

# Disiplinlerarası Fen Öğretimi

**Editör:** Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

**Yardımcı Editör:** Doç. Dr. Mustafa ERGUN

## Yazarlar:

Prof. Dr. Ahmet TEKBIYIK

Prof. Dr. Bülent ÇAVAŞ

Prof. Dr. Fatma ŞAHİN

Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

Prof. Dr. M. Fatih TAŞAR

Prof. Dr. Mustafa DOĞRU

Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU

Prof. Dr. Özgül YILMAZ TÜZÜN

Prof. Dr. Selahattin KAYMAKÇI

Prof. Dr. Şenol BEŞOLUK

Doç. Dr. Ayşe SERT ÇIBIK

Doç. Dr. Fatih Çağlayan MERCAN

Doç. Dr. Hasan ÖZCAN

Doç. Dr. İsa DEVECİ

Doç. Dr. Mustafa Ergun

Doç. Dr. Mustafa ÜREY

Doç. Dr. Pınar FETTAHLIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Hakkı İlker KOŞTUR

Dr. Öğr. Üyesi Necla ATABEY

Dr. Öğr. Üyesi Simge AKPULLUKÇU KOÇ

Öğr. Gör. Dr. Gürhan BEBEK



**Editör:** Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

**Yardımcı Editör:** Doç. Dr. Mustafa ERGUN

## **DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİ**

ISBN 978-625-8325-49-2

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2022, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. AŞ'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayınevi**dir. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

I. Baskı: Ağustos 2022, Ankara

Yayın-Proje: İbrahim Öztürk  
Dizgi-Grafik Tasarım: Müge Çetin  
Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık Reklam San Tic. Ltd. Şti.  
İstanbul Cad. İstanbul Çarşısı 48/48 İskitler/Ankara  
Tel: (0312) 341 36 67

Yayıncı Sertifika No: 51818  
Matbaa Sertifika No: 47865

### **İletişim**

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33 Yenimahalle/ANKARA  
Yayınevi: 0312 430 67 50  
Dağıtım: 0312 434 54 24  
Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60  
İnternet: [www.pegem.net](http://www.pegem.net)  
E-ileti: [pegem@pegem.net](mailto:pegem@pegem.net)  
WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

## ÖN SÖZ

Günümüzde bilimsel ve teknolojik alanda yaşanan değişim ve dönüşümler, kişilerin sosyal ve duyuşsal alanlarını da yakından etkilemiş ve toplumların kişilerden beklediği özelliklerin de değişmesine neden olmuştur. Değişimlerle birlikte öğrenme ve öğretme süreç ve yaklaşımları, bu duruma paralel olarak gelişmiş ve yenilenmiştir. 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan öğrenme çıktıları bireylerden beklenmeye başlanmış ve birçok dersin öğretim programında hedefler olarak yerini almıştır. Bu hedeflerden öne çıkan bazıları, eleştirel ve yaratıcı düşünme, problem çözme, iletişim becerisi, girişimcilik ve analitik düşünme becerileridir. Bu tür beceriler bir disiplin alanı içinde kazandırılması mümkün beceriler olmasına rağmen ciddi sınırlıklara da sahip olduğu gayet açık bir şekilde önümüze çıkmaktadır. Aslında günlük hayat problemlerimize baktığımızda bize birçok alt problemi işaret etmekte bu problemlerin çözümü de birden fazla disiplini ve bu disiplinlerin oluşturduğu bilimsel bilgileri kullanmayı gerektirmektedir. Bilimsel bilginin holistik yapısı da aslında bunu gerektirmektedir. Farklı disiplinlerin ortaya koyduğu bilgilerin holistik bir bakış açısıyla bir bütün olarak ele alınması 21. yy becerilerini de işe koştığımızda günlük hayat problemlerinin çözümünde bize büyük bir kolaylık sağlayacaktır. İşte bu noktadan hareketle disiplinlerarası fen öğretimi çok fazla önem arz etmektedir.

Fen bilimleri öğretiminde disiplinlerarası öğretimin öneminin anlaşılması, günümüz dünyasındaki çok da dikkate alınmayan sosyal ve duygusal becerilerinde öğrenme ortamında işe koşulmasını sağlayacaktır. Disiplinlerarası öğretim sürecinin fen bilimleri öğretiminde nasıl kullanılacağı, hangi yöntem ve tekniklere adapte edilebileceğini anlatan kaynakların oluşturulması ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Bu amaçla; oluşturulan bu bilimsel kitap projesi ile, disiplinlerarası öğretim yaklaşımının fen öğretimindeki yerini, önemini ve uygulama örneklerini açık anlaşılır bir şekilde sunulması amaçlanmıştır. Ayrıca bu bilimsel kitap, disiplinlerarası öğretim sürecinin fen bilimleri eğitiminde etkili kullanımını arttırmayı hedefleyecek şekilde tasarlanmıştır. “**Disiplinlerarası Fen Öğretimi**” adlı bu bilimsel eser, Türkçe alanına önemli katkılar sunabilecek yeterlilikte ve donanımda bir içerik ile alanında uzman kişiler tarafından hazırlanmış olup, teorik bilgilerin yanı sıra sınıf içi uygulamalara oldukça bol ve çeşitli örnekler sunacak biçimde oluşturulmuştur.

“**Disiplinlerarası Fen Öğretimi**” kitabının içeriği incelendiğinde, “Disiplinlerarası Fen Öğretimine Giriş, Disiplinlerarası Bilginin Doğası, Disiplinlerarası Beceriler, Disiplinlerarası Bakış Açısıyla Yerel, Ulusal ve Küresel Olaylar, Disiplinlerarası Fen Öğretimi Çerçevesinde Fen Teknoloji Toplum ve Çevre ilişkisi, Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Ürün Geliştirme, Disiplinlerarası Fen Öğretimi

ve Girişimcilik, Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Sosyal-Duygusal Beceriler, Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Sosyobilimsel Konular, Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Okuldışı Öğrenme Ortamları, Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Kullanılan Farklı Yöntem ve Teknikler, Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Bilgi Teknolojileri, Disiplinlerarası Fen Öğretimi ve Değerler Eğitimi ve Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Ölçme ve Değerlendirmeye Yeni Bir Bakış: Pısa 2022” ile ilgili kavramsal bilgiler ve uygulamalar yer almaktadır

Özetle, bu projenin temel amacı, başta fen bilimleri öğretimi alan yazına disiplinlerarası fen öğretimi ile ilgili Türkçe özgün bir bilimsel eser kazandırmak, fen bilimleri öğretimi alanına ilgi duyan öğretmen, öğrenci, akademisyen ve her bir paydaşın yararlanabileceği bol uygulamalı bir eser üretmektir. Ayrıca tüm okuyucuları disiplinlerarası öğretim yaklaşımı ile fen bilimlerine yönelik konu, kavram ve problemlerin ele alınış şekillerine yeni bir bakış açısı kazandırmaktır. Fen bilimleri eğitim-öğretim sürecindeki disiplinlerarası öğrenme ve öğretme uygulamalarından yararlanabilecekleri bütüncül bir anlayışla hazırlanmış alana yönelik bir eser ortaya koymaktır.

Saygılarımızla...

Editörler

Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI  
ORCID No: 0000-0002-3181-3923

Doç. Dr. Mustafa ERGUN  
ORCID No: 0000-0003-4471-6601

## BÖLÜMLER VE YAZARLARI

**Editör:** Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

**Yardımcı Editör:** Doç. Dr. Mustafa ERGUN

### 1. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretimine Giriş

*Doç. Dr. Mustafa ÜREY*, Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-7753-7936

### 2. Bölüm: Disiplinlerarası Bilginin Doğası

*Doç. Dr. Pınar FETTAHLIOĞLU*, Çukurova Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-8639-7613

### 3. Bölüm: Disiplinlerarası Beceriler

*Prof. Dr. Ahmet TEKBIYIK*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-7759-3121

*Doç. Dr. Fatih Çağlayan MERCAN*, Boğaziçi Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-2618-5002

### 4. Bölüm: Disiplinlerarası Bakış Açısıyla Yerel, Ulusal ve Küresel Olaylar

*Prof. Dr. Özgül YILMAZ TÜZÜN*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-7869-9251

### 5. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretimi Çerçevesinde Fen Teknoloji Toplum ve Çevre İlişkisi

*Doç. Dr. Ayşe SERT ÇIBIK*, Gazi Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-9648-3593

*Prof. Dr. Mehmet Fatih TAŞAR*, Gazi Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-1249-3482

### 6. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Ürün Geliştirme

*Dr. Hakkı İlker KOŞTUR*, Başkent Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-8557-4385

*Doç. Dr. Hasan ÖZCAN*, Aksaray Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-4210-7733

### 7. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretimi ve Girişimcilik

*Doç. Dr. İsa DEVECİ*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-0191-1212

*Prof. Dr. Şenol BEŞOLUK*, Sakarya Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-9604-0749

### 8. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Sosyal-Duygusal Beceriler

*Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI*, Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-3181-3923

*Öğr. Gör. Dr. Gürhan BEBEK*, Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4862-5782

**9. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Sosyobilimsel Konular**

*Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU*, Yıldız Teknik Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-5068-8796

*Doç. Dr. Nejla ATABEY*, Muş Alparslan Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-8710-3595

**10. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretimde Okuldışı Öğrenme Ortamları**

*Prof. Dr. Bülent ÇAVAŞ*, Dokuz Eylül Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4278-8783

*Dr. Öğr. Üyesi Simge AKPULLUKÇU KOÇ*, Dokuz Eylül Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-6771-3978

**11. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Kullanılan Farklı Yöntem ve Teknikler**

*Prof. Dr. Fatma ŞAHİN*, Marmara Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-6291-0013

**12. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Bilgi Teknolojileri**

*Doç. Dr. Mustafa DOĞRU*, Akdeniz Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-0405-4789

**13. Bölüm: Disiplinlerarası Fen Öğretimi ve Değerler Eğitimi**

*Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI*, Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-3181-3923

*Prof. Dr. Selahattin KAYMAKCI*, Kastamonu Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-5905-9902

**14. Bölüm: Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Ölçme ve Değerlendirmeye Yeni Bir Bakış: PISA 2022**

*Doç. Dr. Mustafa ERGUN*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4471-6601

## İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....	iii
Bölümler ve Yazarları.....	v

### 1. BÖLÜM

#### DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİNE GİRİŞ

Giriş.....	2
Disiplinlerarası Öğretim Yaklaşımının Kuramsal Temelleri .....	3
Disiplinlerarası Öğretimin Fen Bilimleri Açısından Önemi .....	6
Disiplinlerarası Öğretim Yaklaşımında Öğretmene Düşen Roller .....	10
Kaynakça.....	11

### 2. BÖLÜM

#### DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİNE GİRİŞ

Giriş .....	16
Disiplinlerarası Kavramına Genel Bakış .....	16
Disiplinlerarası Bilgi Entegrasyonu ve Bilginin Holistik Yapısı .....	19
Entegrasyon.....	21
Translasyon .....	21
Transfer.....	21
Transformasyon .....	22
Fen Eğitiminde Disiplinlerarası Bilgi Entegrasyonun Yeri ve Önemi .....	23
Kaynakça .....	24

### 3. BÖLÜM

#### DİSİPLİNLERARASI BECERİLER

Giriş .....	28
Üst düzey Düşünme Becerileri .....	28
Karar Verme Becerileri .....	29
Yapılandırılmış Karar Verme .....	30
Problem Kavramı ve Problem Çözme Becerisi .....	34
Problem Çözme Süreci .....	36
Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Problem Çözme Etkinlikleri .....	37
Örnek Disiplinlerarası Problem Çözme Etkinliği .....	38
Problem Çözme Sürecinin Değerlendirilmesi .....	39
İşbirliği Becerisi .....	40
İşbirlikli Problem Çözme .....	41
Kaynakça.....	45

#### 4. BÖLÜM

### DİSİPLİNERARASI BAKIŞ AÇISIYLA YEREL, ULUSAL VE KÜRESEL OLAYLAR

Yerel, Ulusal ve Küresel Olaylardan Disiplinlerarası Fen Öğretimi için Örnekler .....	50
Giriş.....	50
Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Sosyobilimsel Konular .....	51
Koronavirus Hastalığı 2019 (COVID-19).....	52
Disiplinlerarası Fen Eğitiminde Tasarım Temelli Pedagojik Yaklaşımlar.....	55
İklim Değişikliğini Önleyebiliriz .....	57
Kaynakça.....	60

#### 5. BÖLÜM

### DİSİPLİNERARASI FEN ÖĞRETİMİ ÇERÇEVESİNDE FEN TEKNOLOJİ TOPLUM VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Fen, Teknoloji, Toplum ve Çevre Arasındaki Etkileşim.....	64
FTTÇ Hareketinin Eğitime Yansımaları .....	68
FTTÇ Eğitimi ve Disiplinlerarası Fen Öğretimi İlişkisi .....	70
Kendimizi Sınayalım! .....	72
Çevre, Kültür, Bilim ve Teknoloji Politikaları.....	73
Ülkemizde Gerçekleştirilen Bilim-Teknoloji Politikaları .....	74
Çevre ve Politikaları.....	77
Ülkemizde Gerçekleştirilen Çevre Politikaları .....	79
Kendimizi Sınayalım! .....	82
Fen, Teknoloji ve Toplumsal Değişim.....	82
Toplumsal Değişimde Disiplinlerarası Birlikteliğin Rolü.....	84
Kendimizi Sınayalım! .....	89
Bilimsel Okuryazarlık ve Disiplinlerarası Doğası.....	89
Kaynakça .....	93
Ek 5.1. Etkinlik Tablosu .....	95

#### 6. BÖLÜM

### DİSİPLİNERARASI FEN ÖĞRETİMİNDE ÜRÜN GELİŞTİRME

Giriş.....	98
Fen Öğretiminde Ürün ve Model Geliştirme .....	100
Ürün ve Model Geliştirmenin Temelleri.....	100
Disiplinlerarası Ürün ve Model Geliştirmenin Toplumsal Yansımaları.....	107
Ürün ve Model Geliştirmede Dijital Materyaller .....	110

Değerlendirme.....	111
Kaynakça.....	112

## **7. BÖLÜM**

### **DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİ VE GİRİŞİMCİLİK**

Giriş.....	116
Disiplinlerarası Fen Öğretimi ve Girişimcilik .....	122
Fen Eğitiminde Fizik Konuları ve Girişimcilik .....	125
Fen Eğitiminde Kimya Konuları ve Girişimcilik.....	127
Fen Eğitiminde Biyoloji Konuları ve Girişimcilik.....	128
Fen Eğitiminde Çevre Konuları ve (Yeşil) Girişimcilik.....	130
Kaynakça.....	131
Ek 1. Girişimci Proje Örneği.....	135

## **8. BÖLÜM**

### **DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİNDE SOSYAL-DUYGUSAL BECERİLER**

Sosyal ve Duygusal Beceriler .....	144
Sosyal ve Duygusal Becerilere Disiplinlerarası Bakış Açısı .....	148
Disiplinlerarası Fen Öğretiminde Sosyal ve Duygusal Becerilerin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi Süreci .....	152
Kaynakça.....	159

## **9. BÖLÜM**

### **DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİNDE SOSYOBİLİMSEL KONULAR**

Sosyobilimsel Konulara Giriş.....	164
Sosyobilimsel Konuların Bireyler ve Toplumlar Açısından Önemi.....	166
Sosyobilimsel Konuların Disiplinler Arası Yapısı ve Özellikleri .....	168
İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki Sosyobilimsel Konuların Disiplinler Arası Bakış Açısı İle Analiz Edilmesi.....	175
Kaynakça.....	189

## **10. BÖLÜM**

### **DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİNDE OKULDİŞİ ÖĞRENME ORTAMLARI**

Giriş .....	194
Disiplinler Arası Öğretim Nedir?.....	194

Disiplinler Arası Öğretimin Fen Derslerinde Neden Uygulanabilir?.....	195
Okul Dışı Öğrenme Ortamları Nedir? .....	196
Okul Dışı Öğrenme Ortamlarında Disiplinler Arası Fen Öğretimi Uygulama Örnekleri .....	197
Hangi Ortamlar Okul Dışı Öğrenme Ortamları Olarak Değerlendirilir? .....	200
Okul Dışı Öğrenme Ortamlarında Disiplinler Arası Yaklaşım Nasıl Kullanılır? .....	202
Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Kariyer Seçimlerine Etkisi .....	203
Disiplinler arası Öğretimde Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Kullanımına Yönelik Uygulamalar .....	204
Bilim Merkezleri.....	204
Hayvanat Bahçeleri (Doğal Yaşam Parkları) .....	205
Akvaryumlar .....	206
Bilim Müzeleri .....	207
Sanayi Kuruluşları .....	209
Milli Parklar .....	210
Sanal Müzeler.....	211
Sonuç .....	211
Kaynakça.....	212

## 11. BÖLÜM

### DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİNDE KULLANILAN FARKLI YÖNTEM VE TEKNİKLER

Giriş.....	216
Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımların Sınıflandırılması .....	216
Etki Alanlarına Göre Disiplinler Arası Yaklaşımlar .....	216
Araştırma Bileşenlerine Göre Disiplinler Arası Yaklaşımlar .....	219
Entegrasyon Türüne Göre Disiplinler Arası Yaklaşımlar .....	220
Bağlamsallaştırma .....	220
Kavramsallaştırma .....	221
Problem Merkezli Strateji .....	223
Geniş Model .....	225
Disiplinlerarası Yöntem ve Teknikler.....	226
Vaka Temelli (Örnek Olay) Çalışmalar .....	226
İşbirliği ve Ekip Çalışması.....	227
Rol Oynama (Rol Play).....	228
Fen-Teknoloji-Toplum ve Çevre .....	228
Argümantasyon .....	229
Metafor, Analoji ve Analojik Düşünme .....	229
STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) Uygulamaları .....	230

Sınıf Dışı Uygulamalar .....	232
Kavram Haritaları .....	233
Kaynakça.....	234

## 12. BÖLÜM

### DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİNDE BİLGİ TEKNOLOJİLERİ

Fen Bilimleri Öğretim Programları .....	240
Bilgi İletişim Teknolojileri (BİT) .....	244
Bilgi İletişim Teknolojileri Bileşenleri .....	247
Kaynakça.....	256

## 13. BÖLÜM

### DİSİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİ VE DEĞERLER EĞİTİMİ

Değer ve Değerler Eğitimi .....	260
Değerler Eğitiminde Akımlar ve Yaklaşımlar .....	264
Değerler Eğitimi ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programları .....	268
Değerler Eğitimi ve 2005 Programı .....	268
Değerler Eğitimi ve 2013 Programı .....	271
Değerler Eğitimi ve 2018 Programı .....	272
Disiplinlerarası Değerler Eğitimi ve Fen Öğretimi İlişkisi ve Örnek Uygulamalar..	273
Kaynakça.....	281

## 14. BÖLÜM

### FEN ÖĞRETİMİNDE DİSİPLİNLERARASI ÖLÇME VE DEĞERLENDİRMeye YENİ BİR BAKIŞ: PISA 2022

Disiplinlerarası Ölçme ve Değerlendirme Nedir?.....	286
PISA 2022 .....	288
Disiplinlerarası Ölçme ve Değerlendirmeye PISA 2022 Penceresinden Bakış Açısı.....	292
Disiplinlerarası Problem Çözme Becerilerinin Ölçülmesi .....	296
Kaynakça.....	306

Editör ve Yazarlar Hakkında.....	307
----------------------------------	-----



# DİŞİPLİNLERARASI FEN ÖĞRETİMİNDE KULLANILAN FARKLI YÖNTEM VE TEKNİKLER



Prof. Dr. Fatma ŞAHİN  
Marmara Üniversitesi  
ORCID No: 0000-0002-6291-0013

Bölüm

11

*“Kendi başına bir şey seçmeye çalıştığımızda, onun Evrendeki diğer her şeye bağlı olduğunu görürüz”*

*John Muir, 1911*

## ÖZET

Birçok çağdaş fen eğitimcisi, fen eğitiminde disiplinler arası öğrenme ve öğretme yaklaşımlarının gerekliliğini açıklamışlardır. Disiplinler arası öğrenme, bir konu alanında öğrenmeyi geliştirmek ve zenginleştirmek için iki veya daha fazla konu alanını anlamlı bir ilişki içinde birleştiren bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Yeni çalışmalar, gerçek yaşamdaki kompleks olayları öğrenmenin ve algılamanın en iyi yollarından birinin de, disiplinler arası yaklaşım olduğunu ortaya koymuştur. Bilimde disiplinler birbirinden izole değildir. Bilim alanlarını ayırmak, bilimin gerçek doğasını yansıtmayan yapay bir yoldur. Doğal sistemin karmaşıklığı ve bundan kaynaklanan bilimsel problemlerin çözümünde disiplinler arası anlayışın gerekliliğinden şüphe yoktur. Disiplinler arası öğretim, öğrencilerin sorgulama özgürlüğünü, eleştirel düşünmesini ve tümdengelimli analogik akıl yürütmesini içeren üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesini kolaylaştırmaktadır. Öğrenciler belirli bir kavram veya problemin büyük resmini birden fazla bilim disiplininin gelen bilgilerle anlayabilirler. Disiplinler arası öğretim için öğretim programlarının, öğretmen ve öğrenci rollerinin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle Disiplinler arası öğretimde kullanılan öğrenme-öğretme yaklaşımları, yöntem ve teknikleri hakkındaki çalışmalar hız kazanmıştır. Disiplinler arası bilim insanları, Disiplinler arası öğretim için bağlamsallaştırma, kavramsallaştırma, problem merkezli ve bu üçünün bütünleştirildiği geniş model olmak üzere dört yaklaşım önermişlerdir. Bağlamsallaştırma; beşeri bilimlerin, güzel sanatların ve sahne sanatlarının, kavramsallaştırma; bilimin, problem merkezli yaklaşım ise uygulamalı alanlarda bilginin doğasını ve yapısını yansıtmaktadır. Bu üç yaklaşım Disiplinler arasını yeterince açıklayamadığı belirtilerek kısmi Disiplinler arası yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Bu üç kısmi yaklaşımı kapsayan ve onun yerine geçen “Geniş Model” daha somut Disiplinler arası yaklaşım olarak açıklanmıştır. Bu yaklaşımlar, problem ve proje tabanlı öğrenme, STEM uygulamaları, argümantasyon, analogik düşünme, işbirliğiyle öğrenme ve kavram haritaları gibi farklı yöntem ve tekniklerle uygulanabilmektedir. Bu kitap bölümünün birinci kısmında Disiplinler arası dört yaklaşıma, ikinci kısmında ise Disiplinler arası öğretimde kullanılan farklı yöntem ve tekniklere yer verilmiştir.

## GİRİŞ

Çevremizdeki dünyayı tek bir bilimsel disiplin aracılığıyla anlamak neredeyse imkansızdır. Disiplinler arası öğretim, bütüncül problem çözme teşvik ederek, öğrencilere daha kapsamlı bir dünya görüşü sunmaktadır. Fen eğitiminde disiplinler arası yaklaşım, öğrenciler için daha iyi bir öğrenme deneyimi sağlayan, konu sınırlarını aşan öğrenmeyi sağlamaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin olaylara, kavramlara ve problemlere çoklu bakış açısı geliştirmesini teşvik ederek eğitimde yenilik sürecine öncülük etmektedir (Bauerle, Hatfull & Hanauer, 2014). Disiplinler arası yaklaşım, öğrencilerin bilişsel, duygusal, sosyal ve fiziksel olarak aktif öğrenmelerini sağlayan yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanmaktadır. Disiplinler arası yaklaşımın eğitimde uygulanması için ortak bir anlaşma var gibi görünse de, uygulamada pek çok anlaşmazlık vardır. Hâlâ evrensel olarak kabul edilmiş bir “Disiplinler arası” tanımı yoktur. Disiplinler arası çalışmaların öneminin anlaşılmasına rağmen hala hangi yöntem ve tekniklerin kullanılacağı, nasıl değerlendirileceği konusundaki bilgiler henüz çok sınırlıdır ve yeni çalışma verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Disiplinler arası öğrenmenin evrensel ortak bir tanımı olmadığı gibi sınıflandırılması konusunda da bir fikir birliği yoktur. Bu çalışmada Disiplinler arası yaklaşımlar, etki alanlarına, araştırma bileşenlerine ve entegrasyon türüne göre sınıflandırılmıştır. Disiplinler arası yaklaşımların eğitimdeki uygulamaları, problem tabanlı, proje tabanlı, STEM projeleri, sınıf dışı uygulamalar, vaka çalışmaları, argümantasyon, analogik düşünme, kavram haritaları gibi farklı yöntem ve teknikler ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntem ve teknikler, sorgulama temelli, bağlam temelli, kavramsal gelişim, problem çözme, proje ve ürün geliştirme süreçlerinden oluşmaktadır. Öğretmenler bu yöntem ve teknikleri dersin ya da uygulamanın durumuna göre tek tek ya da birden fazla yöntemi entegre ederek kullanabilirler.

## Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımların Sınıflandırılması

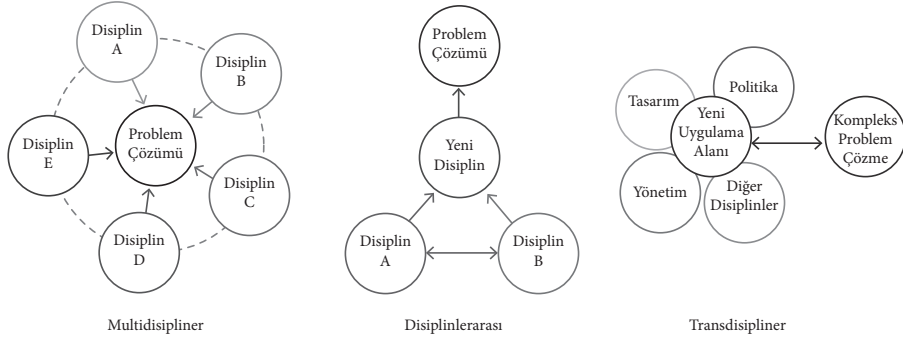
### Etki Alanlarına Göre Disiplinler Arası Yaklaşımlar

Disiplin temelli eğitimi savunanlarla, disiplinler arası eğitimi savunanlar arasındaki aşırı kutuplaşmalar nedeniyle disiplinler arası uygulamalar geciktirmiştir. Disiplinler arası çalışmalar farklı okullarda ve programlarda çok farklı şekillerde yürütülmektedir. Bu nedenle disiplinler arası çalışmaları tutarlı bir çerçeve içinde organize etmeye yönelik farklı sınıflandırma çalışmalarına ihtiyaç duyulmuştur. Klein (1990) disiplinler arası yaklaşımları kapsamına göre dar ve geniş olarak sınıflandırmıştır. Dar disiplinler arası yaklaşımda, katılımcı alanlar kavramsal

olarak birbirine yakındır ve tipik olarak aynı akademik çalışma alanını temsil etmektedir. Dar disiplinler arası yaklaşım doğa bilimlerini, mühendislik alanlarını, biyolojik ve yaşam bilimlerini, sosyal bilimleri ve beşeri bilimlerini içermektedir. Bir canlı türünün evrimi üzerine yapılan biyolojik çalışma dar kapsamlı disiplinler arasına örnektir. Burada biyoloji, genetik, biyoteknoloji, moleküler biyoloji gibi birbirine yakın alanların bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Geniş disiplinler arası yaklaşım, hukuk, mühendislik, kültürel çalışmalar, tıp, filoloji, nöroloji gibi geniş entelektüel alanları kapsamaktadır. Bir toplum yaşamındaki değişiklikler üzerine yapılan tarihsel araştırma projesi geniş kapsamlı disiplinler arasına örnektir. Böyle bir projede tarihsel bilgi kaynaklarının yanı sıra hem arkeolojik materyallerin hem de doğal bilimsel kanıtların (örneğin DNA analizleri) kullanması gerekmektedir (Huutoniemi vd., 2010).

Daha sonraki çalışmalarda disiplinler arası yaklaşımlar, 'interdisipliner', 'metadisipliner', 'transdisipliner', 'kavramsal disiplinlerarasılık' olarak sınıflandırılmıştır (Lattuca, 2001). Bu sınıflama, bir müfredattaki disiplinler arası etkileşime ve bu etkileşimde disiplinlerin ne kadar yakın ilişki kurduğuna ve bu bağın sonucunda neyin üretildiğine dayanmaktadır. Örneğin "multidisipliner" çalışmalarda ilgili disiplinler arasında hiçbir bağlantı olmayabilir, "pluridisiplinde" bir miktar bağlantı olurken, "interdisipliner" çalışmada ise, disiplinler tamamen entegredir ve bir probleme yeni bir ışık tutmak için farklı alanlardan gelen bilgilerin uygun kombinasyonunu içermektedir. Lattuca'nın (2001) sınıflandırması kavramsal entegrasyona ve epistemolojik bağlantılara dayanmaktadır. Kockelmans (1979) ve Lattuca (2001)'nin sınıflamaları disiplinlerin etkileşimde ne kadar yakın bağ kurduğuna ve bu bağın sonucunda neyin üretildiğine odaklanmıştır. Drake ve Burns (2004) disiplinler arası yaklaşımları, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner olarak üç, Krishnan (2009) ise çapraz (cross), multidisipliner, interdisipliner, transdisipliner ve süper (mega) disiplinler olarak beş gruba ayırarak incelemiştir. Bu sınıflamanın açıklanması ve karşılaştırılması şekil 1'de görülmektedir.

**a. Bilgi ve Yöntemleri Ödünç Alma (Cross Disipliner):** Çapraz disiplinler yaklaşım, bir disipline başka bir disiplinin çerçevesinden bakarak farklı bakış açıları sağlayan, kullandığı alanı zenginleştiren bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Bu yaklaşımda disiplinlerden biri diğerine nazaran daha baskın konumdadır. Bir disipline ait araştırma konusunu desteklemek için bir başka disiplin bilgisi kullanmakta ve bunun sonucunda da yeni bir çıkarım elde etmektedir (Krishnan, 2009).



Şekil 1. Multidisipliner, Disiplinler arası ve Transdisiplinlerin Karşılaştırılması (McPhee vd., 2018)

**b. Multidisipliner (Sentezsiz Disiplinler arası İşbirliği):** Farklı disiplinlerin sınırlı işbirliğini içerir ve genellikle çok disiplinli olarak adlandırılmaktadır. Disiplinlerden gelen bilgiler bir tema etrafında kullanılmaktadır. Multidisipliner araştırmalarda araştırmacılardan oluşan bir ekip ortak bir amaç veya ortak bir problem üzerinde çalışmaktadırlar. Ancak temsil edilen her disiplin ya bağımsız olarak ya da sırayla çalışmaktadır. Disiplinlerin katkıları, ortak bir tema çerçevesinde oluşturulan ürüne ya da problemin çözümüne ödünç verme niteliğindedir. Multidisipliner yaklaşımda ekibin katkılarıyla elde edilen bilgilerin ve bulguların bütünleştirilmesi sorumlu araştırmacı tarafından yapılmaktadır (Drake & Burns, 2004).

**c. Disiplinler arası (İnterdisipliner) (Kavramları, Teorileri ve Yöntemleri Paylaşma):** Disiplinler arası yaklaşım, ürünler oluşturmak, olayları açıklamak veya problemleri çözmek için iki veya daha fazla alandan bilgi, yöntem, araç, bakış açısı, fikir, kavram ve teorinin bütünleştirilmesidir. İnterdisipliner kavramı, literatürde disiplinler arası, disiplinlerarasılık olarak tanımlanmaktadır. Disiplinler arası veya disiplinler arası, çeşitli disiplinlerden gelen bilgiyi bütünleştirmeye yönelik çabadır. İlgili disiplinleri değiştirebilecek ve zenginleştirebilecek bir işbirliğini gerektirmektedir (Drake & Burns, 2004).

**d. Transdisipliner (Farklı Araştırma Paydaşları ile İşbirliği):** Yaşam problemlerine en yenilikçi çözümler üretmek için farklı alanlara ait kavramların, araştırma süreçlerinin ve konuların özenle birleştirilmesidir. Bu yaklaşımda ortak bir bakış açısı geliştirmek için diğer alanlarla işbirliği yapılmaktadır. Örneğin yeni teknolojinin geliştirilmesi gibi bir araştırma ürünü ortaya koyulmaktadır. Transdisipliner araştırma projelerinde istenen sonucu elde etmek için, çok farklı ilgi alanlarına ve geçmişlere sahip insanların bir araya gelerek yaptıkları takım çalışmasıdır (McPhee vd., 2018).

**e. Megadisipliner (Disiplinleri Süper Disiplinler için Yeniden Düzenlemek):** Mevcut disiplinler bilgilerin çok daha etkili bir şekilde organize edilerek, birkaç süper veya mega disiplinde birleştirilmesidir. Örneğin, “Yer Sistemi Bilimi” dünya’yı fiziksel ve sosyal bir sistem olarak anlamak için doğa bilimleri ve sosyal bilimlerin birçok ögesinin birleştirilmesidir. Başka bir örnek de sosyal ve davranış bilimlerini birleştirerek, küresel sosyal bir teorinin geliştirilmesidir. Megadisiplinler yaklaşım küresel problemleri çözmek için geliştirilmiştir (Delaforce, 2016).

### **Araştırma Bileşenlerine Göre Disiplinler Arası Yaklaşımlar**

Bruun vd. (2005) disiplinler arası yaklaşımları araştırma bileşenlerine göre; deneysel, metodolojik ve teorik olarak üçe ayırarak incelemiştir.

**Deneysel Disiplinler Arasılık:** Farklı olaylar arasındaki ilişkileri araştırmak, bir hipotezi test etmek, disiplinler arası bir araştırma problemini çözmek ve bir kanıt üretmek için farklı türdeki deney verilerini entegre etmektir. Örneğin, hava kirliliği sonucu oluşan çevre sağlığını araştırma projesinde, farklı yerlerde yaşayan insanların hava kirliliğine maruz kalma düzeyleri, yerel hava kalitesi, kirlilik kaynakları ve sosyal faktörler arasındaki bağlantılar analiz edilmektedir. Bütün bu analizler için ayrı ayrı deneysel verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

**Metodolojik Disiplinler Arasılık:** Farklı metodolojik yaklaşımların birleştirilmesidir. Burada yöntemler yalnızca yan yana getirilmez ve bir alandan diğerine ödünç verilmez. Disiplinler arası bağlama uyacak şekilde entegre edilmektedir. Bu yaklaşım aynı anda iki veya daha fazla problem çözümünü içeren projelerde kullanılmaktadır. Bu tür projeler, metotları bütünleştirerek bir tür disiplinler arası metot üçgenlemesi oluşturmaktadır. Örneğin bazı çocukların genetik dil bozukluğu hakkında yeni bilgiler edinmek için filolojik ve nörolojik yöntemlerin birleştirilmesi gibi.

**Teorik Disiplinler Arasılık:** Problemleri analiz etmek, önermeleri ve kavramları entegre etmek, disiplinler arası konuları birbirine bağlamak için kavramsal çerçeveler yaratmaktadır (Klein, 2017). Teorik disiplinler arası yaklaşım, yeni teorik araçlar geliştirmek için birden fazla alana ait kavramları, modelleri veya teorileri karşılaştırmaktır. Entegrasyonun işlevi, alanlar arasındaki bağlantıları oluşturmak, yeni bir bilgi alanına yerleşmek veya yeni bir araştırma paradigması yaratmaktır. Teorik entegrasyonu karakterize etmek için “entegre disiplinler arasılık” (Boden, 1999), “transdisiplinerlik” (Miller, 1982) ve “disiplinler arası bütünleştirme” (Heckhausen, 1972) gibi kavramlar da kullanılmaktadır.

## Entegrasyon Türüne Göre Disiplinler Arası Yaklaşımlar

Nikitina (2002, 2005 & 2006) disiplinler arası yaklaşımları bağlamsallaştırma, kavramsallaştırma ve problem merkezli olmak üzere üç stratejiye ayırarak incelemiştir. Daha sonra Repko ve Szostak, (2016), sürece odaklı daha ayrıntılı bir tanım sunmuş ve dördüncü bir strateji olan geniş modeli eklemiştir. Bağlamsallaştırma; beşeri bilimler, güzel sanatlar ve sahne sanatlarını, kavramsallaştırma; bilimi, problem merkezli; uygulamalı alanlarda bilginin doğasını ve yapısını yansıtmaktadır. Geniş model, disiplinler arası entegrasyona yönelik üç yaklaşımın bütünleştirilmiş halidir (Nikitina, 2006, Repko & Szostak, 2016).

### Bağlamsallaştırma

Bilgiyi tarihe, kültüre, felsefi sorulara ve kişisel deneyime yerleştirme süreci olarak anlaşılan bağlamsallaştırma, beşeri bilimlerde bilgi üretmenin bir şeklidir. Bu strateji bilginin insanlaştırılması olarak da tanımlanmaktadır. Bağlamsallaştırma, disiplinler arası teorik, metodolojik, epistemolojik ve tarihsel bağlantılar kurmayı sağlayarak, matematik ve fen bilimlerini daha erişilebilir kılmaktır. Bilgiyi bağlamsallaştırmanın birçok yolu vardır. Tarih, metafizik ve epistemoloji (Nikitina, 2006) gibi.

**Bağlam Olarak Tarih:** Tarihi bütünleştirici bağlam olarak kullanmak, farklı disiplinlere ilişkin kavrayışları ve bilgileri zaman içindeki bir ana veya olaya bağlamayı içermektedir. Yani, bilgiyi tarihteki bir zamana veya olaya bağlamaktır. Örneğin, ikinci Dünya savaşı sonrası, Alman ve Avrupalı bilim insanlarının göçü anlatılırken, atom bombasının bilimsel gelişimine yer verilerek, göçün bütüncül sorgulanması sağlanabilir. Böylece bir bombanın yalnızca bilim ve mühendisliğin ürünü olmadığı, kültürel, tarihi, siyasi liderliğin ve etik olarak kişisel seçimlerin bir ürünü olduğu ilişkisi de kurulmaktadır (Nikitina, 2006).

**Bağlam Olarak Metafizik:** Bağlamsallaştırmanın ikinci yolu olan metafizik “ben kimim? varlığımın amacı nedir? neye inanıyorum?” gibi soruları farklı disiplin anlayışlarını birbirine bağlamak ve bütünleştirmek için araçlar olarak kullanılmaktadır (Nikitina, 2006). Örneğin, Hayatın anlamı nedir? sorusunu açıklamak için, Édouard Manet ve Jean Courbet’in (sanat tarihi) resimlerine bakarak, Karl Marx ve Soren Kierkegaard’ın (felsefe) felsefi teorilerini okuyarak, çeşitli inanç geleneklerinden temsili metinleri inceleyerek (dini çalışmalar), Katherine Mansfield’in “Bahçe Partisi” adlı öyküsünün metnini veya Samuel Beckett’in Godot’yu Beklerken (edebiyat) metnini inceleyerek, bütüncül bir anlam çıkarılmasıdır.

**Bağlam Olarak Epistemoloji:** Epistemoloji bilginin ne olduğunu, bilginin doğasını, kaynağını, sınırlarını sorgulayarak, bilginin kavramsal bileşenlerini incelemektedir. Epistemoloji, bilme eylemine odaklanması nedeniyle diğer yaklaşımlardan ayrılmaktadır. Burada disiplin perspektifleri, tarihsel olaylarla, etik veya felsefi sorularla değil, akıl yürütme ve anlam oluşturma ile bağlantılıdır. Farklı disiplinler (örneğin şiir ve matematik gibi) öğrenmeyi gerçekleştirmede farklı yollar izlemektedirler. Şiir, duyularımızı uyarak, analogi ve metafor dilini kullanarak öğrenmeyi sağlarken, matematikte bilme ve öğrenme nesnel gerçekliğe dayanmaktadır. Örneğin, atomun yapısını araştıran fizikçiler, büyük ölçüde matematiksel modellere güvenirlir. Ancak bu gerçekliği görselleştirmek için analogi ve şiir de kullanabilmektedirler. Dolayısıyla bu iki farklı bilme biçimini bütünleştirmenin mümkün ve yararlı olduğu bildirilmiştir (Nikitina, 2006; Birken & Coon, 2001).

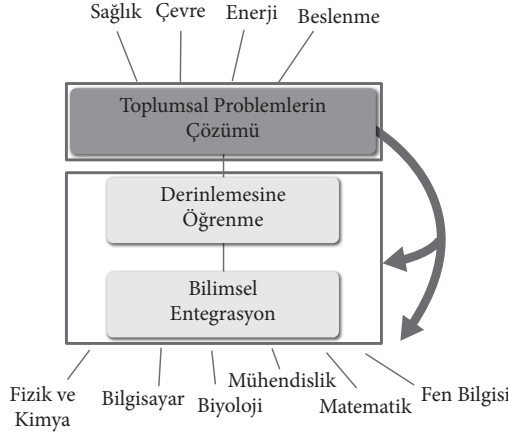
### **Kavramsallaştırma**

Kavramsal entegrasyon, iki orijinal kavramın bazı özelliklerinin üçüncü bir kavramda entegre olarak tanımlanmıştır. İki veya daha fazla disiplinin merkezinde yer alan temel kavramları tanımlamayı ve bunlar arasında bağlantılar kurmayı içermektedir (Morrison, 2003). Bu strateji, temel doğa yasalarını anlamayı amaçlamakta ve deneysel verilere dayanmaktadır. Aynı zamanda bilimsel gerçekler, teoriler, yöntemler arasında zengin alışveriş ve korelasyon bulunmaktadır (Nikitina, 2002). Kavramsallaştırma, farklı bağlamlardaki öğelerin zihinde nasıl geliştiğini açıklayan bilişsel teoriye dayanmaktadır. Frid (1995), bu stratejiyi şöyle özetlemiştir: Bilim, hikayeyi kendi sözcükleriyle yeniden anlatmaya çalışmaktadır.

Matematik, Fizik, Kimya ve Biyoloji sayılar ve formüllerle anlatılan hikayelerdir. Her disiplin tek başına hikayenin yalnızca bir kısmını anlatmaktadır. Ancak birlikte kullanıldığında derinlik, ton ve renk ortaya çıkmaktadır. Bilimsel sorgulama ile bilimsel kavramlar arasında ölçülebilir ve genellenebilir bağlantılar kurulmaktadır. Örneğin, atmosfer radyasyon filtresi görevi nasıl yapmaktadır? sorusunu açıklamak için kimya (ozondaki oksijen molekülleri arasındaki bağlar nasıl kırılabilir), fizik (ışın enerjisinin molekülleri sicim hareketine benzer şekilde nasıl titreştirdiğini) ve matematik (iki atom arasındaki bağı kırmak için gerekli dalga boyunu hesaplamak) bilgilerinin entegre edilmesi gerekmektedir. Buradaki kavramsal bağlantıların kurulması titiz bir çaba gerektirmektedir. Öğrenciler genellikle bir kavramı açıklamada farklı değişkenler arasındaki bağlantıyı kendi başlarına göremezler ve bilgi transferini sağlayamazlar. Bu nedenle Disiplinler arası ilişkileri kurmada öğretmenin rolü çok önemlidir. Çalışmalar kavramsallaştırma stratejisinde bilimsel entegrasyonun önemini de ortaya koymuştur (Nikitina, 2006).

### **Bilimsel Entegrasyon**

Disiplinler arası öğrenmede entegrasyon doğal bir başlangıç noktası gibi görünmektedir. Disiplinler arası öğrenme ile birden fazla disiplin kaynağından gelen bilgi entegre edilmektedir. Böylece derinlemesine öğrenme gerçekleşmekte ve toplumsal problemlere çözüm üretilmektedir (NRC, 2009) (Şekil 2). Aynı zamanda, birden fazla disiplinden gelen uzmanlığın disiplinler arası işbirliği içinde nasıl yönetildiği ve koordine edildiğine dair ortak bir mekanizmayı ifade etmektedir. Boix Mansilla & Duraising (2007), Disiplinler arası anlayışı, tek disiplinle imkansız olan bilişsel gelişim için iki veya daha fazla disipline ait bilgi ve düşünme biçimlerini entegre etme kapasitesi olarak tanımlamışlardır. Fen eğitiminde özellikle ilgili bir çerçeveye, Linn & Eylon (2011) tarafından geliştirilen bilgi entegrasyonudur.



Şekil 2. *Bilimsel Entegrasyon (NRC, 2009)*

Kavramsal entegrasyonu sağlamak için disiplin sınırlarının ötesinde düşünme ve çalışma gereklidir. Öğrencilerin bilgi entegrasyonunu kolaylaştırmak için, fikirlerini ortaya çıkarmalarına, eklemelerine, değerlendirmelerine ve sıralamalarına yardımcı olacak teknolojik araçlar ve öğretim materyalleri geliştirilmelidir (Slotta & Linn, 2009; Shen & Linn, 2011). Bilgi entegrasyon translyasyon, transfer ve transformasyon olmak üzere üç süreci içermektedir.

**Translyasyon (Çeviri):** Farklı disiplinler çok sayıda temel ortak terminolojiyi paylaşsalar da, her disiplinin kendine özgü terminolojisi vardır. Bazı durumlarda, farklı disiplinler aynı kavram ve terimlere farklı anlamlar veya yorumlar yüklemektedir. Farklı disiplinlerle etkili bir şekilde iletişim kurabilmek için bilimsel terimlerde ortak bir dil birliğine varılmasına translyasyon denilmektedir (Boix Mansilla & Duraising, 2007). Örneğin, osmoz kavramı biyoloji, kimya, sanayi tıp

gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bitki biyolojisinde, osmoz hücre içindeki çözünmüş maddelerin hücre duvarına karşı yaptığı basınçtır. Bitkilerde turgor basıncı ve emme kuvveti osmoz ile açıklanan kavramlardır. Tıbbi fizyolojide, kan plazmasındaki proteinlerin oluşturduğu osmotik basınç, onkotik basınç olarak ifade edilmektedir. Yine mühendislikte ve kimyada kullanılan ters osmoz kavramı kullanılmaktadır. Osmoz ile ilgili disiplinler arası bir ekip çalışmasında öncelikle bu farklı kavramlar tartışılarak ortak bir dilin oluşması önemlidir (Sung, Shen & Zhang, 2012).

**Transfer:** Disiplinler arası transfer, bir disiplin bağlamında öğrenilen kavramların, yöntemlerin ve becerilerin başka bir disiplin bağlamındaki olayları anlamak veya problemleri çözmek için başarıyla uyguladıkları süreçtir (NRC, 2005). Yani, öğrenciler bir disiplindeki bir sistemin temel yapısını veya modelini kavramsallaştırıp, bu kavram ve bağlantıları başka bir disiplinde yeni bir problemi çözmek için kullanmasıdır (Chin & Brown, 2000). Örneğin Dünyada mevsimlerin oluşumunu öğrenen bir öğrencinin, öğrendiği bu bilgiyi başka gezegenlerde mevsimler var mıdır? Sorusunu cevaplamada kullanabilmesidir. Ön bilgiler, öğrenme bağlamı, transferin kapsamı, problem temsilleri olmak üzere birçok faktör, bilgi transferine katkıda bulunabilir ya da engelleyebilir (Haskell, 2001).

**Transformasyon (Dönüşüm):** Farklı bir alandaki bir sistemi, fiziksel veya kavramsal olarak değiştirmek için orijinal disiplin alanından öğrenilen kavramların ve yöntemlerin uygulanmasıdır. Başka bir ifadeyle bir disiplinden öğrenilen kavramlar ile farklı bir disiplinde yeni bilgi veya ürünler üretmektir. Bu süreç, yeni bir ürünle sonuçlanan değişiklik gerektirmektedir. Çeşitli alanlarda sıklıkla kullanılan ters osmoz transformasyona güzel bir örnektir. Ters osmoz teknolojisi, hücre fizyolojisi ve kimya dersinde edinilen osmoz bilgisini kullanarak, deniz suyunun arıtılması için geliştirilmiş bir teknolojidir (Glater, 1998).

### **Problem Merkezli Strateji**

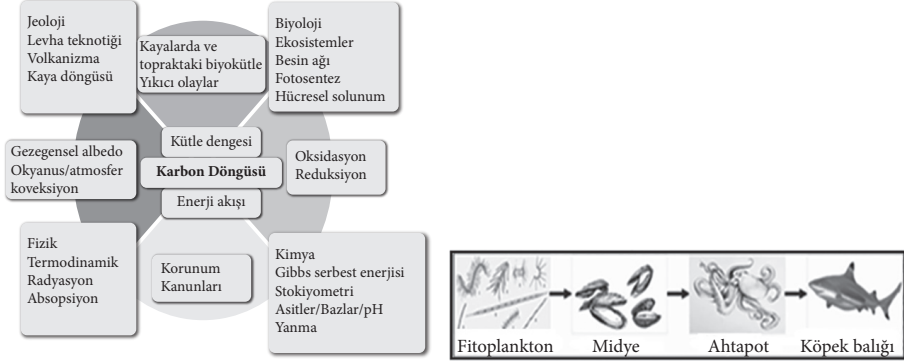
Fen eğitimi araştırmalarında problem çözme önemli bir yer tutmaktadır. Ancak problem çözme araştırmalarının çoğu, disiplin temelli bağlamlar üzerinden yürütülmüştür. Disiplinler arası problemlerin nasıl çözüldüğü konusunda çok az araştırma yapılmıştır. Gerçek yaşamda enerji krizi, iklim değişikliği gibi problemler birden fazla disiplini ilgilendiren kompleks problemlerden oluşmaktadır. Sadece disiplinler problem çözmeye alışmış bireyler, disiplinler arası problemleri çözmede yetersiz kalmaktadırlar (Dreyfus, Redish & Watkins, 2011). Disiplinler arası problem çözmede, iki veya daha fazla disipline ait yöntem, araç, bakış açısı, kavram ve teorinin entegre edilmesi gerekmektedir. Böylece kompleks olaylar hakkında derin ve bütünsel bir anlayış oluşturularak, disiplinler arası problemler

daha kolay çözülebilmektedir (NRC, 2005; NAE & NRC, 2014; Boix Mansilla ve Duraisingh, 2007). Problem merkezli öğretimde, öğrencilere sunulan problemler özgün, açık uçlu, yapılandırılmamış, gerçek yaşam problemlerinden oluşmaktadır (Burrows vd., 2014; Satchwell & Loepp, 2002; Shahali vd., 2017). Bunlar mühendislerin ve bilim insanlarının çalışma hayatlarında karşılaştıkları zorluklara benzeyen ve birden fazla çözüm yolu ve yanıtı olan problemlerdir (Asgar vd., 2012). Problem merkezli öğrenmenin amacı, öğrencilere gerçekçi bir problem çözme sürecini yaşamalarına fırsat vererek yaşama hazırlamaktır (Larmer, 2014).

Problem merkezli eğitim pragmatik, gerçek hayat odaklı bir pedagojidir (Hmelo-Silver, 2012). Genellikle kötü yapılandırılmış problemleri çözmek için farklı disiplinlerden kavramlar, süreçler ve fikirler kullanılmaktadır. Bağlamsallaştırma ve kavramsallaştırma stratejilerin aksine, amacı farklı fikirler arasında tutarlılık oluşturmak değil, somut sonuçlar veya ürünler oluşturmaktır (Brassler & Dettmers, 2017). Problem merkezli yaklaşım, disiplinler arasında bağlantı kurmak için toplumsal tartışma, ürün ve politika geliştirme gibi konuları kullanmaktadır. Örneğin, Biyoetik Merkezi, klonlama, kök hücre araştırmaları, organ nakli gibi karmaşık ve hayati konularda tüm disiplin araçlarını bir araya getirmektedir. Problem merkezli yaklaşım, yeni ürünler yaratmayı, mevcut koşulları iyileştirmeyi ve sosyal değişim için politikalar geliştirmektedir. Dolayısıyla uygulamalı bilimler, işletme, sağlık, teknoloji ve uygulamalı sosyal bilim alanlarında ilgi görmektedir (Nikitina, 2006; Savery, 2006). Bu stratejinin temel amacı acil bir probleme müdahale etmek ve tüm yararlı disiplin araçlarından yararlanarak onu çözmektir (Nikitina, 2002).

Örneğin, son yıllarda iklim değişikliği nedeniyle oluşan erozyon sonucu toprak kaybı, çiftçiler için büyük bir problem haline gelmiştir. Çiftçiler bu probleme acil çözüm üretilmesini istemektedirler. Farklı alanlara (orman, jeoloji, çevre, meteoroloji mühendisleri gibi) ait uzmanlar problemin en temel çözümünün ağaçlandırma olduğunu açıklamışlardır. Ağaçlandırma için de bir miktar tarım alanına ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Bu da çiftçilerin üretim alanlarının azalması anlamına gelmektedir. Tarım alanlarının azalması çiftçileri ekonomik olarak kaygılandırmaktadır. Buradaki zorluk, üretim ve koruma arasındaki çatışan fikirlerdir. Uzmanlar ikilem içeren bu problemi peyzaj, sosyal, ekonomik, ekolojik gibi sistem bütünlüğü içinde açıklayarak, tarım alanı azalan çiftçilerin, endişelerini gidermeye çalışmışlardır. Böylece çiftçiler, erozyonun tarım alanlarına verdiği zarar ile ağaçlandırma için tarım alanlarının bir kısmından vazgeçme arasında karar verme durumunda kalmışlardır. Böylece çiftçiler arazi yönetimi ile ilgili disiplinler arası yeni bir anlayış geliştirmişlerdir (Beilin & Bender, 2010). Atmosfere salınan

karbondioksitin artması okyonus ekosistemini nasıl etkilemektedir? sorusu da disiplinler arası problem çözmeye ikinci bir örnektir (Şekil, 3).



Şekil 3. Karbon döngüsünün Besin Zincirine Etkisi (You vd., 2018)

Bu problemin çözümü için önce karbon döngüsünü anlaşılması sonra bu döngünün okyonus ekosistemindeki besin zincirini nasıl etkilediği ilişkisinin kurulması gerekmektedir. Bunun için Jeoloji, Biyoloji, Fizik, Kimya bilgilerini bu problemin çözümü için entegre edilmesi gerekmektedir (You vd., 2018). Toplumsal problemlere odaklanan disiplinler arası problem merkezli yaklaşım, beşeri bilimlere dayalı bağlamsallaştırma yaklaşımına benzer gibi görünebilir. Ancak, iki yaklaşım insan kaygılarını farklı şekillerde ele almaktadır. Bağlamsallaştırma'da kavram, olay ve problemler daha derinlemesine açıklamaya çalışılırken, problem merkezli yaklaşımda ise, yaşamsal problemlere somut acil çözümler üretilmektedir (Nikitina, 2006; Calvopiña vd., 2017). Problem merkezli yaklaşımda, problemle ilgili olduğu sürece uzak disiplinlerden yararlanılmaktan kaçınılmaz (Blumenthal vd., 1991).

### Geniş Model

Geniş Model, bağlamsallaştırma, kavramsallaştırma ve problem merkezli yaklaşımları kapsamaktadır. Modelin genel özellikleri şunlardır: (a) epistemolojik olarak uzak veya yakın olup olmadıklarına bakılmaksızın tüm disiplinlerden yararlanır; (b) bir problemi incelemek için varsayımlar, kavramlar, teoriler ve yöntemler dahil tüm "disiplin araçlarını" kullanır; (c) karmaşıklıklarını ve nedensel bağlantılarını ortaya çıkarmak için karmaşık problemleri kullanır; (d) paydaş görüşlerinin yanı sıra disiplin anlayışlarını eleştirel olarak değerlendirir; (e) entegrasyon sürecini, ayrı adımlara bölerek açık ve şeffaf hale getirir; ve (f) bir veya daha fazla temel varsayım, kavram veya teorik açıklama temelinde disiplin anlayışları arasında ortak bir zemin yaratır (Repko, 2016). Böylece her bir disiplinin

katkısı ayrılmaz hale gelene kadar çatışan fikirler birleştirilir. Daha da önemlisi, modelin bütünleştiği şey disiplinler veya onların bakış açıları değil, ürettikleri içgörülerdir (Repko, 2007). Bağlamsallaştırma, kavramsallaştırma ve problem-merkezli yaklaşımlar, entegrasyonu gerçekleştirmede katkı sağlayan çeşitli disiplin unsurlarından (varsayımlar, kavramlar, teoriler ve yöntemler) hangisinin kullanılacağına odaklanır. Seçilen disiplin değişmeden kalır ve diğer disiplinlerin etrafında toplandığı veya “bütünleştiği” bir mıknaş gibi davranır. Burada katkı sağlayan unsurlar değişmediği için entegrasyon “kısmi” olarak kabul edilmektedir. Ancak, geniş modelde ortak zemin yaratılıp, katkı sağlayan unsurlar değiştiği için “tam” entegrasyon olarak kabul edilmektedir. Entegrasyon, disiplinler arası bir sonuç üretmek olan disiplinler arası çalışmanın nihai amacına ulaşmak için kullanılan süreçtir (Repko, 2016).

## **Disiplinlerarası Yöntem ve Teknikler**

Bu bölümde Disiplinler arası eğitimde kullanılacak yöntem ve tekniklere örnekler sunulmuştur. Öğretmenler bu yöntem ve teknikleri sınıflarında, bağlamsallaştırma, kavramsallaştırma, problem merkezli öğretim için kullanabilirler. Burada yer alan yöntem ve teknikler farklı stratejilere uyarlanarak kullanılabilir. Örneğin vaka çalışması hem bağlamsallaştırma hem de problem merkezli strateji için kullanılabilir. Problem çözme ve problem tabanlı öğrenme, STEM uygulamaları hem problem merkezli hem de geniş model için kullanılabilir. Öğretmenler bu yöntem ve teknikleri sınıflarında öğrenci ihtiyaçlarını göz önüne alarak farklı şekillerde düzenleyebilirler.

## **Vaka Temelli (Örnek Olay) Çalışmalar**

Vaka temelli uygulamalar, öğrencileri disiplinler arası kompleks problemlerle yüzleşmeye, belirsizliği yönetmeye ve yenilikçi stratejiler üretmeye hazırlamaktadır. Farklı alanlarda disiplin düşüncesinden disiplinler arası ve daha ötesinde sistem düşüncesine geçişi sağlamaktadır (Carter, 2007). Vaka temelli çalışmalar, yaşamdaki problem durumlarını temsil eden vakaları kullanan yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Segalas vd., 2010). Aynı zamanda öğrencileri eleştirel ve yaratıcı düşünmeye, etkili bir şekilde iletişim kurmaya ve işbirliği yapmaya teşvik etmektedir. Zengin, bağlamsal vakalarla karşı karşıya kalan öğrenciler, sosyal, biyolojik ve teknik sistemler arasındaki ilişkileri görebilirler. Vaka çalışmaları, öğrencilerin bağlamı keşfetmelerine ve farklı sistem dinamikleri arasındaki karşılıklı ilişkileri görmelerini sağlamaktadır. Bunun için sürdürülebilirlik, iklim değişikliği gibi disiplinler arası güncel sosyobilimsel problemleri kullanmaktadır (Lundberg vd.,

2001). Vaka çalışmaları, hikayeler, gazete haberleri, problem senaryosu ve belgesel filmler gibi multimedya sunumlar şeklinde sunulmaktadır. Vakalar açık uçlu ve karar verme odaklıdır. Vaka temelli ve problem temelli yaklaşımlar, öğrenci merkezli, sorgulama dayalı ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını benimsemeleri açısından benzerdir. Problem, proje temelli eğitimde problem bağlamını kurmada, argümantasyonu başlatmak ve karar verme becerilerini geliştirmek için vaka çalışmaları kullanılmaktadır (Lundberg vd., 2001). Örneğin, “Çocuklar, Kimyasallar ve Kanser” (Allen ve ark., 2007), adlı vaka çalışması kanserli bir çocuğun gerçek hikayesiyle başlar. Bu vaka çalışmasında araştırılan temel sorular şunlardır: Kanserin hücresel süreçleri nelerdir? Kansere çevresel kirleticilerle nasıl ilişkilendirilebilir? Kansere neden olan maddeler çevreye nasıl girer? ve bir bölgedeki kanser oranlarının alışılmadık derecede yüksek olup olmadığına nasıl karar verilir? gibi. Bu sorular deneysel çalışmalarla araştırılarak, soruların cevapları bulunmaya çalışılır ve elde edilen bulgular sunum şeklinde sınıfta paylaşıp, tartışılır.

### **İşbirliği ve Ekip Çalışması**

Disiplinler arası yaklaşım, farklı disiplinlerin işbirliğine dayalı olduğundan, ekip çalışması ve işbirliği doğal bir zorunluluktur. Bronstein (2003) disiplinler arası işbirliğini “farklı disiplinlerden üyelerin ortak bir ürün oluşturmaya katkıda bulunduğu kişiler arası süreç” olarak tanımlamıştır. Disiplinler arası işbirliğinin, bireysel olarak hareket ettiğinde ulaşılamayan hedeflere ulaşılmasını kolaylaştıran etkili bir kişilerarası süreçtir. Disiplinler arası işbirliğinin bileşenleri şöyle belirtilmiştir: (1) karşılıklı bağımlılık, (2) yeni oluşturulan faaliyetler (3) esneklik, (4) hedeflerin toplu sahiplenilmesi ve (5) süreç üzerine düşünmedir. **Karşılıklı bağımlılık;** ekip üyeleri arasında kendi amaçlarını ve görevlerini yerine getirmek için her birinin diğerine bağımlı olduğu etkileşimlerdir. Birbirine bağımlı olarak işlev gören ekip üyeleri, işbirliği yaptıkları uygulamada, rolleri arasındaki ayrımı net bir şekilde anlayıp, bunları uygun şekilde yerine getirmektedirler. **Yeni oluşturulan faaliyetler;** tek başına bağımsız olarak yapılan faaliyetler yerine, işbirliğiyle daha başarılı ürünler ve çalışmalar oluşturmaktır. Bu faaliyetler, her bir ekip üyesinin uzmanlığını en üst düzeye çıkarmaktadır. **Esneklik;** çalışma esnasında ortaya çıkan anlaşmazlıklarda uzlaşmaya varabilme ve gerektiğinde rol değişikliği yapabilmektir. **Hedeflerin toplu sahiplenilmesi;** her üyenin başarı ve başarısızlıkta kendi payına düşen sorumluluğu alması ve takım arkadaşları arasında yapıcı müzakereyi desteklemesidir. **Süreç üzerine düşünme;** ekip üyelerinin çalışma ilişkileri ve süreçleri hakkında düşüncelerini, konuşmalarını, işbirliği ilişkilerini ve etkinliğini güçlendirmek için geri bildirimlerde bulunmalarınıdır.

## **Rol Oynama (Rol Play)**

Öğrencilerin disiplinler arası problemin nasıl çözüldüğünü anlamaları ve empati kurmaları için rol oynama tekniğinden faydalanılmaktadır. Örneğin, heyelana müsait bir alanda otoyol inşa edilebilir mi? sorusunun cevabının araştırılması için rol oynama (role play) etkinliği planlanabilir. Gerçek yaşamda otoyol yapımında görev alan paydaşlardan bazıları mühendisler, jeologlar, işadamları, şehir planlamacıları ve politikacılarıdır. Sınıfta öğrenciler otoyol yapımında yer alan paydaşların problemin çözümüne nasıl katkı sağladığını rol oynama etkinliği ile tecrübe ederler. Öğrenciler aşağıda görevleri açıklanan paydaşların rollerine bürünerek sorunu çözmeye çalışırlar.

- **Jeoloji uzmanları;** soruna bölgenin jeolojik tarihi ile birlikte yerel jeolojinin bir haritasını çıkararak başlarlar ve yolun inşasında kullanılacak malzemeye karar verirler.
- **Mühendisler,** çeşitli tasarım senaryoları altında toprak kaymasının meydana gelme olasılığını hesaplayan bilgisayar modellerini, geçmiş olaylara ve deneysel verileri kullanarak probleme en iyi çözümü bulmaya odaklanırlar.
- **İşletme uzmanları,** toprak kaymasının, toprak kaymasının önlenmesinin ya da sıklığını azaltmanın maliyetini hesaplar.
- **Politikacılar,** öncelikle toplumun yola olan ihtiyacını, halkın yolun yapımını nasıl algılayacağını, vergi gelirlerinin nasıl harcandığını ve yol güvenliği konularını planlayarak uygulama kararını alırlar.

Her disiplin, pazıla bir parça ekleyerek, problem çözme sürecine önemli katkılar sağlamaktadır (InTeGrate, 2020).

## **Fen-Teknoloji-Toplum ve Çevre**

Fen, teknoloji, toplum ve çevre (FTTÇ) yaklaşımı ile bilimsel bilgilerin teknolojiye yansıdığı durumlara örnekler verilmektedir. Ayrıca bu bilgilerin günlük yaşamda kullanımına ilişkin problemler üzerinde düşünme deneyimleri sunulmaktadır. Böylece öğrencilere fen ve teknoloji okuryazarlığı için gerekli bilgi, anlayış, beceri, tutum ve değerleri kazandırılmaktadır. Bu şekilde öğrenciler, gelecekte etkin bir şekilde işgören, bilinçli ve sorumlu vatandaşlar olarak hazırlanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında FTTÇ ile disiplinler arası yaklaşım birbirlerine benzemektedir. Nükleer santraller, küresel iklim değişikliği, ozon tabakasındaki delinme, alternatif enerji kaynakları gibi birçok konu FTTÇ öğretimi için faydalı olabilecek sosyobilimsel konulardır. Örneğin, tarımda kullanılan gübrelerin çevreye ve

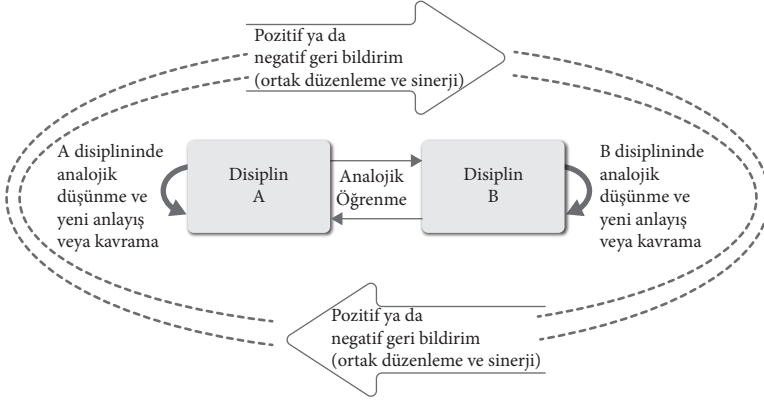
topluma etkisi nedir? Sorusunun cevabında tarım ürünlerinin yetiştirilmesi için uygun şatların hazırlanması (fen Bilgisi), kimyasal gübre üretimi (teknoloji), kimyasal gübrelerin, suları ve toprağı kirletmesi (çevre) ve bu kirlilikten insan sağlığının etkilenmesi (toplum) bilgisidir. Örnekte de görüldüğü gibi fen teknoloji ve toplum ilişkisi disiplinler arası özellikleri içermektedir (Nikitina, 2006; Chowdhury, 2016).

### **Argümantasyon**

Argümantasyon, bir fikri, bir hipotezi veya bir düşüncüyü deliller ve ispatlar kullanarak savunma ve açıklama sürecidir. Disiplinler arası çalışmaların doğası göz önüne alındığında, argümantasyon ilgili alanlar arasında tartışma sürecini başlatarak, araştırma gündemleri oluşturabilmektedir. Aynı zamanda kişisel ve küresel problemler hakkında bilinçli kararlar vermeye yardımcı olmaktadır. Basitçe tanımlanmış olan argümantasyon, bilgi iddialarının kanıt ve gerekçelerle tartışılmasıdır. Öğrencilerin bilimsel kavramları anlayabilmeleri ve bu kavramlar hakkında nitelikli akıl yürütmeleri için argümantasyon becerileri önemlidir. Günlük yaşamda karşılaşılan sosyobilimsel problemlerin çözümünde bilimsel bilgi, etik, ahlak gibi birden çok disiplin bilgisini dikkate almak gerekmektedir. Argümantasyon farklı disiplinlerin bilgi ve düşünme biçimlerini entegre ederek, sosyobilimsel problemlerin çözümü için akıl yürütmeye yardımcı olmaktadır. İddia, gerekçe, kanıt gibi argümantasyon öğeleri disiplinler arası problemlere bilimsel ve akılcı çözüm üretmede kolaylık sağlamaktadır (Crujeiras-Pérez & Jiménez-Aleixandre, 2019).

### **Metafor, Analoji ve Analojik Düşünme**

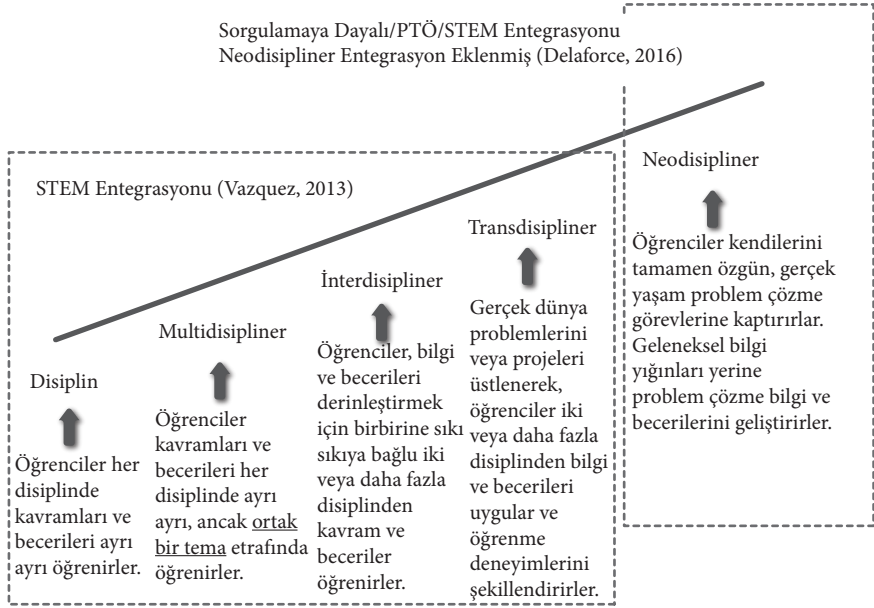
Metafor, bilimin önemli bir epistemolojik bileşenidir. Bilim, teknoloji, mühendislik, bilgisayar, matematik ve tıp gibi alanlar, hipotezleri formüle etmek, bilimsel sonuçları yorumlamak, araştırma için yeni yollar önermek ve bunları daha geniş bir kitlelere iletmek için metaforları kullanılmaktadır. Metaforlar, disiplinler arası bağlamlarda verileri yorumlama ve sunmayı kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda soyut bilgileri keşfetmeye ve karmaşık bilgileri bağlamsallaştırmaya olanak sağlamaktadır (Beger, 2015). Analojiler ve Analojik düşünme de disiplinler arası alanlarda örtük ya da açık olarak kullanılmaktadır. Callaos & Horne (2013), analojilerin ve analojik düşünmenin disiplinler arası iletişimi desteklediğini açıklamıştır. Analojik düşünme ile bilinen veya gözlemlenen bir disiplin alanındaki (kaynak analog) bir kavram, teori veya metodoloji, daha az bilinen veya daha az gözlenen başka bir disiplin alanında hedef analogu oluşturabilmektedir (şekil 4).



Şekil 4. Disiplinler arası Analojik Düşünme (Callaos & Horne, 2013)

### STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) Uygulamaları

STEM eğitimi farklı disiplinleri bütünleştirerek günlük yaşama uygun problem durumlarıyla öğretim sürecini gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu şekilde STEM doğal bir disiplinler arası uygulamadır. STEM eğitimi öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında bağlantı kurmalarını desteklemektedir. Bu bağlantılar etkili bir öğrenme ve teknoloji okuryazarlığını geliştirmektedir. Böylece disiplinler arası bakış açısı ile problemlere çözümler üretilebilmekte ve günlük ve iş yaşamında yaratıcı ürünler ortaya koyulmaktadır. STEM çalışmaları günümüzde sadece dört alanın değil, çok farklı alanların entegrasyonundan da oluşmaktadır. Örneğin STEAM (STEM ve sanat), STREAM (STEM ve sanat, yazma ve okuma) gibi. Vasquez (2013) sorgulama temelli ve probleme dayalı STEM entegrasyon seviyelerini, multidisipliner, disiplinlerarası ve transdisipliner olarak açıklarken, Delaforce (2016) bu seviyelere Neodisipliner'i de eklemiştir. Bu seviyelerin açıklamaları şekil 5'de yapılmıştır.



Şekil 5. Sorgulamaya Dayalı STEM Entegrasyonu (Delaforce, 2016)

Shen, Sung & Zhang (2015) disiplinler arası bilgi entegrasyonu, akıl yürütme ve iletişim uygulaması için önerilen translasyon, transfer, entegrasyon ve transformasyonunun STEM uygulamaları için de geçerli olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda STEM entegrasyonunun, bilim içinde, STEM alanları arasında ve STEM dışı alanlar arasında olabileceğini belirtmişlerdir. Thibaut vd. (2018), disiplinler arası STEM uygulamalarının dokuz temel özelliği olduğunu açıklamıştır. Bu özellikler şunlardır: STEM entegrasyonu, Probleme Odaklanma, Sorgulamaya Dayalı Öğrenme, Teknoloji ve Mühendislik Tasarımı, Ekip Çalışması, Öğrenci Merkezli Pedagoji, Uygulamalı Etkinliklerin Kullanması, Değerlendirme, 21. yüzyıl Becerileri'dir.

**Örnek bir STEM Problemi** (Quigley, 2020); Balıkçılık birçok toplumda eğlenceli bir hobidir. Ancak son yıllarda hem denizlerin, okyanusların ve göllerin kirlenmesi hem de aşırı avlanma nedeniyle bu eğlence nerdeyse yok olmaktadır. Bu probleme çözüm olarak "yakala ve bırak" yöntemi kullanılmaya başlamıştır. Bu uygulama, balıkçıların balığı yakaladıktan sonra tekrar suya bırakmasıdır. Ancak bu uygulama ile balıkların %60'ı ölmektedir. Balıkçılar balığa zarar vermeyen bir "yakala ve bırak" yönteminin olup olmadığını merak etmektedirler. Geliştirilecek yöntemde balıkların kancalardan zarar görmemesi ve balıkların hızlıca suya bırakılması gerekmektedir. Sizden yardım isteyen balıkçılara, balıkların zarar görmediği "yakala ve bırak" yöntemine uygun bir olta geliştirebilir misiniz?

Bu problemin çözümü için, fen (balıkları sağlıklı yakalanıp, sağlıklı bırakılması), matematik (balıklar ne kadar süreli su dışında kalabilecekleri süreyi hesaplama), teknoloji (balıklara zarar vermeyen olta materyallerine karar verme, gerekirse simülasyonlarla deneme yapma), mühendislik (olta prototipinin oluşturulması) bilgilerinin bütünleştirilmesi gerekmektedir.

### **Sınıf Dışı Uygulamalar**

Sınıf dışındaki bilim genellikle, öğrencilerin doğa koruma alanları, hayvanat bahçeleri, botanik bahçeleri, müzeler, çiftlikler, sanayi kuruluşları gibi farklı alanlarla etkileşime girdiği, eğitim amaçlı tasarlanmış öğrenme ortamlarıdır (Nabors vd., 2009). Bu etkinlikler, bir kavram, tema veya işlem hakkında deneyimsel bağlantılar kurmak ve bilgi geliştirmek için pedagojik fırsatlar sağlamaktadır (Falk & Dierking, 2000). Özellikle, sınıf dışında gerçekleştirilen etkinlikler, bilişsel, fiziksel ve davranışsal olmak üzere çeşitli öğrenme alanlarında öğrencilere yardımcı olmaktadır. Sınıf dışı uygulamalar sınıfta görülen teorik kavramlar ile gerçek yaşam arasında bağlantılar kurmaya yardımcı olmaktadır (Hudak, 2003). Sınıf dışı bilim etkinlikleri, sorgulamaya dayalı olarak kavramsal öğrenmeyi ve fen becerilerinin geliştirilmesini de sağlamaktadır (Falk ve Dierking, 2000). Özellikle, kompleks ve gerçek yaşam problemleriyle daha fazla bağlantının teşvik edilmesinde sınıf dışında fen öğreniminin önemi vurgulanmıştır (Behrendt & Franklin, 2014; King & Glackin, 2010). Disiplinler arası bilim öğretimi, sınıf dışında fen öğrenimini teşvik etmek için pedagojik bir kaynaktır (Klein, 2005). Disiplinler arası sınıf dışı uygulamalar; sınıf dışı etkinliklerinin geliştirilmesi ve planlanmasında, disiplinler arası kavramları entegre ederek (teorik disiplinler arası), diğer disiplinlerden yöntemler ödünç alınarak (metodolojik disiplinler arası), öğrenciler yerel ve küresel problemlere yönlendirilerek (Boix Mansilla, 2016) gerçekleştirilebilir. Disiplinler arası sınıf dışı bilim etkinlikleri farklı konulardan bilgi, teori ve yöntemlerin bir entegrasyonunu içermektedir (Guerrero & Reiss, 2020). Sınıf dışı disiplinler arası uygulamaların fen eğitimi için sağladığı fırsatlar şöyle özetlenebilir:

(1) Fen bilgisi müfredatının kavramlarının geliştirilmesini ve bütünleştirmesini sağlar (Nabors, 2009).

(2) Öğrencilere saha gezileri sırasında farklı bilgi alanlarını birbirine bağlama fırsatı sunar (Mohamed vd., 2017; Spelt vd., 2009).

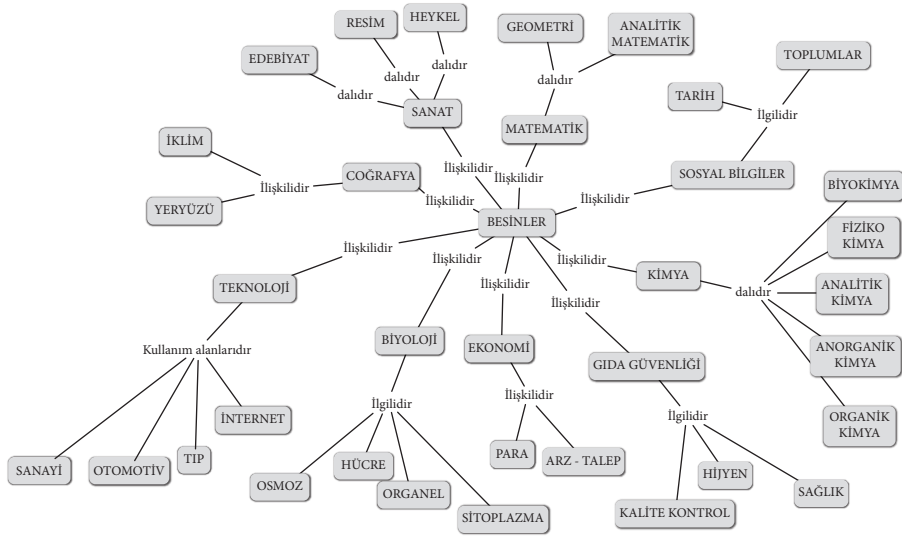
(3) Gerçek verilere erişim sağlar (Glackin, 2018).

(4) Okul bilimine karşı olumlu tutumları geliştirir, öğrenmeyi teşvik eder, işbirliğine dayalı çalışma ve öğrenme için sorumluluk gelişimini sağlar (Braund & Reiss, 2006).

Örneğin “Sıcaklık ve nem, Melisa bitkisini nasıl etkiler?” probleminin cevabını araştırmak için öğrenciler için sınıf dışı etkinlik tasarlanabilir. Bu sorunun cevaplanması için fizik, kimya, biyoloji, ekoloji, coğrafya, gibi farklı disiplinler’e ait bilgi ve yöntemlere ihtiyaç vardır. Sıcaklık, terleme, klorofil, bağıl nem, kloroz, atmosferdeki karbondioksit miktarı, stoma gibi kavramların entegre edilmesi gerekmektedir. Problemin çözümünde teorik ve metodolojik disiplinler arası entegrasyon kullanılmaktadır (Guerrero & Reiss, 2020).

### **Kavram Haritaları**

Birçok araştırmacı öğrencilerin oluşturduğu ürünü veya çözümü değil, aynı zamanda disiplinler arası bilgiyi öğrenme düzeylerini de araştırmışlardır (Boix-Mansilla & Duraisingh, 2007; Mueller vd., 2014). Ancak disiplinler arası öğrenmeyi değerlendirmede etkili araçların eksik olduğunu belirtmişlerdir (Repko, 2007, Ghani vd., 2017). Son çalışmalar kavram haritalarının bu eksikliği tamamlayabileceğini ileri sürmüşlerdir. Kavram haritaları hem disiplinler arası öğrenmede hem de disiplinler arası öğrenmeyi değerlendirmede kullanılacak bir araç olduğunu açıklamışlardır. Yüksek Öğrenim Raporu (ASHE) (2009), disiplinler arası değerlendirmede dikkate alınması gereken üç önemli bileşeni ortaya koymuştur. Bunlar: (a) katkıda bulunan disiplinlerden anahtar kavramların bilgisi; (b) bu anahtar kavramlar arasındaki bağlantıların bilgisi veya entegrasyon becerisi; (c) bu kavramları disiplinler arası bir probleme veya konuya aktif olarak uygulama becerisidir. Kavram haritalarının da hiyerarşik yapı, çapraz bağlantılar, kavramlar (içerik) olmak üzere üç önemli özelliği vardır (Cañas vd., 2012). Bu Disiplinler arası ve kavram haritalarının bu özellikleri karşılaştırıldığında aralarında büyük benzerlik olduğu görülmektedir (Cordeiro vd., 2012). Kavram haritalarının bir değerlendirme veya yansıtma aracı olarak başarılı bir şekilde kullanılmasına ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Tan vd., 2017; Cañas vd., 2012; Ruiz-Primo, 2004; Şahin, 2002). Ancak öğrencilerin disiplinler arası bilgilerini değerlendirmek için kavram haritalarının kullanımına ilişkin çok az çalışma vardır. Borrego ve arkadaşlarının (2009) yaptıkları çalışmalarında, öğrencilerin farklı disiplinler arasında bağlantı kurma yeteneklerini değerlendirmede kavram haritalarının faydalı bir araç olduğunu ortaya koymuşlardır. Şahin ve Kabapınar (2019) da yaptıkları çalışmalarında öğretmen adaylarının disiplinler arası bilgilerini değerlendirmede kavram haritalarının etkili bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Reiska vd., (2018) kavram haritalarının disiplinler arası değerlendirmesi için Disiplinler Arası Kalite İndeksi (IQI)’ni geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu bilgisayar programı ile kavram haritaları daha hızlı ve objektif değerlendirilebilecektir. Şekil 6’da besinler ile ilgili disiplinler arası kavram haritası görülmektedir.



Şekil 6. Besinler İle İlgili Disiplinler arası Kavram Haritası

## KAYNAKÇA

- Allen, D. E., Donham, R., & Fifield, S. (2007). *Kids, chemicals and cancer. Problem-Based Learning Clearinghouse*. <http://www.udel.edu/pblc>. Published online 9/13/2007.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 6(2), 85-125. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
- ASHE Higher Education Report. (2009). *Defining Interdisciplinarity*. 35(2), 11-30.
- Bauerle, C., Hatfull, G., & Hanauer, D. (2014). *Facilitating STEM education through interdisciplinarity*. In M. J. Curry & D. I. Hanauer (Eds.), *Language, literacy, and learning in STEM education* (167–179). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Behrendt, M & Franklin, T. (2014). A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. *International Journal of Environmental & Science Education*. 9, 235-245
- Beger, A. & Jäkel, J. (2015). The cognitive role of metaphor in teaching science: Examples from physics, chemistry, biology, psychology and philosophy, in. *Philosophical Inquiries* 3 (1), 89-112.
- Beilin, R. & Bender, H. (2010). "The "Getting" of Interdisciplinarity: Everyday Practice of Environmental Curriculum Design", in *Interdisciplinary Higher Education: Perspectives and Practicalities*, ed. by Davies, M. and Devlin, M., International Perspectives on Higher Education Research, 5, United Kingdom: Emerald Group Publishing, 181–194
- Birken, M. & Coon, A. C. (2001). *The Pedagogical and Epistemological Uses of Analogy in Poetry and Mathematics*. *Consciousness, Literature and the Arts*, University of Wales Aberystwyth. 2(1). <http://www.aber.ac.uk/~drawww/journal/editorialboard.html>
- Blumenthal, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). "Motivating Project-based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3&4), 369-398

- Boden, M. A. (1999). *What is interdisciplinarity?* In: Cunningham, R. (Ed.), *Interdisciplinarity and the Organization of Knowledge in Europe*. A Conference Organised by the Academia Europaea. Cambridge, September 24–26, 1997. Office for Official Publication of the European Communities, Luxembourg, pp. 13–24
- Boix Mansilla, V. (2016). *Interdisciplinary learning: A cognitive-epistemological foundation in Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (R. Prodemán and J. Klein, eds.), pp. 261–275, Oxford/UK: Oxford University Press.
- Boix Mansilla, V., & Duraisingh, E. D. (2007). Targeted assessment of students' interdisciplinary work: An empirically grounded framework proposed. *The Journal of Higher Education*, 78(2), 215–237.
- Borrego, M., Newswander, C. B., McNair, L. D., McGinnis, S., & Paretto, M. C. (2009). Using concept maps to assess interdisciplinary integration of green engineering knowledge. *Advances in Engineering Education*, 1(3), 1–26.
- Brassler, M., & Dettmers, J. (2017). How to Enhance Interdisciplinary Competence Interdisciplinary Problem-Based Learning versus Interdisciplinary Project-Based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2).
- Braund, M. & Reiss, M. J. (2006). Towards a more authentic science curriculum: the contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373–1388
- Bronstein, L.R. (2003). A Model for Interdisciplinary Collaboration. *Social Work*, 48(3), 297–306. doi: 10.1093/sw/48.3.297.
- Bruun, H., Langlais, R., & Janasik, N., 2005. Knowledge networking. A conceptual framework and typology. *VEST* 18, 73–104).
- Burrows, A. C., Breiner, J. M., Keiner, J. & Behm, C. (2014). Biodiesel and integrated STEM: Vertical alignment of high school biology/biochemistry and chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1379–1389. <https://doi.org/10.1021/ed500029t>
- Callaos, N. & Horne, J., 2013, Interdisciplinary Communication. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 11(9). <http://www.iiisci.org/journal/sci/Abstract.asp?var=&id=iGA927PM>
- Calvopiña, M.P.T., Nicolalde, M.A.M., & Medina, M.D.T. (2017). Project-based learning, from an interdisciplinary perspective. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 22(235)
- Cañas, A. J., Novak J. D. & Reiska P., (2012), Freedom vs. Restriction of Content and Structure during Concept Mapping – Possibilities and Limitations for Construction and Assessment, In A. J. Cañas, J. D Novak, J. Vanhear (Eds). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping, 2(1), 247–257. Valetta: University of Malta.
- Carter, L. (2007). Sociocultural influences on science education: Innovation for contemporary times. *Science Education*, 92, 165–181.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 109–138.
- Chowdhury, M. A. (2016). The Integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for Effective Science Education and Science Teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 20 (5), 19–38
- Cordeiro, G. B., Lacerda Aguiar, P., Cicuto, C.A.T & Correia, P.R.M.(2012). *Making Interdisciplinarity Visible Using Concept Mapping*. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology* Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping, Valetta, Malta
- Crujeiras-Pérez, B., & M. P. Jimenez-Aleixandre. (2019). *Interdisciplinarity and Argumentation in Chemistry Education*. In *Argumentation in Chemistry Education: Research, Policy and Practice*, edited by S. Erduran, 32–61. London: Royal Society of Chemistry.
- Delaforce, A. (2016). *The new incline plane of inquiry-based/PBL/STEM integration*. Retrieved from <http://delaforce.info/wpcontent/uploads/2016/10/Neodisciplinary-1.png>

- Drake, S.M., & Burns, R.C. (2004). *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*. ASCD
- Dreyfus, B. W., Redish, E. F., & Watkins, J. (2011). *Students' views of macroscopic and microscopic energy in physics and biology*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1106.5801>
- Falk, J.H. & Dierking, L.D. (2000). *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.
- Frid, L. (1995). *The Integration of the sciences: On redirecting entropy and synthesizing thought*. Unpublished manuscript.
- Ghani, I.B.A, Ibrahim N. H, Yahaya S.A. & Surif, J. (2017) Enhancing Sudents' HOTS in Laboratory Educational Activity by Using Concept Maps as an Alternative Assessment Tool. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 18, 849–874
- Glackin, M., King, H., Cook, R., & Greer, K. (2018). *Understanding Environmental Education in Secondary School in England: Report 2: The Practitioners' Perspective*. In King's College London. King's College London).
- Glater, J. (1998). The early history of reverse osmosis membrane development. *Desalination*, 117, 297–309.
- Guerrero, G. & Reiss, M. J. (2020) Science outside the classroom: Exploring opportunities from interdisciplinarity and research-practice partnerships. *International Journal of Science Education*. 4(8), DOI: 10.1080/09500693.2020.1767317.
- Haskell, R. A. (2001). *Transfer of learning*. San Diego, CA: Academic Press.
- Heckhausen, H., (1972). *Discipline and interdisciplinarity*. In: *Interdisciplinarity. Problems of Teaching and Research in Universities*. OECD/CERI, Paris, pp. 83–89.
- Hmelo-Silver, C. E. (2012). International perspectives on problem-based learning: Contexts, cultures, challenges, and adaptations. *Interdisciplinary Journal of ProblemBased Learning*, 6(1), 11–15. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1310>
- Hudak, P. E. (2003). Campus Field Exercises for Introductory Geoscience Courses. *Journal of Geography*, 102(5), 220–225. doi:10.1080/00221340308978550
- Huutoniemi, K., Klein, J.T., , Henrik Bruunc, H. & Hukkinena, J. (2010). Analyzing interdisciplinarity: Typology and indicators. *Research Policy*, 39, 79–88.
- InTeGrate, *Workshops and Webinars*, (2020). <https://serc.carleton.edu/integrate/workshops/index.html>.Erişim:12.03.2022
- King, H., & Glackin, M. (2010). *Supporting science learning in out-of-school contexts*. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good Practice in Science Teaching* (pp. 259–273). London: Open University Press).
- Krishnan, A.(2009). *Five Strategies for Practising Interdisciplinarity*. ESRC National Centre for Research Methods, NCRM Working Paper Series. 1-13
- Klein, J. T. (2017). *Typologies of Interdisciplinarity: The Boundary Work of Definition*. In F. Frodeman (Ed.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (2 ed.) (pp. 21–34). New York: Oxford University Press.
- Klein, J. T. (2005). Integrative Learning and Interdisciplinary Studies. *Peer Review*, 7 (4), 8–10.
- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Detroit: Wayne State University.
- Kockelmans, J. J. (1979). *Why interdisciplinarity?* In J. J. Kockelmans (ed.), *Interdisciplinarity and Higher Education* (University Park, PA: Pennsylvania State University Press), 123–158.
- Larmer, J. (2014, January 6). *Project-based learning vs. problem-based learning vs. X-BL*. Buck Institute for Education. Retrieved from <http://www.edutopia.org /blog/pbl-vs-pbl-vs-xbl-john-larmer>
- Lattuca, L. R. (2001). *Creating Interdisciplinarity: Interdisciplinary Research and Teaching Among College and University Faculty* (Nashville, TN: Vanderbilt University Press).

- Satchwell, R. E. and Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 41-66.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Segalas, J., Ferrer-Balas, D., & Mulder, K. F. (2010). What do engineering students learn in sustainability courses? The effect of the pedagogical approach. *Journal of Cleaner Production*, 18, 275-284.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K. and Zulkifeli, M. A. (2017). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. EURASIA. *Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00667a>
- Shen, J. & Linn, M.C. (2011). 'A technology-enhanced unit of modeling static electricity: Integrating scientific explanations and everyday observations', *International Journal of Science Education*, 33(12), 1597-1623. <http://doi.org/10.1080/09500693.2010.514012>
- Shen, J. Sung, S & Zhang, D.M. (2015). Toward an analytic framework of interdisciplinary reasoning and communication (IRC) processes in science, *International Journal of Science Education*, 37(17), 2809-2835.
- Slotta, J., & Linn, M. C. (2009). *WISE Science: Web-based inquiry in the classroom*. New York: Teachers College Press.
- Spelt, E. J. H., Biemans, H. J. A., Tobi, H., Luning, P. A., & Mulder, M. (2009). Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 21(4), 365-378. doi:10.1007/s10648-009-9113-z
- Sung, S., Shen, J., & Zhang, D. (2012). *Toward a Cognitive Framework of Interdisciplinary Understanding*. In van Aalst, J., Thompson, K., Jacobson, M. J., & Reimann, P. (Eds.), *The Future of Learning: Proceedings of the 10th International Conference of the Learning Sciences (ICLS 2012) - Volume 1, Full Papers* (pp. 299-306). Sydney, NSW, AUSTRALIA: International Society of the Learning Sciences.
- Şahin, F. (2002). Kavram Haritalarının Değerlendirme Aracı Olarak Kullanılması İle İlgili Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(11), 17-32
- Şahin, F., Kabapınar, F. (2019). Öğretmen Adaylarının *Disiplinler arası İlişki Kurma Becerilerini Değerlendirmede Kavram Haritalarının Kullanılması*. TURKCESS, 251-263, İstanbul, TürkiyeTan, S., Erdimez, O., & Zimmerman, R. (2017). Concept Mapping as a Tool to Develop and Measure Students' Understanding in Science. *Acta Didactica Napocensia*, 10(2), 109-122.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. and Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth: Heinemann.
- You, H. S., Marshall, J. A., & Delgado, C. (2018). Assessing students' disciplinary and interdisciplinary understanding of global carbon cycling. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(3), 377-398.