



İnceleme Makalesi

Üstün Zekalı ve Yetenekli Öğrenciler İçin Fen Bilimleri Eğitiminde Farklılaştırmanın Gerekliği

ÖZET: Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin tanınması, yetenek gelişimleri ve eğitimleri son dönemde üzerinde titizlikle çalışılan konular olmuştur. Bununla birlikte üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin potansiyellerine, yetenek gelişimlerinin desteklenmesine, sosyal ve duygusal ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte, etkili müfredatların geliştirilmesi de oldukça önemlidir. Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin fen bilimlerine doğuştan getirdikleri ilgileri vardır çünkü fen onların doğal merak ve hayal güçlerini harekete geçirir. Üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler, sahip oldukları potansiyelleri ve fene yönelik özel ilgileri de göz önüne alındığında bilimi bir yaşam tarzı haline getirecek ve bilime yaratıcı katkılar sağlayacak öncelikli bireyler olarak kabul edilmektedirler. Fiziksel, zihinsel, duygusal ve sosyal açıdan farklılıklar yaşayan bu bireylerin öğretim faaliyetlerinin de farklılaştırılması gerekliği gerçeği yadsınamaz. Bu bağlamda mevcut çalışmanın amacı, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere doğuştan merak ve ilgi getirdikleri Fen Bilimleri dersi öğretiminin neden farklılaştırması gerektiğinin ortaya koyulmasıdır. Bu bağlamda çalışma alan yazın taraması şeklinde yürütülmüş ve sonuç olarak üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin yaşlarına oranla fen bilimlerine yönelik ilgi, motivasyon, kavrayış ve sorgulama açısından farklı özelliklere sahip olduğu ortaya konulmuştur. Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin sahip olduğu bu özelliklere dayalı olarak da Fen Bilimleri öğretiminin üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler için farklılaştırması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen bilimleri, üstün zekalı ve yetenekliler, program farklılaştırma.

Sezen CAMCI
ERDOĞAN,
Dr, İstanbul
Üniversitesi, Hasan Ali
Yücel Eğitim Fakültesi,
Özel Eğitim Bölümü,
Üstün Zekalar
Eğitimi Anabilim Dalı,
İstanbul, TÜRKİYE,
scamci@istanbul.edu.tr

Alma: 17 Eylül 2014
Kabul: 24 Ekim 2014

GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin insan ve toplum hayatında her geçen gün daha fazla yer tuttuğu bu dönemde, gittikçe karmaşıklaşan ve çeşitlenen bilimsel ve teknolojik gelişmelerin anlaşılması ve amacına uygun şekilde kullanılması oldukça zorlaşmaktadır. Bu nedenle, bireylerin ve toplumların yeni bilgi ve teknolojik gelişmeleri kavrayabilmeleri ve bilinçli şekilde kullanabilmeleri için “fen/bilim okuryazarı” olabilmeleri kritik bir önem taşımaktadır (Özdemir, 2010). Fen deneyeye dayalı standartların, mantıksal argümanların ve şüpheciliğin bilim insanları tarafından dünyanın doğasını açıklamak için kullanılması açısından diğer bilgi birimlerinden-alanlarından ayrılır. Bu bağlamda fen alanında üzerinde yaşadığımız dünyayı anlamamızın bir yoludur (Sisk, 2007). Bu noktadan hareketle, fen okuryazarlığı ise genel olarak üzerinde yaşadığımız dünyayı daha iyi anlama ve bu anlayış ile daha kaliteli yaşama olarak yorumlanabilir.

Bireylerin ve toplumların fen okuryazarı olabilmeleri, bilimsel ve teknolojik buluşların bilimin açıklamalarıyla kavranması ve insan hayatının yaşam kalitesini koruyacak şekilde değerlendirilebilmesinin temel koşulu olarak görülmektedir (Liu, 2009). Fen eğitiminin günümüzde öncelikli vizyonu haline gelen fen okuryazarlığı, National Research Council (1996) tarafından “fen, matematik ve teknolojik konularda bilgi sahibi olmaktan öte, bu bilgileri ve bilimsel süreçleri günlük hayatta kullanabilmek” şeklinde tanımlanmaktadır. Shen (1975) fen okuryazarlığının boyutlarını, “güncel problemlerin fenle çözülmesi (pratik)”, “bilimin toplum tarafından özümsemesi (sivil)” ve “bilimin insanlığın temel etkinliği olması (kültürel)” şeklinde kavramlaştırmıştır (akt. Özdemir, 2010). Bu çerçevede, Türkiye’de Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı’nın vizyonu; “bireysel farklılıkları ne olursa olsun bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi olarak belirlenmiştir” (Milli Eğitim Bakanlığı, 2005). Bu noktadan bakıldığında üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin de, nesnelere ve doğal çevreleri hakkında sahip oldukları güçlü merak duygularını ve hayal güçlerini harekete geçirdiği için fen bilimine doğuştan getirdikleri ilgileri (Smutny & VonFremd, 2004) onları çoğu yaşlılarından farklı kılmaktadır. Kuvvetli hayal gücü ve merakın yanında, ileri düzeyde usa

vurma üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin bir diğer özelliğidir ki Fen Bilimleri usa vurma ile yakından ilişkilidir (Sisk, 2007). VanTassel-Baska ve Stambaugh (2006) üstün zekalı öğrencilerin meraklarını ve zihinlerini fen bilimleri dersi kadar hiçbir ders alanının zorlayamayacağını (challenge) ifade eder. Bu yüzden fen bilimleri öğretiminin, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin fen okuryazarı olabilmeleri ve etkili bir şekilde feni öğrenip, feni ve teknolojiyi yaratabilmeleri için potansiyellerine uygun şekilde, onların sahip olduğu özellikler dikkate alınarak yapılandırılması gerekmektedir.

Şüphesiz ki, bugün okullarımızda bulunan birçok üstün zekalı ve yetenekli öğrenci gelecek 20-30 yılın bilimsel topluluğu içerisinde olacak potansiyele sahiptir. Bu anlamda öğretmenlerin görevi ise 21. yy’ın bilimsel arenasına bu öğrencileri en iyi şekilde hazırlamaktır (Halkitis, 2001). Gelecekte ulusların ve toplumların gelişmiş düzeyde olması yaratıcılık ve üretkenliğin artırılmasının bir sonucu olarak görülmektedir. Üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler ise gelecek neslin gelişmiş teknoloji toplumuna katkı sağlayacak en önemli bireylerdir (Watters & Diezmann, 2003). Bundan dolayı üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin eğitimi, üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir konudur. Özellikle fen bilimleri alanında doğal bir yeteneğe ve üstün motivasyona sahip olan bu öğrencilerimiz için eğitim programlarının onların ihtiyaçlarına göre düzenlenmesi gereklidir. Üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış bir Fen Bilimleri programının oluşturulması için ise neden farklılaştırılmış bir öğretim programının olması gerektiği iyi anlaşılmalıdır. Bu bağlamda mevcut çalışma, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin farklılaştırılmış bir Fen bilimleri programına neden ihtiyaç duyduğunu açıklamayı amaçlamaktadır.

Mevcut müfredat ve öğretim ile ilgili problemlerin, bilimsel okuryazar bir toplumun geliştirilmesi ihtiyacı ile birleşmesi fen bilimleri eğitimi için özel bir ikilem yaratmaktadır. Birçok okulda arttırılan ders süreleri öğrencilerin yaparak, yaşayarak, araştırarak öğrendiği değil öğretmenin daha fazla ders anlattığı bir zaman dilimine dönüşmektedir (VanTassel-Baska, 2006). Bu durum ise toplum olarak bizi, etkili fen bilimleri eğitimi noktasından uzağa götürmektedir. Kaldı ki Fen bilimlerini öğrenmeye ve uygulamaya oldukça motive, ilgili ve istekli bireylerin eğitimde bu duruma

karşılığında çok daha büyük sorunlar ve hayal kırıklıkları oluşturmaktadır.

Öğretim zamanı ve bütçe sınırlılıkları ile birleşen bir başka sorun da öğrencileri fen ile uygun şekilde etkileşime sokacak öğretmenlerin yetiştirilememesidir. Birçok ilköğretim ve ortaokul öğretmeni fenin ne olduğunu öğrencilere aktarmak için çoğunlukla ders kitapları, çalışma yaprakları ve önceden hazırlanmış deneyleri kullanmakta; ilköğretim düzeyinde fenin bu şekilde zayıf ve yetersiz düzeyde öğretilmesinden dolayı, özellikle de fen bilimleri alanında yetenekli ve bu ilgilerini destekleyecek çalışmalar yapma isteği taşıyan öğrenciler kazanılamamaktadır (VanTassel-Baska, 2006). Renzulli (1968) ve Sisk (1989) tanımlama ve öğretimsel farklılaştırmalar konusunda eğitilmiş öğretmenlerin, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin özel ihtiyaçlarının desteklenmesini sağlayan öğrenme ortamlarının hazırlanmasında önemli rol oynadıklarını söylemişlerdir. Üstün zekalı ve yeteneklilerin ihtiyaçlarına yönelik Fen bilimleri öğretiminin yapılmasının gerekliliğinin anlaşılması ve öğretmenlerin üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere fen eğitiminde daha etkili öğrenme fırsatları sağlayabilmesi için öncelikle üstün zekalı öğrencilerin fen alanında hangi özelliklerinin yaşlıtlarına göre daha ön plana çıktığının biliniyor olması gerekmektedir.

Fen Bilimleri Alanında Üstün Yetenekli Olan Öğrencilerin Gösterebilecekleri Özellikler

Hoover ve Feldhusen (1990) fende üstün zeka ve yetenekliliği, hipotezleri formüle etme, bilimsel problemleri çözme becerisi ile ilişkilendirirken; Shim ve Kim (2003) fen alanında üstün yetenekli olmayı bilimsel başarı, liderlik, motivasyon, etik değerler, yaratıcılık ve deney tasarlama becerisi ile ilişkilendirmektedirler. Steinkamp ve Maehr (1983) ise fende yetenekli olmayı bilişsel yetenek ile açıklarken, Innamorato (1998) yaratıcılık, problem çözme, verileri manipüle etme gibi beceriler ile açıklamaktadır.

Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin Fen bilimleri derslerinde sınıfa diğer arkadaşlarından farklı bazı özelliklerle gelirler (George, 1997). Fen dersinde çok farklı gerçekleri bilir, bilimsel kavramları derinlikle anlar (Gould, Weeks ve Evans, 2003) ve spesifik örneklerden öğrendiklerini daha genel örneklere transfer etme noktasında bir iç görü ve anlayışa sahiptirler (Kopelman, Galasso & Strom, 1977; Ngoi & Vodracek, 2004). Bu bilgileri, etraflarını

yakından gözlemlenmeleri (Karnes & Riley, 2005), başkalarının kaçırdığı problemleri tanımlayarak (Meador, 2003), deneyler yaparak ve cevabı bilmemekten (belirsizlikten) zevk alarak elde ederler. Fen bilimlerine yönelik motivasyon, ısrar, keşfetme becerisi ve doğal yeteneği barındıran bir tutkuları vardır. Çok iyi problem çözücü olmakla birlikte problem bulma noktasında da çok iyidirler. Açık uçlu durumlarda, sonucunu bilmedikleri bir deneyi çok uzun süre dikkatleri dağılmadan yürütebilirler ve fene yönelik motivasyon, sebat, isteklilik ve doğal meraklarının yanında hırsları da vardır (Karnes & Riley, 1999; 2005).

Üstün zeka ve yeteneğe sahip öğrencilerin fen alanında sahip olduğu genel özelliklere bakıldığında bu özellikler üç grup altında toplanabilir: ilk grup bilimsel merak, ikinci grup bilişsel yetenekler ve üçüncü grup da üst bilişsel yetenekler olarak ifade edilebilir.

Bu bağlamda birinci grup olan “bilimsel merak” özelliğini işaret eden durumlar:

- Bilimsel el yapımı eserleri ya da verileri toplama ve derleme gibi hobilere sahip olma,
- Nesneleri toplama, sıralama ve sınıflamaya yönelik ilgili olma,
- Nesnelere ve çevreleri hakkında güçlü bir merak duygusuna sahip olma,
- Bilimsel olayları araştırma noktasında oldukça ilgili olma,
- Gözlem yapma ve soru sormaya eğilimli olma,
- Özellikle “Neden?” sorusu ile gözlemledikleri nesnelere ya da olayları açıklama isteği ve merakı,
- Fen ile ilgili/bilimsel terimlerin köklerine dair ilgi,
- Fenin herhangi bir disiplinine yönelik derinlemesine ilgi,
- Deneylerin sonuçlarını sayarak ya da tartarak ölçme isteğidir (Cooper, Baum & Neu, 2004; 2005; Taber, 2007).

Yukarıda bahsedilen özellikler Fen Bilimlerinde bilimsel süreç becerileri olarak adlandırılan ve bilimsel yöntemin kullanılmasında etkin rol oynayan beceriler olarak göze çarpmaktadır. Genel olarak gözlemlenen ve bir problem bulup bu problemin çözümünü üzerine odaklanan bu süreçte, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin sahip olduğu derin merak ve ilgi bu becerilerin daha etkili ve ilgili kullanımını desteklemektedir.

İkinci grup olan “üst düzey bilişsel yetenekleri” işaret eden durumlar aşağıdaki gibi olabilir:

- Yeni fikirleri öğrenmeye hazır olma,
- Formal bilimsel gelenekleri fark etme ve kullanma,
- Nesnelere ya da durumları açıklarken, yaşlılarına göre çok daha geniş bir bilimsel kelime haznesi kullanma,
- Hızlı ve geniş bir kavram algısı,
- Yeni fikirleri bilinenler ile ilişkilendirme,
- Bilimsel gerçekler ve kavramlar arasında hızlıca bağlantılar kurma ve bilimsel kavramlar ile gözlenen durumlar arasında ilişkiler kurma,
- Öğrenilen bilgilerden bilinmeyenlere doğru gitme isteği,
- Yeni durumlarda model ve teorileri çabuk anlama ve olayları açıklamada bunları kullanma,
- Bir argümandaki basamakları atlama, diğerlerinin usa vurması arasındaki akışı keşfedip, hızlıca araştırmanın basamaklarını algılayarak sonuçları tahmin etme kapasitesi,
- Matematiksel model üretme,
- Yaratıcı ve geçerli açıklamalar geliştirme,
- Normalden erken bir yaşta soyut düşünebilme,
- Belirsizliklerle yaşamaya hazır olma,
- Değişkenleri kontrol etme, hipotez kurma ve kestirimde bulunmada istekli olma,
- Verilerde bağlantıların belli olmadığı paternleri tanımlama,
- Veri toplamada ya da tahminleri test etmede çeşitli alternatif stratejiler önerme (Cooper, Baum & Neu, 2004; 2005; Taber, 2007).

Bu gruptaki özellikler ise yeni problem durumlarının bulunması, bu problem durumlarına ve çözümlerine yönelik verilerin toplanması ve birbirleri ile ilişkilendirilmesi noktasında özellikle yaratıcı ve eleştirel düşünebilme özelliklerini oluşturmaktadır.

Üçüncü grup olan “üst bilişsel olgunluğu” işaret eden durumlar:

- İlgilerini devam ettirebilme,
- Güçlü bir konsantrasyon gösterebilme,
- Kendi düşünceleri ve öğrenmelerini yansıtabilme,
- Bir konunun bölümleri hakkında kısa bir bakış oluşturabilme,

- Kendi etkinlik seçimlerinde ve üst düzeyde kaliteli bir iş çıkarmada üstün ve sebatkar olma,
- Derin bir anlayışa sahip olma isteğidir (Taber, 2007).

Motivasyon, öz düzenleme ve kendi ilgi alanlarını ve öğrenmesini bilerek bundan sorumlu olma da son dönemde üzerinde hassasiyetle durulan özelliklerdendir. Bu bağlamda özellikle Fen Bilimlerini günlük hayatta kullanma, fen okuryazarlığını geliştirme ve özel bir ilgi alanı olarak Fen Bilimlerini araştırma üst bilişsel özelliklerin kullanımını gerektirmektedir. Bunun yanında Fen Bilimlerinde proje önerisinde bulunma ve bir bilimsel proje yürütme sürecinin de motivasyon, öz düzenleme ve ilgiyi devam ettirebilme gibi üst bilişsel özellikleri gerektirmektedir.

Farklı başlıklar altında yer alan üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin sahip olduğu özelliklere, mevcut Fen Bilimleri öğretimi ile karşılık bulmak oldukça zordur. Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin sahip olduğu farklı özelliklerin ortaya çıkarılmasında ve bu özelliklerin verimli bir şekilde kullanılarak geliştirilmesinde fen öğretiminin niteliği çok önemlidir. Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere nitelikli ve etkili bir fen öğretimi sağlanmasında, mevcut durumda üstün zekalı ve yeteneklilere fen öğretiminde yaşanan aksaklıkların ortaya koyulması çok kıymetlidir.

Üstün Zekalı ve Yetenekli Öğrenciler İçin Mevcut Fen Öğretiminin Sahip Olduğu Sorunlar

Birçok üstün zekalı ve yetenekli öğrenci ilköğretim yılları boyunca yaşlılarından farklı özelliklerinden doğan ihtiyaçlarına uygun bir şekilde hızlandırılmış ve zenginleştirilmiş bir fen müfredatından yoksundurlar; hatta ilköğretim birinci kademe düzeyinde sistematik bir fen eğitiminin var olmadığı bile söylenebilir. Buna rağmen üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler çevrelerindeki dünya ile ilgili yoğun bir merak, buluş temelli öğrenmeler için erken hazırbulunuşluluğa ve kavram odaklı fen öğrenimine karşı güçlü ilgilere sahiptirler (VanTassel-Baska, 2006).

Bazı eğitimciler, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere serbest araştırma ve keşif fırsatları sağladıklarında öğrenmeyi farklılaştırdıklarına inanırlar. Bu durumlarda üstün öğrencilerin daha çok soru sorduğunu, bu sorulara cevap arama noktasında daha derin öğrenmeler sağladığını ve meraklarının da ivme kazandığını söylemek

yanlış olmaz ama bu yeterli değildir (Meador, 2003, 2005). Bahsedilen durumlar göz önünde tutulduğunda üstün zekalı ve yeteneklilere yönelik fen öğretimi karmaşık ve pek çok açıdan acilen çözüm gerektiren sorunlara sahiptir. Bu sorun alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Üstün yetenekli öğrencilerin standartlarına ve yeni fen elementlerine uygun müfredat modellerinin geliştirilmesi,
- Müfredat araç-gereçlerinin ve kullanımlarının değişmesi,
- Fen merakını destekleyen ve farklı öğrenci gruplarında verimlilik gösteren öğretim stratejilerinin kullanılması,
- Fen ile ilgili davranış, tutum ve içerik bilgisine sahip ve müfredat ve öğretim programlarındaki değişiminin önemini kabul eden öğretmenlerin yetiştirilmesi,
- Açık-uçlu çalışmalara, problem çözmeye ve portfolyo modellerine yoğunlaşan özgün (authentic) değerlendirme yaklaşımlarının kullanılması,
- Bu dinamiklerin birlikte çalışmasını sağlayacak sistemli değişim modellerinin geliştirilmesi (VanTassel-Baska, 2006).

Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere fen eğitimi noktasında yaşanan sorunlardan en öne çıkanı, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin sahip olduğu özelliklere, standartlarına ve modern Fen Bilimleri öğretilerine uygun öğretim müfredatının yoksunluğudur (VanTassel-Baska, 2006). Üstün zekalı ve yeteneklilerin özelliklerine hitap eden bir öğretim müfredatının yoksunluğu, öğrencilerin sahip olduğu ilgi, merak ve güdülerini tatmin edememekle birlikte, onlara kendi düzeylerini bir adım öteye taşıyacak zorlukta yaşantı ve etkinlikleri sağlayamamaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin ileri düzey düşünme becerilerini karmaşık süreçlerde kullanmalarından ve yaratıcı üretkenliği gerektiren bilimsel prensipler temelinde çalışmalarından mahrum kalmalarına sebep olmaktadır. Bu bağlamda hem öğrencilerin bilim yapmasını sağlanamamakta hem de üst düzey düşünme becerileri (eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, değerlendirici düşünme, karar verme vb.) ile üst bilişsel düşünme becerilerini kullanmalarına olanak sağlanamamaktadır.

Üstün zekalı ve yeteneklilere fen öğretiminde, mevcut durumda sorun yaratan ve değişmesi gereken bir diğer durum ise müfredat içerisindeki araç-gereçler ve bu araç-gereçlerin

kullanımıdır (VanTassel-Baska, 2006). Üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler, derste araç gereçlerin az kullanılması, malzemelerin eski olduğu ve yeterince güncel olmadığı, güncel dergi ve yayınların okullarında bulunmadığını hazır modeller yerine kendi yapabilecekleri ders araç gereçlerinin daha öğretici olacağını ifade etmişlerdir (Çelikkelen, 2010; Johnson, Boyce & VanTassel-Baska, 2013). Araç gereç kullanımı noktasında yaşanan problemler, öğrencilerin ilgi ve merakını destekleyen araştırmaların doğru bir şekilde yapılamamasına, fazla zaman ve enerji harcanmasına sebep olmaktadır. Üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler, yaşlarına göre ileri düzeyde kavrama, anlama ve soyut düşünme yetilerine sahip oldukları için derslerde kullanılan materyallerin de bu öğrencilerin potansiyellerini daha üst düzeye çıkarabilecek şekilde zorlayıcı olması gerekmektedir. Fakat mevcut sistemde, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin daha soyut ve karmaşık bir şekilde kendi düzeylerine uygun olarak yapılandırılan, yaparak yaşayarak öğrenme deneyimi fırsatı sağlayan materyallere ulaşması mümkün olmamaktadır.

Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine fırsat sağlayan deneyimlerin başında açık uçlu problem durumları yer almaktadır ki bunların mevcut durumda Fen Bilimleri öğretiminde etkin kullanılamaması da sorun yaratan bir diğer unsurdur. Açık uçlu ya da yapılandırılmamış problem durumlarının çözümü, sadece üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin değil tüm öğrencilerin problemi potansiyellerini zorlayacak şekilde genişlik ve derinlikte ele almasını sağlar (Watters & Diezmann, 2003). Üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler özelinde ise açık uçlu ya da yapılandırılmamış problem durumları ile karşılaşmak çok daha etkili olmaktadır (Tarhan, 2005). Çünkü üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler yoğun merak ve öğrenme güdülerinden dolayı açık uçlu öğrenme durumlarını çok uzun süre dikkatleri dağılmadan yürütebilmekte ve bu deneyimlerle Fen Bilimlerine yönelik motivasyon, sebat, isteklilik ve doğal meraklarını da pekiştirmektedirler (Karnes & Riley, 1999, 2005). Açık uçlu problem durumlarının çözümlenmesi noktasında, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere araştırma yapma becerisi konusunda araştırma tekniklerinin ve bu teknikleri deneyimleme fırsatının sıkça verilmesi gerekmektedir (Çelikkelen, 2010).

Mevcut Fen öğretimi programlarında bireylerin sahip olması gereken özellikler arasında "...kendi yaşamlarında bir bilim insanı gibi araştıran,

eleştiren, sorgulayan, merak özelliğine sahip, problemleri tespit ederek bunlara yaratıcı çözüm arayan..."(MEB, 2005) özellikleri dikkat çekilmekte ve öğrencilerin problemlere çözüm üretme sürecinde öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük hayata entegre etmeleri beklenmektedir. Öğrenilenlerin günlük hayata entegre edilmesi sürecinde seçilen açık uçlu problem durumlarının günlük hayattan olması ve çözümlerin de günlük hayattan karşılık bulması da en önemli noktalardan birisidir. Fen okur yazarlığının –ya da bilimsel okuryazarlığın- bu denli önemsendiği günümüzde en önemli noktalardan birisi ise Fen Bilimlerinin günlük hayatın içinden olduğunun bilinerek, öğrenilenlerin günlük hayata entegre edilmesidir. Çevrelerine karşı olağan üstü farkındalık geliştiren üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin ortaya koydukları problem durumlarının ve bu problemlere yönelik çözümlerin de günlük hayattan uzak olması beklenemez. Bu yüzden üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere Fen Bilimleri öğretiminde günlük hayatla ilişkili açık uçlu problem durumlarının ortaya koyulduğu ve bu problemlerin bağımsız ve toplumun faydalanabileceği şekilde çözümlendiği öğrenme ortamlarının sağlanması; mevcut öğretim müfredatının buna uygun olarak yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

Üstün Zekalı ve Yetenekliler İçin Fen Bilimleri Öğretiminin Farklılaştırılması

Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin sahip olduğu merak ve ilgilerinin, onlara serbest araştırma ve uygulama yapabileceği içerik ve ortamlarla desteklenerek, bu öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünmelerine ve bilimi deneyimlemelerine fırsat verilmelidir. Bu bağlamda mevcut Fen bilimleri öğretiminin yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bu yeniden yapılandırma ihtiyacının karşılanması noktasında ise üstün zekalı ve yeteneklilerin eğitiminde kullanılacak farklı öğretimsel müdahalelere yer verilebilir. Öğrencilerin ileri öğrenme ihtiyaçlarını karşılamak ve var olan potansiyellerini sağlamak amacı ile üstten ders alma, okula erken başlama, ileri yerleştirme sınıfları vb. gibi uygulamaları olan hızlandırma kullanılabilir. Bununla birlikte öğrencinin kendi zihin düzeyinde ya da sahip olduğu yetenek türüne ve düzeyine benzer kişilerle beraber çalışmasına fırsat veren kaynak oda, yetenek grupları, düzey grupları vb. uygulamaları olan gruplama stratejisi kullanılabilir. Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere daha karmaşık, derin ve çeşitlendirilmiş öğrenme

fırsatları sunmak amacı ile de müfredat daraltma, okul sonrası programlar vb. gibi zenginleştirme etkinlikleri kullanılabilir. Bütün bahsedilen stratejilerin yanı sıra, Tomlinson (2000) üstün zekalı ve yetenekli çocuklar için etkili sınıfların, farklılaştırma ilkelerini ve uygulamalarını işe koşan sınıflar olduğunu ifade etmiştir. Tomlinson (2000) farklılaştırmayı "akademik olarak farklı olan çocukların ilgi ve hazırbulunuşluklarına cevap verebilecek içerik, süreç ve ürün farklılaştırma için çeşitli etkinlikler kullanmak" olarak tanımlamıştır. Farklılaştırmanın neden sınıfta olması gerektiğine dair ifadeleri ise şu şekildedir: 1) Aynı yaşta olan çocukların hazırbulunuşlukları, öğrenme stilleri, deneyimleri ve ilgileri anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır. Özellikle üstün zekalı ve yetenekli çocuklar çeşitli hızlandırmaya, çeşitli içerik düzeylerine ve çeşitli seviyelerde desteğe ihtiyaç duyarlar. 2) Öğrenciler, zaten bildikleri konularla ilgili olarak daha iyi performans göstermek için zorlanmaya (challenged) ihtiyaç duyarlar. 3) Öğrencilerin okul öğrenmeleri ile günlük hayatlarını ilişkilendirmeye ve bağlantılar kurmaya ihtiyaçları vardır.

Fen bilimleri özelinde ise, üstün zekalı ve yetenekli olan öğrenciler sıralı öğrenme deneyimleri sunan ve bilgi birikimlerini zenginleştiren, yeterince gelişmiş, zorlayıcı ve iyi planlanmış bir öğrenme programına ihtiyaç duymaktadırlar. Ayrıca üstün zekalı öğrenciler, fen bilimlerinde çıkış noktası olarak gerçek yaşam problemlerini kullanarak özgün araştırma fırsatları sağlayan ve başka araştırma alanları ile ilgili bağlantılar kurmalarını sağlayacak önemli fen kavramları üzerinde çalışmaya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu kavramlardan en önemlileri bilimsel anlayışa ve bilimsel yöntemle temel oluşturan bilimsel kavramlardır. Bu bilimsel kavramlar temelinde, öğrencilerin bilimsel bilgiyi hayata geçirmelerinde ve problemlerin çözümünde bu bilimsel bilgi ve yöntemi kullanmalarında rol oynayacak ileri düzey düşünmeyi, karmaşık süreçleri, disiplinler arası entegrasyonu ve yaratıcı üretkenliği sağlayan farklılaştırılmış öğretim programlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Cooper, Baum & Neu, 2004; Gould, Weeks & Evans, 2003; Meador, 2003). Bu noktalar temelinde üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere yönelik olarak fen öğretim programlarının farklılaştırmaya ihtiyaç duyduğu çok açıktır.

Farklılaştırılmış fen öğretim müfredatı uygulandığında üstün zekalı ve yetenekli

öğrencilerin fen öğrenme alanlarında üst düzey düşünme becerilerini ve bilimsel süreç becerilerini kullanma, yaratıcı olma, kavram ve ilkeleri birbiri ile ilişkilendirme, etkin araştırma becerileri geliştirme ve derse/bilime karşı olumlu tutumlara sahip olma düzeylerinin arttığı ve gelecekte fen bilimleri ile ilgili bir kariyer seçme noktasında olumlu ve etkili öğrenmeler sağladığı bir çok araştırma sonucu ile ortaya koyulmuştur (Lynch, 1992; Öğretme, 2001; Stake & Mares, 2001; Tyler-Wood, 2000; Waiyarod, 2007). Bu çalışmalar sonucunda, farklılaştırılmış öğretim uygulanan grupların öğrenme, bilimsel süreç becerilerini kullanma, dersten zevk alma vb. gibi özelliklerinde oluşan anlamlı değişimler fen öğretiminde farklılaştırmaya ihtiyaç duyulduğunun ve bu ihtiyaç karşılandığında nasıl olumlu durumların ortaya çıktığının bir göstergesi olarak algılanabilir. Üstün zekalı öğrencilere fen öğretiminde farklılaştırmaya, öğretimin her bileşeninde- içerik, süreç ve değerlendirme (ürün)- ihtiyaç duyulmaktadır. Fen bilimleri içeriğinin farklılaştırılmasında, öğrencilerin fen ile ilgili kavram, ilke ve yöntem bilgilerinin öğrencilerin ilgi, ihtiyaç ve düzeylerine göre uyarlanması gerekmektedir (Maker, 2009). Sahip oldukları ileri düşünme becerileri nedeni ile üstün zekalı öğrencilerin fen öğretiminde somut, standart öğrenmelerden ziyade soyut genellemeleri kullanma, bu genellemelere kendi ulaşma ve deneyimlemeye ihtiyaç duymaktadırlar. Soyut öğrenmelere giden süreçler beraberinde derinlik ve karmaşıklık da getirecek, öğrencilerin merak ve ilgi düzeylerini tatmin edecektir. Derinlik, soyutluk ve karmaşıklığın yanında normal müfredatın dışına çıkılarak normal müfredatta yer almayan derslere, konulara ve disiplinler çalışmalara yer verilmelidir (Sak, 2010; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2006). Bu noktada üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin fen bilimlerinde öğrendiği içeriği farklı disiplin alanlarında da kullanma; günlük hayat durumlarına transfer ederek fen bilimlerini hayatın içinden görmesi de sağlanabilir. Özellikle neden sorusu ile başlayan merak süreci, farklılaştırılmış etkinliklerle desteklenirse hipotezlerin kurulup, verilerin toplanarak problem durumuna yaratıcı çözümlerin bulunması ile sonuçlanabilmektedir. Bu süreçte iyi bir rehberlikle çoğunlukla öğrencinin öz denetiminde yürütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü öğrenci tarafından yürütülen bu öğrenme deneyimi, sonuçtan ziyade sürece odaklanılarak öğrencinin hem bilim yapma sürecini deneyimlemesine hem de “benim eserim” duygusu ile özgüvenini

artırmasına olanak sağlayabilir. Üstün zekalı ve yeteneklilere Fen Bilimleri öğretiminde eleştirel ve yaratıcı düşünmenin yanında günlük açık uçlu problem durumları ile desteklenen; öğrencilerin merak ve ilgilerini güdüleyen –farklılaştırılan- öğretim ortamında, değerlendirmenin de farklılaştırılması ihtiyacı doğmaktadır (VanTassel-Baska, 2006). Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin ilgi, ihtiyaç ve potansiyellerine uygun olarak farklılaştırılan öğretimin değerlendirilmesinde, klasik yöntemlerle birlikte mutlaka açık-uçlu çalışmalara, problem çözmeye, portfolyo değerlendirmeye, öğrenci günlüklerine ve işbirlikli öğrenmeye yoğunlaşan, sadece sonucu değil süreci de değerlendiren ve öğrencinin kendi seçimi ile belirlenmiş, kendini özgür ve yaratıcı bir şekilde ifade edeceği özgün (authentic) değerlendirme yaklaşımlarının da kullanımı gerekmektedir. Örneğin “kelebekler” hakkındaki bir öğrenme biriminde bazı öğrenciler sadece internette kelebekleri araştırırken, bazıları kelebekler ile ilgili kitaplar okuyabilir, kimisi kelebeklerle ilgili bir habitat kurarken bir kısmı ise bir biyolog ile konu hakkında röportaj yapabilir. Bununla birlikte kelebeklerin diğer böcek türleri ya da hayvan türleri (insanlar olabilir örneğin) ile olan ilişkilerinin irdelenmesi ve ortaya koyulması noktasında bir hem içerik farklılaştırması hem de analiz ve yaratma basamağında üst düzey düşünme becerilerinin aktive olması ile süreç farklılaştırma ile de öğretimin farklılaştırılması desteklenebilir. Öğrencilerin öğrenme stillerine ve ilgi alanlarına göre çeşitlendirilebilecek süreç ve ürünlerle öğrencilerin fen öğrenmeleri çok daha anlamlı kılınabilir ve onlara daha çok hitap eden öğrenmeler sağlanabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Eğitimin amacı düşünen vatandaşlar yetiştirmek olmalıdır. Öğrenciler düşünmek, usa vurmak, açıklamak ve düşüncelerini ifade etmek için potansiyellerini zorlamaya ihtiyaç duyarlar (Watters & Diezmann, 2000). Fen eğitiminin ise temel amacı, kişinin çevresindeki problemleri tanımlaması, gözlem yapması, hipotez kurması, deney yapması, sonuç çıkarması, analiz etmesi, genelleme yapması ve elde ettiği bilgi ve gerekli becerileri uygulamasıdır. Fen Bilimleri dersinin amaçlarından birinin bireyleri bir bilim insanı gibi yetiştirmek, onların kendilerini bilim insanı gibi hissetmelerini sağlamak olduğu (Akgün, 2001) düşünüldüğünde, yaşlarına göre farklı

özelliklere sahip olan üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin bilim insanı olmaya en yakın adaylar olduğu ve bu öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun Fen öğretiminin yapılandırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. VanTassel-Baska (2002) üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin zihinsel kapasitesinin olgunlaşmış yeterliliğe dönüşmesi için, kesinlikle eğitimlerinin iyi organize edilmiş şekilde düzenlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu iyi organize edilmiş yapılandırılma noktasında üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun, potansiyellerini ileriye taşıyacak, ilgi ve meraklarını güdüleyecek ve onlara bilim yapma noktasında motivasyon sağlayacak içerik, öğretme ve öğrenme strateji yöntem ve teknikleri ile değerlendirme süreçlerini kapsayan farklılaştırılmış öğretim ortamlarının sağlanması gerekmektedir.

Sondergeld ve Schultz (2008), ilköğretim üçüncü sınıf düzeyinde basit makineler ünitesini içerik-yetenek seviyesine göre farklı materyaller-; süreç-yaparak yaşayarak öğrenme etkinlikleri-; ürün- kişisel tercihlere dayalı- ve ortam-bağımsız ve küçük grup çalışmaları- açısından farklılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda öğrenciler basit makineler konusunu ile ilgi bilgileri fen ile daha etkili bir şekilde ilişkilendirirken, dersin eğlenceli olduğuna yönelik olumlu tutum gösteren ifadeler de kullanmışlardır. Öğretmenler ise farklılaştırmanın zor, hazırlık gerektiren ama öğrencilerin ihtiyaçlarına etkili cevap verdiği ve eğlenceli olduğu için gerekli ve önemli bir süreç olduğu sonucuna varmışlardır.

Gould, Weeks ve Evans (2003)'ün "Fen Erken Yaşta Başlar (Science Starts Early)" adıyla yapılandırdıkları farklılaştırılmış öğretim programı, 3 yaş düzeyindeki çocukların fen kavramları ile karşılaşmasını ve bilimsel yöntem ile fen yapabilmeleri için ilk adımların atılmasını sağlayan bir öğretim programıdır. Program kapsamında fen kavramları vurgulanarak hipotez kurma, deney yapma gibi beceriler de geliştirilmiştir. Bu bağlamda fen kavramlarının daha çok vurgulandığı ve bilimsel süreç becerilerinin işe koşularak, yaparak yaşayarak öğrenmenin sağlandığı Fen Erken Yaşta Başlar farklılaştırılmış programı sonunda öğrencilerin fen kavramlarını derinlemesine ve çok daha farklı düzeylerde ilişkiler kurarak öğrendikleri belirlenmiştir.

VanTassel-Baska, Bass, Ries, Poland ve Avery (1998)'nin çalışmalarında, bilimsel süreç becerileri entegre edilerek farklılaştırılmış fen ünitesinin uygulanması ve farklılaştırılmış

ünitenin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki ilerleme düzeylerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 1.471 tanılanmış üstün zekalı ve yetenekli öğrenci oluşturmuştur. Model özellikle üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler için ileri içerik, üst düzey düşünme ve ürün ile bir kavram boyutu sunmaktadır. Deneysel desende yürütülen araştırmanın sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin (farklılaştırılmış öğretim uygulanan) kontrol grubundaki öğrencilere göre bilimsel süreç becerilerini anlamlı derecede geliştirdikleri görülmüştür. Ayrıca öğretmenler de deney grubundaki öğrencilerin motivasyon ve ilgilerine yönelik olumlu yansımalarda bulunmuşlardır.

Bahsedilen araştırma sonuçlarından da ortaya çıktığı üzere, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin ilgi ve meraklarını karşılayacak farklılaştırılmış bir fen öğretimine ihtiyaç duydukları görülmüştür. Bununla birlikte içerik, süreç ya da ürün noktasında (ya da hepsi birlikte) farklılaştırılan fen öğretim programlarının öğrencilerin öğrenme düzeyi, üstü düzey düşünme becerilerini kullanma, dersten zevk alma vb. gibi durumlarını olumlu etkilediği ortaya koyulmuştur. Gagne (1991) de üstün zekalı ve yeteneklilerin eğitimi alanında yapılan çalışmalarda, uyarıcı, destekleyici ve potansiyeli daha iyiye götürecek düzeyde zorlayıcı olan ortamın ve etkinliklerin ne denli önemli olduğunu ortaya koymuştur. Farklılaştırılmış fen öğretiminde kullanılan, ileri düzey düşünmeyi ve karmaşık süreçlerle baş etmeyi sağlayan günlük hayattan seçilmiş açık uçlu problem durumlarının çözümlenmesi, proje tabanlı öğrenme yöntemi ile öğrencilerin çevrelerinden buldukları sorunlara bilimsel yöntem yoluyla yaratıcı çözümler üretmelerini sağlamaktadır. Bu da öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünme ve bilim yapmayı deneyimleme, merak ve araştırma duygularını giderme ihtiyaçlarına cevap vermektedir. Bununla birlikte bu gibi yöntem ve teknikler yaparak yaşayarak öğrenmeye temel oluşturabilmekte ve hem öğrencilerin problemi, potansiyellerini zorlayacak şekilde genişlik ve derinlikte ele almasını sağlamakta, hem de toplumsal ve dünyaya dair sorunları çözmeye yönelik ilgilerini harekete geçirmektedir (Watters & Diezmann, 2003).

Willis (2007), öğrencilerin fen öğretiminde yaratıcı problem bulma, yaratıcı problem çözüme ve zihinsel etkileşimlerini geliştirmek için bilgileri analiz edip, sentezlediği ve değerlendirdiği; uygun, zorlayıcı öğrenme aktiviteleri kullanılmasının önemine değinmektedir. Üstün

zekalı ve yetenekli öğrencilerin bilimsel girişimcilik yoluyla, soyut düşünme ve yaratıcı problem çözme ile potansiyellerini zorlamaya ve zihinsel kendini gerçekleştirmeyi yaşamaya ihtiyaçları vardır (Watters & Diezmann, 2003). Bu zihinsel kendini gerçekleştirme kendiliğinden ortaya çıkmaz; fen öğretimi bileşenlerinden olan bilimsel süreç becerilerinden gözlem, araştırma, etkinlik ve rehberlik yoluyla gelişir (Feldhusen, 1998). Bu yüzden fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin sürece dahil edildiği, öğrencilere problem çözme, eleştirel düşünme, karar verme, yaratma gibi üst basamaklara ulaşma ve bu basamaklarda etkili olma olanağı veren farklılaştırılmış fen öğretim programlarına gerek duyulmaktadır (Temiz, 2001). Bu farklılaştırılmış öğretim süreç için, öğretim ortamının da öğrencilerin fikirlerindeki farklılıkları kabul eden, esnek görevler sunan, dinleme, odaklanma ve yeniden düşünme için zaman ve fırsat veren, öğrencilerin sorularını ciddiye alan ve yaratıcılık için risk almayı cesaretlendiren sınıf ortamı olarak yapılandırılması gerekmektedir (Matthews & Foster, 2005).

Üstün zekalı ve yeteneklilerin eğitimi, Türkiye’de bir sosyal sorumluluk olarak görülmeli ve alana her anlamda katkı sağlayacak çalışmalar muhakkak ki destek görmelidir. Üstün zekalı ve yetenekliler için öğretim programlarının geliştirilmesi ya da farklılaştırılması farklı açılardan ele alınarak, her bir akademik alan için üzerinde çalışılmalıdır. Farklı araştırmacılar tarafından geliştirilecek/farklılaştırılacak Fen Bilimleri müfredatlarının uygulaması, en doğrunun bulunması noktasında faydalı olacaktır. Fen Bilimleri müfredatının farklılaştırılmasındaki amaç, üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere Fen Bilimleri eğitiminde, bilgi temelinin iyi yapılandırıldığı, bilimsel süreç becerilerinin ve üst düzey düşünme becerilerinin harmanlandığı ve süreçte özellikle yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlayacak açık uçlu problem durumlarının kullanıldığı farklılaştırılmış bir öğretimin esnek bir sınıf ortamında sağlanmasıdır. Üstün zekalı ve yeteneklilere Fen Bilimleri eğitimine ayrılan kaynağın artırılması ve artan kaynaklar ile farklılaştırılan müfredatların yaygın kullanılması da sağlanmalıdır. Üstün zekalı ve yeteneklilerin özellikleri, ilgi ve ihtiyaçları gözetilerek farklılaştırılan Fen Bilimleri programının, kısa ve uzun vadede bireysel ve toplumsal refaha ve ilerlemeye katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgün, S. (2001). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: Öncü Basımevi.
- Conger, A. (2000). *Problem-based science learning in a mixed ability classroom that includes gifted and talented children*. Yayınlanmamış doktora tezi, Utah State University, Utah.
- Cooper, C. R., Baum, S. M., & Neu, T. W. (2004). Developing scientific talent in students with special needs. *Journal of Secondary Gifted Education*, 15(4), 162-169.
- Cooper, C. R., Baum, S. M., & Neu, T. W. (2005). Developing scientific talent in students with special needs. S. K. Johnsen & J. Kendrick (Eds.), *Science education for gifted students* içinde (s. 63-78). Texas: Prufrock Press.
- Çelikdelen, H. (2010). Bilim sanat merkezlerinde bilim birimlerinden destek alan üstün yetenekli öğrencilerin kendi okullarında fen ve teknoloji dersinde karşılaştıkları güçlüklerin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Feldhusen, J.F. (1998). Learning and cognition of talented youth. J. VanTassel- Baska (Ed.), *Comprehensive curriculum for gifted learners* içinde (s.17-28). Boston: Allyn and Bacon Press.
- Gagne, F. (2005). From gifts to talents: The DMGT as a developmental model. R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* içinde (s. 98-119). New York: Cambridge University Press.
- George, D. (1997). *The gifted child as a challenge*. Ljubljana: Zavod RS zašolstvo.
- Gould, J. C., Weeks, V., & Evans, S. (2003). Science starts early. *Gifted Child Today*, 26(3), 38-42.
- Gould, J. C., Weeks, V., & Evans, S. (2005). Science starts early: A program for developing talent in science. S. K. Johnsen & J. Kendrick (Ed.), *Science education for gifted students* içinde (s. 3-11). Texas: Prufrock Press.
- Halkitis, P. N. (1990). A model for elementary school gifted science education. *Gifted Child Today*, 13(4), 12-16.
- Hoover, S. M. ve Feldhusen, J. F. (1990). The scientific hypothesis formulation ability of gifted ninth-grade students. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 838-848.
- Innamorato, G. (1998). Creativity in the development of scientific giftedness: Educational implications. *Roeper Review*, 21(1), 54-63.
- Johnson, D. T., Boyce, L. N. ve VanTassel-Baska, J. (2013). Science curriculum review: Evaluating materials for high-ability learners. *Gifted Child Quarterly*, 39(1), 36-42.
- Kaplan, S. N. (2009). The grid: A model to construct differentiated curriculum for the gifted. J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert & C. A. Little (Ed.), *Systems and Models for developing programs for the gifted and talented* içinde (s. 235-251). Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

- Karnes, F. A., & Riley, T. L. (1999). Developing an early passion for science through competitions. *Gifted Child Today*, 22(3), 35-38.
- Karnes, F. A., & Riley, T. L. (2005). Developing an early passion for science through competitions. S. K. Johnsen & J. Kendrick (Ed.), *Science education for gifted students* içinde (s. 25-31). Texas: Prufrock Press.
- Kopelman, M., Galasso, V. G., & Strom, P. (1977). A model program for the development of creativity in science. *Gifted Child Quarterly*, 21(1), 80-84.
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 301-311.
- Lynch, S. J. (1992). Fast-paced high school science for the academically talented: A six-year perspective. *Gifted Child Quarterly*, 36(3), 147-154.
- Matthews, D. J., & Foster, J. F. (2005). *Being smart about gifted children: A guidebook for parents and educators*. Scottsdale, AZ: Great Potential Press
- Meador, K. S. (2003). Thinking creatively about science: Suggestions for primary teachers. *Gifted Child Today*, 26(1), 25-29.
- Meador, K. S. (2005). Thinking creatively about science: Suggestions for primary teachers. S. K. Johnsen & J. Kendrick (Ed.), *Science education for gifted students* içinde (s. 13-23). Texas: Prufrock Press.
- MEB. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Ngoi, M. & Vondracek, M. (2004). Working with gifted science students in a public high school environment. *Journal of Secondary Gifted Education*, 15(4), 141-147.
- Öğretme, M. (2001). *The effect of differentiated physics instruction on 9th grade gifted learners*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Özdemir, O. (2010). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fen okuryazarlığının durumu. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(3), 42-56
- Renzulli, J. S. (1968). Identifying key features in programs for the gifted. *Exceptional Children*, 35, 217-221.
- Shim, J. Y. & Kim, O. J. (2003). A study of the characteristics of the gifted in science based on implicit theory. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 17, 241-255.
- Sisk, D. (1989). *Creative teaching of the gifted*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Sisk, D. (2007). Differentiation for effective instruction in science. *Gifted Education International*, 23, 32-45
- Smutny, J. & Von Fremd, S. E. (2004). *Differentiating for the young child*. Thousand Oaks: Corwin Press
- Sondergeld, T. A. & Schultz, R. A. (2008). Science, standards, and differentiation. *Gifted Child Today*, 31(1), 35-40.
- Stake, E. J. ve Mares, K. R. (2001). Science enrichment programs for gifted high school girls and boys: Predictors of program impact on science confidence and motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (10), 1065-1088.
- Steinkamp, M. W. & Maehr, M. L. (1983). Affect, ability and science achievement; A quantitative synthesis of correlation's research. *Review of Educational Research*, 53, 369-396.
- Taber, K. S. (2007). Science education for gifted learners?. K. S. Taber (Ed.), *Science education for gifted learners* içinde (s. 1-14). New York: Routledge.
- Temiz, B. K. (2001). *Lise 1 fizik dersi programının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye uygunluğunun incelenmesi*. Yayınlanmamış, yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Tomlinson, C. A. (2000). Reconcilable differences?. Standards-based teaching and differentiation. *Educational Leadership*, 58(1), 6-11.
- Tyler-Wood, T. L. (2000). An effective mathematics and science curriculum option for secondary gifted education. *Rooper Review*, 22(4), 266-269.
- VanTassel-Baska, J., Bass, G. M., Ries, R. R., Poland, D. L. ve Avery, L. D. (1998). A national study of science curriculum effectiveness with high ability students. *Gifted Child Quarterly*, 42, 200-211.
- VanTassel-Baska, J. (2002). Theory and research on curriculum development for gifted. K. A. Heller, F. J. Mönks, R.J. Sternberg & R. F. Subotnik (Ed.), *International handbook of giftedness and talent* içinde (s. 345-367). Oxford, UK: Pergamon Press.
- VanTassel-Baska, J. (2006). A content analysis of evaluation findings across 20 gifted programs: A clarion call for enhanced gifted program development. *Gifted Child Quarterly*, 50, 199-210.
- Waiyarod, S. (2007). *Enhancing creative productivity by using 4E-C learning model for scientifically gifted and talented students*. Yayınlanmamış doktora tezi, Srinakharinwirot University, Bangkok.
- Watters, J. J. & Diezmann, C. M. (2000). Challenging the young gifted child in science and mathematics: An enrichment strategy. *TalentEd*, 18(1), 2-8.
- Watters, James J. & Diezmann, Carmel M. (2003) The gifted student in science: Fulfilling potential. *Australian Science Teachers Journal*, 49(3), pp. 46-53.
- Willis, J. (2007). Challenging gifted middle school students. *Principal Leadership*, 8(4), 38-42