum with each other and with life. Additionally, the century that we are in is a period in which knowledge skills are at the forefront. For this reason, STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) education, which is thought to enable individuals to become multifaceted, gained importance. STEM; (Çorlu, Capraro, Capraro, 2014), which encompasses science, technology, engineering and mathematics at primary and secondary school levels. In addition, STEM has a wide range of professions and disciplines, including agriculture, physics, psychology and automotive engineering

In recent years, interdisciplinary approaches have become one of the areas of importance for educators and it is known that these approaches support meaningful learning (Moye, 2011). In this context, STEM education in the US and Europe is at the forefront (Gonzalez, Kuenzi, 2012; Kuenzi, 2008), and the Korean primary school system (K-12). STEAM is an interdisciplinary approach (Park, Ko, 2012;

Armknrecht, 2015) and an understanding of the relationship between science, technology, engineering, art and mathematics (Yakman, Hyonyong, 2012). In order to create a balanced STEM program, it is stated that it is necessary to give more importance to the field of art than to acquire communication skills such as reading, writing and speaking. This view is due to the addition of the field of art to STEM education. It can be said that skills such as creativity, problem solving, critical thinking, communication, self-orientation, taking risks and responsibility and cooperating have developed through art through art. Described as the twenty-first century skills by many educators, these skills will be the skills that each student needs in order to survive successfully and become happy, successful individuals in the increasingly complex and technology-focused world

This study, which compiles the researches in the field, emphasizes the necessity of STEAM model and CT together (integrated). In this context, the following suggestions can be made for trainers, learners and program development specialists:

1. The coherence of the art dimension of the STEAM model in terms of philosophy, vision, mission, learning-teaching and measurement-evaluation processes can be investigated.
2. The STEAM model can be used to investigate the needs analysis of different instructional programs for Turkey in terms of both master and intermediate discipline integration studies.
3. The STEAM model can be used to study the suitability of different program design approaches for different disciplines (spiral, kernel, pyramidal, linear, etc.).
4. In the learning-teaching process, demographic characteristics such as age group, gender and socio-economic status and the relationship of STEAM applications can be examined.
5. Research can be done using model-based and multivariate statistics that focus on the twenty-first century skills that the STEAM model focuses and develops.
6. The STEAM model can be used to investigate the relationship between learning styles and different learning styles.