

## Sosyobilimsel Konu Öğretiminde Modellemenin Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Becerileri Üzerindeki Etkisi\*

### The Effect of Modeling on Students' Logical Thinking Skills in Socioscientific Issues Teaching

Özgür Bulduk<sup>1</sup>, Cemil Aydoğdu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sorumlu Yazar, Dr., Milli Eğitim Bakanlığı, buldukozgur@gmail.com, (<https://orcid.org/0000-0001-8750-6423>)

<sup>2</sup>Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, caydogdu@hacettepe.edu.tr, (<https://orcid.org/0000-0003-1623-965X>)

**Geliş Tarihi:** 21.02.2023

**Kabul Tarihi:** 16.09.2023

#### ÖZ

Bu araştırmanın amacı sosyobilimsel konu (SBK) öğretiminde model tabanlı sorgulayıcı yaklaşım uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yetenekleri üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmada "İnsan ve Çevre" ünitesindeki küresel ısınma, sera etkisi, ekolojik ayak izi, madde döngüleri, biyolojik çeşitlilik, geri dönüşüm, atıklar gibi sosyobilimsel konularla ilgili zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler deney grubunda uygulanmıştır. Aynı konular kontrol grubunda ders kitabı temel alınarak ve düz anlatım, soru cevap gibi geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak işlenmiştir. Araştırmanın nicel veri toplama aracı "Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi" (MDYT), nitel veri toplama araçları ise model raporları, öğrencilerin oluşturduğu çeşitli modeller, etkinlik kağıtları, etkinlik günlükleri, yarı yapılandırılmış görüşme formundan oluşmaktadır. Nicel veriler t testi ile nitel veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda SBK öğretiminde model tabanlı sorgulayıcı yaklaşım uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubundaki öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin geliştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyobilimsel konu, modelleme, model tabanlı sorgulama, mantıksal düşünme yeteneği.

#### ABSTRACT

The aim of this research is to examine the impact of model-based inquiry approach applications in socio-scientific issues (SSI) instruction on the logical thinking abilities of 7th-grade students. In the study, enriched model-based activities related to SSI such as global warming, greenhouse effect, ecological footprint, material cycles, recycling, and waste in the "Human and Environment" unit were implemented with the students in the experimental group. The same issues were taught to the students in the control group using traditional teaching methods such as direct instruction and question-answer sessions, as presented in the textbook. The quantitative data collection tool in the research was the "Logical Thinking Ability Test", while the qualitative data collection tools consisted of model reports, various models created by students, activity sheets, activity journals, and a semi-structured interview form. Quantitative data were analyzed using the t-test, and qualitative data were analyzed through content analysis. As a

\* Bu araştırma ikinci yazar danışmanlığında tamamlanan birinci yazarın doktora tez çalışmasının bir kısmından oluşturulmuştur.

result of the research, it was determined that the students in the experimental group, where model-based inquiry approach applications were conducted in SSI instruction, improved their logical thinking abilities.

**Keywords:** Socio-scientific issues, modelling, model-based inquiry, logical thinking skills.

## GİRİŞ

Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler toplumları sosyal, ekonomik, politik, kültürel v.b. pek çok alanda etkilemiş ve bu durum toplumların hızla değişen ve gelişen çağa uyum sağlamalarını gerekli kılmıştır. Bu nedenle gelişen ve gelişmekte olan ülkeler yeni gelişmelere ayak uydurabilecek yeterlik ve özellikle birey yetiştirebilme amacına önem vermişlerdir. Ülkemizdeki fen öğretim programları da dahil (MEB, 2000; 2005; 2013; 2018) bir çok ülkede bilim okuryazarı birey yetiştirme hedefi programlarda yerini almıştır. Bilim okuryazarı yetiştirmenin önemine NRC (National Research Council)'nin yayımladığı standart geliştirme çalışmalarında da yer verilmiştir ve bilimsel okuryazarlık; ekonomik üretkenlik, karar verme, yurttaşlık ve kültürel işlere katılmak için gereken bilimsel süreç ve kavramların bilgisi ile anlaşılması şeklinde ifade edilmiştir (NRC, 1996). Benzer şekilde PISA (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)'da bilim okuryazarlığı yansıtıcı bir vatandaş olarak bilimle ilgili fikir ve konularla ilgilenme yeteneği olarak tanımlanmış ve bilim okuryazarı bir bireyden olguları/olayları bilimsellikte açıklayabilme, bilimsel araştırmayı değerlendirme ve tasarlama, veri ve kanıtları bilimsellikte yorumlama yetkinliklerine sahip ayrıca fen ve teknoloji ile ilgili gerekçeli tartışmalara katılmaya istekli olmasının beklendiği belirtilmiştir (OECD, 2019).

Ülkemizde geliştirilen fen öğretim programlarında pek çok beceri gibi (MEB, 2005; 2013; 2018) bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması da hedeflenmiş ve programın amaçlarında bilimsel süreç becerilerinin rollerine değinilmiştir. Örneğin 2018 Fen Öğretim Programı amaçlarında:

*“Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek”*

*“Sosyobilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek”*

*“Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmeye fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak” (MEB, 2018, s.9).*

şeklinde belirtilen amaçların gerçekleştirilebilmesi için sosyobilimsel konular (SBK) içerik olarak ele alınarak bu konular yardımıyla öğrencilerin bilimsel muhakeme, sosyobilimsel muhakeme, bilimsel süreç becerileri, karar verme ve çözüm üretme becerileri gelişiminin desteklenebileceği düşünülmüştür.

“K-12 Fen Eğitimi İçin Bir Çerçeve” isimli çerçeve programda fen öğrenimi için bilimsel uygulamalar, konu alan bilgisi ve disiplinlerarası /kesişen kavramlar olarak ifade edilen üç boyutlu fen öğretiminde bu boyutların etkileşiminden bahsedilmiştir (NRC, 2012). Araştırma kapsamında bu üç boyutun birbiriyle etkileşim içine girmesi sağlanmış ve bu etkileşimler sonucunda araştırmanın öğrenme hedefleri ise SBK hakkında farkındalık kazanma, sosyobilimsel muhakeme yeteneği geliştirme, bilimsel muhakeme yeteneği geliştirme, mantıksal düşünme yeteneği geliştirme, çevre sorunlarına çözüm üretme olarak belirlenmiştir.

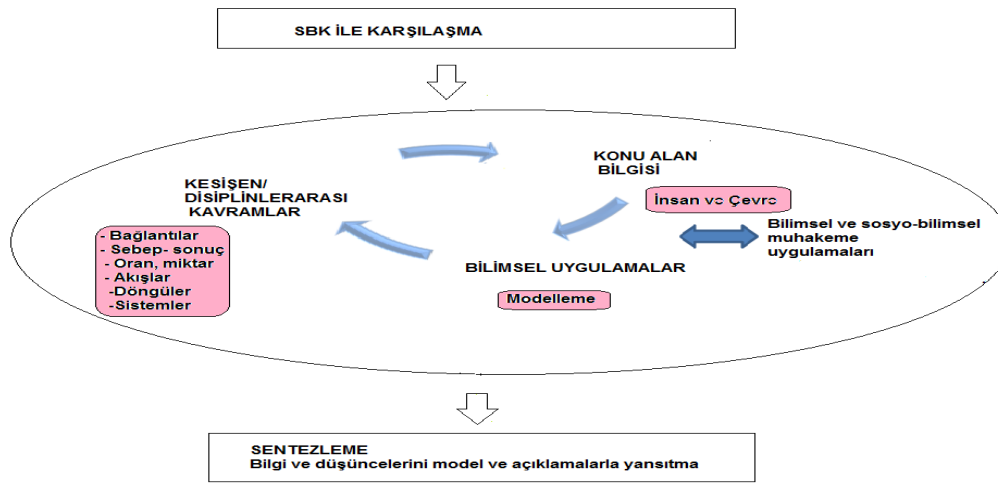
Araştırmada üç boyutlu fen öğretimindeki boyutlardan biri olan konu alan bilgisi olarak “İnsan ve Çevre” ünitesi kapsamındaki SBK kullanılmıştır. SBK genellikle tartışmalı, kesin cevabı olmayan, açık uçlu, karmaşık, iyi yapılandırılmamış (Sadler, 2004; Topçu, 2010) bilimle

çeşitli bağlantıları olan toplumsal sorunlardır (Zeidler, 2014) ve bireylerin yaşamını etkileyebilme gücüne sahip olduklarından ilgi çekicidirler (Sadler, 2009). Fen eğitiminde SBK bilim okuryazarlığını özendirmede etkili bir şekilde kullanılabilir (Presley vd., 2013).

SBK öğretiminde kullanılması önerilen öğretim çerçeveleri/ modelleri (Friedrichsen vd., 2016; Presley vd., 2013; Sadler, 2011; Sadler vd., 2017) bulunmaktadır. Araştırmada Sadler vd. (2017) tarafından önerilen sosyobilimsel öğrenme ve öğretim modeli baz alınmış ve araştırmanın kapsamına göre konu alanı bilgisi, disiplinlerarası kavramlar, öğrenme hedefleri, bilimsel uygulamalar düzenlenmiştir. Sadler vd. (2017)'den esinlenerek araştırmanın uygulamaları ve amaçlarına uygun olarak düzenlenen SBK öğrenme ve öğretim çerçevesi'nin üç boyutu Şekil 1'de gösterilmiştir.

### Şekil 1

*SBK Öğrenme ve Öğretim Çerçevesi. (Sadler vd., (2017)'den uyarlanmıştır)*



Modelin ilk aşamasında öğrenciler odak sorunla karşılaşır. Bu aşama öğrencilerin bilimsel araştırmalar, ilkeler ve fikirlerin SBK ile nasıl ilişkili olduğu, bu konularla ilgili farkındalık kazanmalarının önemli olduğu aşamadır (Sadler vd., 2017). İkinci aşama öğrencilerin üç boyutlu fen öğrenimi ile birlikte sosyobilimsel muhakeme uygulamalarıyla etkileşim içinde oldukları aşamadır. Modelin üçüncü aşamasında ise öğrenciler öğrendiklerini ve deneyimlediklerini sentezlerler. Bu aşamanın etkili olmasında öğrencilere kendi fikirleri ile bilimsel uygulamalar ve muhakeme becerilerinin etkileşimlerini gösteren fırsatların verilmesi önemli görülmektedir (Sadler vd., 2017). Üç boyutlu fen öğretimindeki diğer boyut bilimsel uygulamalar boyutudur. Bilimsel uygulamalar NRC (2012)'de model geliştirme ve kullanma, verileri yorumlama ve analiz etme, sorular sorma ve problemleri tanımlama, matematiksel/sayısal düşünmeyi kullanma, sorgulama yürütme ve planlama, açıklama oluşturma, kanıttan tartışmaya girme ve çözümler tasarlama, bilgi edinme, bilgiyi değerlendirme ve bilgiyi iletme şeklinde belirtilmiştir. Araştırma kapsamında bilimsel uygulamalar olarak modelleme kullanılmıştır.

Modeller kavramsal sistemlerdir ve diğer sistemlerin davranışlarını tahmin etme, oluşturma ve açıklama için kullanılan işlemler, kurallar ve ilişkilerden oluşur (Lesh & Doerr, 2003). Modeller öğretmenler tarafından soyut ve zor olguları/ olayları temsil etmede kullanılan girişimlerdir (Harrison & Treagust, 1998) ve bilimsel düşünmede ana araçlardandır (Harrison & Treagust, 2000). Modeller karmaşık akıl yürütme süreçlerini ve sistemleri resim, diyagram, animasyon, nesne gibi gösterimler kullanarak somutlaştırarak basitleştirir ve algısal çıkarım yapmaya katkıda bulunur (Oh & Oh, 2011). Modelleme ise bir araştırmanın amacına karar

verilmesinde olgular/olaylar arasındaki ilişki ve nedenlere odaklanılmasını sağlayan sadeleştirme süreci olarak tanımlanabilir (Gilbert vd., 1998) ve iletişim kurma; bilgiyi temsil, tasvir, organize etme ve bilgiyi işleme için kullanılır (Halloun, 2006). Fen eğitiminde sınıf seviyesi arttıkça kullanılan modellerin karmaşıklığı ve çeşidi de artmalıdır (NRC, 2012). Öğrencilerin modelleme çalışmalarında çeşitli model türlerini kullanmaya teşvik edilmeleri gerekir (Boulter, 1999). Bu durum öğrencilerin problem çözme, akıl yürütme becerilerinin gelişime katkı sağlar (Kindfield, 1994). Öğrencilerin nasıl ve ne şekilde öğrendiklerini tanımada öğrencilerin model geliştirme süreçleri dikkate alınmalıdır (Zangori vd., 2017a). Modellerin üç boyutlu, yazılı, sözel, semboller, formüller, grafikler, animasyonlar, vücut hareketlerinden oluşan, çizimler, haritalar, diyagramlar, matematiksel gibi pek çok temsil şeklinin olduğu farklı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Gilbert, 2004; Gilbert & Justi, 2016; Harrison & Treagust, 1998). Bilimsel modellemede kullanılan çeşitli uygulamalar (analoji ve simülasyon oluşturma, matematiksel kavramları formülle gösterme, diyagram çizme gibi) öğrencilerin modele dayalı açıklama yapmalarını ve temsil geliştirmelerini destekler (Baumfalk vd., 2018). Bilginin çeşitli şekillerde sunulması hatırlamayı kolaylaştırır (Rapp & Kurby, 2008). Bir bilimsel kavramın öğrenilmesinde ve açıklanmasında öğrenciler çeşitli modeller kullanmaya özendirilmelidir (Harrison & Treagust, 1998). Araştırma kapsamında birçok model temsil çeşidinin birlikte kullanılması hedeflenmiş bu sayede hem öğrencilerin bireysel farklılıklarının dikkate alınması hem de modellerin birden fazla duyuya hitap etmesi sağlanarak öğrenme ve derse katılım artırılmaya çalışılmıştır.

Üç boyutlu fen öğretimindeki üçüncü boyut ise disiplinlerarası/kesişen kavramlar olarak belirtilmiştir. Bu kavramlar madde ve enerji (döngüler, korunum, akışlar), sistemler ve sistem modelleri, oran-ölçek-miktar, sebep ve sonuç (açıklama ve mekanizma), desenler (çeşitlilik, benzerlik), işlev ve yapı, değişim ve istikrar şeklinde ifade edilmiştir (NRC, 2012). Bir organizasyon şeması oluşturarak bilgileri bilimsel ve anlamlı bir şekilde birbirine bağlamada öğrencilere yararlı olacağı düşünülen bu kavramların bilimin çeşitli alanlarında da kullanılabilmesine dikkat çekilmiştir. Verilerin temsil edilme yollarının örüntü tanımayı kolaylaştırabildiği ve matematiksel bir temsilin geliştirilmesine yol açabildiği, bunun da daha sonra modelin meydana gelmesine neyin sebep olduğuna dair temel bir açıklama ararken bir araç olarak kullanılabilmesi vurgulanmıştır (NRC, 2012). Bu anlamda model tabanlı uygulamalardan disiplinlerarası/kesişen kavramları işlevsel hale getirmede yararlanılabilir. Araştırma kapsamında bu kavramları işlevsel hale getirerek kullanabilmenin ise mantıksal düşünme becerisi ile doğrudan ilişkili olduğu ve bu becerinin gelişimini destekleyeceği düşünülmüştür.

Bir problem veya durumla ilgili sebep sonuç ilişkisi kurularak mantıklı karar vermeyi teşvik eden, ardışık düşünmeyi gerektiren, bireyin derin düşünmesi ve kendi kendine sonuca ulaşmasını sağlayan, üst düzey zihinsel etkinliklerin kazanılması için gerekli olan bir düşünme yolu olan mantıksal düşünme becerisi (Çıbık-Sert & Emrahoğlu, 2008) bir problemle ilgili tüm fikirler, gerçekler ve sonuçları alma ve zincirleme bir biçimde düzene koyma (Bozdoğan, 2007) belirli ilke ve yasalara ulaşmada bir takım genelleme ve soyutlamaları kullanabilme ve bireyin zihinsel işlemlerle bir sorunu çözebilme becerisi (Yaman, 2005) olarak tanımlanmaktadır. Belirtilen bu tanımlar ışığında araştırma kapsamında ifade edilen “mantıksal düşünme yeteneği” planlı, programlı ve düzenli bir şekilde düşünebilme, bir durum ya da problemle ilgili olay, olgu, sonuç ve fikirleri akıl süzgecinden geçirerek neden sonuç ilişkisi içinde ilişkilendirebilme, çıkarım yapma, bilimsel süreç becerilerini kullanarak sistematik ve anlamlı gereçlendirmeler yapabilme, bilimsel muhakeme yapma yeteneği olarak ele alınmıştır (Bulduk, 2022). Araştırma sorgulamaya dayalı fen öğretiminin temelinde yer alan bilimsel süreç becerilerinin gelişimi için öğrencilerin bu becerileri kullanmalarını sağlayan ve bu becerilerin gelişimini destekleyen uygulamaların öğrenme öğretme sürecine dahil edilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirebilmeleri, derinleştirebilmeleri, anlayışlarını ilişkilendirmeleri için sorgulayıcı yaklaşıma uygun öğrenme ortamlarının düzenlenmesi gereklidir (Harlen, 2004).

Bilim insanlarının doğal dünyayı nasıl anladıklarına dair bir anlayışla araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının kullanılması varsayımların tanımlanmasını, eleştirel ve mantıksal düşünmenin kullanılmasını ve alternatif açıklamaların dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır (NRC, 1996; 2000).

Mantıksal düşünme yeteneği bireyin başarısı ve öğrenmenin kalıcılığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Tobin & Capie, 1981). Bireylerin problem çözme ve mantıksal düşünme yeteneklerinin geliştirilmesi fen eğitimi için önemlidir (Kaptan, 1999). Dolayısıyla fen öğretiminin öncelikli amacı öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesi olmalıdır (Garnett & Tobin, 1984). Mantıksal düşünme yeteneğini oluşturan mantıksal düşünme işlemleri (Lawson, 1982) orantısız düşünme, ilişkisel düşünme, hipotetik düşünme, olasılıklı düşünme, değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisi olarak ifade edilmiştir. Bu beceriler aynı zamanda Piaget'in soyut işlemler döneminde bireylerin kazanmaları gereken bilimsel süreç becerileri olarak belirtilmiştir (Senemoğlu, 2010). Literatürde bilimsel muhakeme becerileri olarak da ifade edilen (Dökme, 2019) bu becerilerin SBK içeriği kullanılarak geliştirilmesi ile öğrencilerin SBK'de mantıksal düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Literatürde SBK öğretimi ile ilgili pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen (Atabey, 2016; Chung vd., 2016; Çapkinoğlu vd., 2020; Durmaz & Seçkin-Karaca, 2020; Karışan & Klosterman & Sadler, 2010; Nuangchalerm & Kwanthog, 2010; Özcan, 2019; Peel vd., 2019; Sarıkaya, 2018; Türksever, 2017; Zangori vd., 2017b; Zangori vd., 2020) SBK'nin öğretilmesini teşvik edecek yeterince önlem alınmadığı (Levinson, 2006), SBK öğretimi ile ilgili yeterince çalışma olmadığı, bu konuların sınıf ortamında nasıl öğretileceği, nasıl ideal bir öğretim ortamının sağlanması gerektiği ve öğretmenlerin karşılaşılabileceği engeller üzerine yapılan çalışmaların yetersiz olduğu belirtilmektedir (Topçu, 2015). Literatür incelendiğinde son zamanlarda bazı araştırmacıların SBK'de öğrencilerin model tabanlı muhakeme becerilerini geliştirmek amacıyla modele dayalı üniteler tasarladıkları görülmektedir. Bu araştırmacılar modele dayalı akıl yürütmenin öğrencilerin karmaşık nedensel etkileşimleri kurabilmelerini (Zangori vd., 2020), konular arasında bağlantı kurmalarını (Peel vd., 2019), kavramsal anlayışlarını, akıl yürütmelerini (Zangori vd., 2017b) destekleyeceğini belirtmişlerdir. Araştırma kapsamında bu sorunlara çözüm bulabilmek ve öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerini geliştirebilmek adına SBK öğretiminde farklı öğretim yöntemlerinin kullanımının nasıl olabileceği düşünülmüş ve öğrencilerin modelleme süreçlerini harekete geçiren etkinlikler geliştirilmiştir. Araştırmada kullanılan zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler yaparak yaşayarak öğrenmeyi destekleyen, öğrencileri birçok beceri bakımından geliştiren ve yazı, kavram haritası, mektup, diyagram, resim, çizim, grafik ve tablo, matematiksel ve üç boyutlu gibi pek çok modeli oluşturmayı içeren kapsamlı etkinlikler olarak belirtilmiştir (Bulduk, 2022). Bu etkinlikler araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun olarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirebilmeleri için sorgulama süreçlerine dahil edilmeleri gerektiği düşünülmüş, bu da öğrencilerin hem birbirleriyle hem de öğretmenleriyle etkileşimde bulunmalarıyla sağlanmıştır. Literatürde yer alan modelleme döngülerinde birbirini takip eden adımların yer aldığı görülmektedir ve araştırma kapsamında geliştirilen etkinlikler modelleme sürecinin adımları (model oluşturma, modeli gözden geçirme, model yenileme ve model değerlendirme) göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir (Baumfalk vd., 2018; Zangori vd., 2017a)

SBK öğretiminde model tabanlı sorgulayıcı yaklaşım uygulamalarının öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen araştırma kapsamında zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler geliştirilerek uygulanmıştır. Bu etkinliklerle öğrencilerin kendi zihinsel modellerini ortaya çıkarmaları, oluşturmaları, revize ederek değerlendirmelerine fırsat verilmiştir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problemi şu şekilde belirlenmiştir:

“Sosyobilimsel konu öğretiminde model tabanlı sorgulayıcı yaklaşım uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme becerilerine etkisi nasıldır?”

Araştırmanın alt problemleri ise;

1. “Sosyobilimsel konu öğretiminde model tabanlı sorgulama yaklaşımı uygulamalarının yürütüldüğü deney grubunun mantıksal düşünme yeteneği testi ön test – son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?”
2. “Sosyobilimsel konu öğretiminin ders kitabı merkezli öğretim ile gerçekleştirildiği kontrol grubunun mantıksal düşünme yeteneği testi ön test – son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?”
3. “Sosyobilimsel konu öğretiminin model tabanlı sorgulama yaklaşımı uygulamaları ile gerçekleştirildiği deney grubu ile ders kitabı merkezli öğretim ile gerçekleştirildiği kontrol grubunun mantıksal düşünme yeteneği testi son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?”
4. “Sosyobilimsel durum temelli fen öğretiminde model tabanlı sorgulama yaklaşımı uygulamalarının etkililiğine ilişkin öğrencilerin görüşleri nelerdir?” şeklinde belirlenmiştir.

## YÖNTEM

Araştırma nitel ve nicel verilerin toplanarak bütünleştirilmesini gerekli kılan karma yöntem araştırmasıdır (Creswell, 2017). Araştırmacının verileri toplayarak analiz ettiği, bulguları entegre ederek bütünleştirdiği, nitel ve nicel yöntemlerden yararlanarak çıkarımlar yaptığı araştırmalar karma yöntem araştırması olarak tanımlanabilir (Tashakkori & Creswell, 2007). Karma yöntem desen sınıflandırmalarından “yakınsayan paralel desen”in benimsendiği bu araştırmada veriler aynı zamanda toplanmış, ayrı ayrı analiz edilmiş ve araştırmanın nitel ve nicel sonuçları birbirini tamamlayarak sentezlenmiştir. Araştırmacının araştırma problemiyle ilgili kapsamlı bir analiz yapmasına olanak sağlayan bu desen araştırmacının nicel ve nitel yöntemlere eşit öncelik verdiği, nicel ve nitel verileri eş zamanlı olarak toplayarak analiz ettiği, genel yorumlama yaparken sonuçları birleştirdiği yaklaşımdır (Creswell & Clark, 2011; Creswell, 2017). Creswell & Clark (2011)’e göre yakınsayan paralel desende araştırmacı ilk olarak nicel ve nitel verileri eş zamanlı olarak ama ayrı ayrı toplar. İkinci olarak nicel ve nitel verileri birbirlerinden ayrı ve bağımsız olarak analiz eder. Sonraki adımda birbirlerinden ayrı sonuçları karşılaştırır veya ilişkilendirir. Son adımda ise iki sonuç kümesinin hangi ölçüde ve yollarda birbirlerinden ayrıldığını ya da ilişkili olduğunu yorumlayarak sonuçları birleştirir.

Araştırmanın nicel aşamasında yarı deneysel desen (ön test son test eşleştirilmiş kontrol gruplu desen), nitel aşamasında ise araştırmacının bir süreci, olayı, durumu veya bireyi derinlemesine analiz ettiği durum çalışması deseni (Creswell, 2017) kullanılmıştır.

### 2.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Ankara’da bir devlet ortaokuluna devam eden 7. sınıflardan 53 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmacılarından biri araştırma sürecinde bu okulda görev yapmakta olup fen bilimleri dersine girdiği iki farklı 7. sınıf ile araştırmayı yürütmüştür. Bu deneysel araştırmada çalışma grubunu oluşturan iki şube uygun (ulaşılabilir) örneklem olmasından dolayı tercih edilmiş, rastgele grup yöntemiyle atanmıştır. Uygun örneklem halihazırda var olan, mevcut grubun örneklem olarak seçilmesidir (Freankel & Wallen, 2006). Para, zaman ve işgücünden kazanç sağlamak amacıyla seçilen uygun örneklemede az güvenilir olma ve yanlılık içerebilme gibi sınırlılıklar vardır (Tekindal, 2021). Çalışma grubundaki öğrencilerin özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1**

*Çalışma Grubunu Oluşturan Öğrencilerin Özellikleri*

Gruplar	Şube	Kız	Erkek	Mevcut	Fen Not Ortalaması
Deney	7/H	14	11	25	69,27
Kontrol	7/A	15	13	28	70,07

Deney ve kontrol grubunu oluşturan öğrencilerin birinci dönem sonunda karnelerindeki fen bilimleri dersi sınıf not ortalamaları birbirine çok yakındır.

## **2.2. Veri Toplama Süreci**

Araştırma, “Bilim Uygulamaları” dersinde, 2018-2019 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın nicel veri toplama aracı “Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi” (MDYT) uygulama öncesi ve sonrasında her iki gruba (deney ve kontrol) ön test ve son test şeklinde uygulanmıştır. Deney grubunda araştırmacı tarafından geliştirilen “zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler” uygulanmıştır. Kontrol grubunda aynı konular Fen Bilimleri ders kitapları (7. ve 8. sınıf) temel alınarak, fen bilimleri dersi öğretim programına ve programda belirtilen kazanımlara uygun olarak işlenmiştir.

Araştırma kapsamında nitel veriler deney grubundaki 25 öğrenciden, nicel veriler ise deney ve kontrol grubundaki toplam 53 öğrenciden gönüllülük esasına göre toplanmıştır. Araştırmacı öğrencileri süreçte katılımcı gözlemleyen, süreci planlayan, etkinlikleri hazırlayan, sorduğu sorularla modellerin geliştirilmesinde rehberlik yapan, öğrencilerin etkinliklerdeki sorular üzerinde düşüncelerini sağlayarak etkinlik kağıtları ve günlüklerine notlar almalarını sağlayan ve verileri analiz eden bir rol üstlenmektedir.

## **2.3. Veri Toplama Araçları**

Bu karma yöntem araştırması nitel ve nicel veri toplama araçlarını içermektedir. Araştırmanın nitel veri toplama araçları öğrencilerin model tasarlama çalışmaları ve modelleri, model raporları, etkinlik günlükleri, gözlem notları ve yarı yapılandırılmış görüşme formudur. Nicel veri toplama aracı ise mantıksal düşünme yeteneği testidir.

### **2.3.1. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)**

Araştırmada Tobin & Capie (1981)’nin geliştirdiği, Geban ve diğerlerinin (1992) Türkçe’ye uyarladığı MDYT kullanılmıştır. İki aşamalı 10 adet sorudan oluşan testin ilk aşamasında seçenekler arasında doğru cevabın seçilmesi, ikinci aşamasında seçilen cevabın neden seçildiğine ilişkin açıklamanın yazılması veya en iyi açıklayan seçeneğin seçilmesi gerekmektedir. Test “ilişkisel düşünme”, “orantısal düşünme”, “birleşik düşünme”, “değişkenleri kontrol etme” ve “olasılıklı düşünme” olmak üzere beş farklı mantıksal işlemi ölçmektedir. Ölçeğin güvenilirliği 0,85 olarak belirtilmiştir. Yedinci sınıf öğrencilerine uygun olup olmadığının tespiti için 176 yedinci sınıf öğrencisiyle pilot uygulaması yapılan ölçeğin güvenilirliği 0,73 olarak hesaplanmıştır. Esas uygulama ölçeğin güvenilirliğinin yeterli olduğu tespit edildikten sonra gerçekleştirilmiştir.

### **2.3.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu**

Yarı yapılandırılmış görüşme formu ilk olarak 12 soru olarak hazırlanmıştır. Araştırmacının taslak şeklinde hazırladığı form iki fen eğitimi alan uzmanının görüşüne sunulduktan sonra gerekli düzeltmeleri yapılmış, soru sayısı 10 olarak belirlenmiş ve bazı sorularda yer alan şık sayıları azaltılmıştır. Formun pilot uygulaması iki öğrenci ile yapıldıktan sonra bazı soruların sırası değiştirilerek forma son şekli verilmiştir. Gönüllülük esasına göre gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler deney grubundaki 25 öğrenci ile odak grup görüşmeleri şeklinde sınıfta gerçekleştirilmiştir.

### 2.3.3. Gözlem

Araştırmacının katılımcı gözlemci rolünde bulunduğu araştırmada araştırmacı gözlemlediği grubun bir üyesi gibi davranmış, veri kaynağı olarak gözlem notlarını, yorumlarını kullanmıştır (Büyüköztürk vd., 2014). Gözlem notlarının oluşturulmasında her dersten sonra öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar, yorumlar, iletişimler, modelleme sürecine katkılar, grup çalışmasındaki roller ve sorumluluklar ile etkinliklere katılımlar dikkate alınmıştır.

### 2.3.4. Doküman İncelemesi

Araştırmanın dokümanları modeller (diyagramlar, çizimler, haritalar, üç boyutlu modeller, yazılar v.s.), model raporları, model tasarım çalışmaları, etkinlik günlükleridir.

*“Etkinlik Günlükleri”*: Araştırmada etkinlik günlükleri süreç boyunca kullanılarak öğrencilerin etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini etkinliğin yapıldığı gün yazdıkları ve bazı etkinliklerle ilgili çalışmalarını grupça yansıttıkları defterlerdir.

*“Model Tasarım Çalışmaları ve Modeller”*: Araştırmada zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler uygulanmış; öğrencilerin oluşturdukları modeller (yazma çalışmaları, üç boyutlu modeller, diyagramlar, matematiksel modeller, resimler, çizimler, haritalar) incelenmiş ve taslak modellerden son oluşturulan modele kadar geçen süreçte yaptıkları dikkate alınmıştır. Ayrıca süreçte öğrencilerin modele dair açıklamaları ile oluşturdukları modellerde bilgilerini kullanarak ilişkileri gösterme biçimlerine de dikkat edilmiştir.

*“Model Raporları”*: Öğrenciler model rapor kağıtlarını grup arkadaşlarıyla her modelleme çalışmasından sonra doldurmuşlardır.

### 2.4. Etkinliklerin Geliştirilme Süreci

Araştırmanın kontrol grubunda Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’na göre hazırlanan “Ders Planları”, deney grubunda ise modelleme sürecinin adımları dikkate alınarak planlanan zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler uygulanmıştır. “İnsan ve Çevre” ünitesi kapsamındaki 7. ve 8. sınıf kazanımlarında yer alan konuların tamamı programda ünitelere verilen süreler dikkate alınarak kontrol ve deney grubunda 15 haftalık sürede tamamlanmıştır. Bu ünitenin kapsamına giren hem 7 hem de 8. sınıf konuları haftada 2 ders saati olan “Bilim Uygulamaları” derslerinde gerçekleştirildiği için 15 hafta sürmüştür. Fen bilimleri ders kitaplarının temel kaynak olarak (Aytaç vd., 2018; Demirkazan vd., 2018) kullanıldığı kontrol grubunda düz anlatım, soru cevap gibi öğretim yöntem ve teknikleri kullanılarak aynı konular deney grubuyla eş zamanlı olacak şekilde ele alınmıştır. “İnsan ve Çevre” ünitesindeki konular zenginleştirilmiş model tabanlı etkinliklerle deney grubunda uygulanmıştır. Tablo 2’de araştırmanın uygulama sürecine dair bilgiler verilmiştir.

**Tablo 2**

*Araştırmanın Uygulama Süreci*

Tarih	Ölçme Araçları	Uygulanması	Uygulanan Grup
1. Hafta	MDYT	Ön test	Deney ve kontrol grubu öğrencileri
17. Hafta	MDYT	Son test	Deney ve kontrol grubu öğrencileri
2. Hafta- 16. Hafta	Dokümanlar	Etkinlikler süresince öğrenciler tarafından modeller, çizimler, etkinlik günlükleri, etkinlik kağıtları oluşturulmuştur. Etkinlik süresince öğrenciler modellerini anlatırken ses kaydı alınmıştır	Deney grubu öğrencileri



18. Hafta	Yarı yapılandırılmış görüşme formu Odak grup görüşmeleri	Öğrencilerin süreç hakkındaki görüşleri yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak alınmıştır. Görüşmede ses kaydı alınmıştır.	Deney grubu öğrencileri
-----------	--	---	-------------------------

Araştırmada vurgulanan zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler; bir durum, konu ve olay ile ilgili olarak çeşitli model çalışmaları yapmayı (matematiksel modeller, tablo ve grafikler, çizimler, yazı, mektup, diyagramlar, kavram haritası, üç boyutlu modeller) içeren, iletişim becerilerini geliştirici çeşitli stratejilerin kullanılmasını destekleyen (ikilem kartları, senaryolar, münazara, görüş geliştirme,...) ve yaparak yaşayarak öğrenmeye çeşitli aktivitelerle (fidan dikimi, kuş evleri,...) fırsat sağlayan geniş ve kapsamlı doğaya sahip etkinlikler olarak tanımlanmış (Bulduk, 2022) ve deney grubunda uygulanmıştır.

Etkinlikler giriş/keşfetme, uygulama, sonuç olmak üzere üç aşamada planlanmıştır. Giriş/keşfetme aşamasında öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkaracak taslak modeller oluşturulmuştur. Uygulama aşamasında yönlendirici sorularla asıl modeller oluşturulmuş, sınıf ortamında gösteri deneyi, video, oyunlar, dergi, senaryolar üzerinden ön bilgilerin geliştirilmesi sağlanmış, modeller revize edilmiş değerlendirilmiştir. Sonuç aşamasında ise modeller sınıfa sunulmuş, münazara, görüş geliştirme, ikilem kartları ile sınıf içi tartışmalar yapılmış ve model gelişimi sağlanmaya çalışılmıştır. Konunun özelliğine göre bazı uygulamalar (fidan dikme, kuş evleri asma v.b.) sınıf dışında gerçekleştirilmiştir. Etkinlik planlarında önceki hafta öğrenilen bilgilerin sonraki hafta genişletilmesine, yeni bilgilerin eklenmesine fırsat verecek şekilde konu sıralamasına dikkat edilmiştir. Böylece öğrencilerin model gelişimi desteklenmeye çalışılmıştır. Etkinlikler “İnsan ve Çevre” ünitesi kapsamında yer alan kaynakların tasarruflu kullanımı, atıklar ve geridönüşüm, yeniden kullanma, çevre sorunları, küresel ısınma, asit yağmurları, madde döngüleri, sera etkisi, besin zinciri, sürdürülebilir kalkınma, iklim değişikliği konularını kapsamaktadır. Geliştirilen modellere dair örnekler EK-1’de, zenginleştirilmiş model tabanlı etkinliklerden biri için hazırlanan etkinlik planı EK-2’de belirtilmiştir.

## 2.5. Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel veri toplama aracı olan MDYT kontrol ve deney grubuna aynı zamanda etkinliklerden önce ve sonra uygulanarak elde edilen verilerin SPSS istatistik programında analizleri yapılmıştır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin “Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi” ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının tespiti ilişkili örneklem t testi ile yapılmıştır. Araştırmada kontrol grubu ile deney grubunun son test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ise ilişkisiz örneklem t testi ile tespit edilmiştir. Araştırmanın nitel verileri doküman analizi, gözlem, yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Nitel verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizinde amaç birbirine benzer verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirip anlamlı şekilde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Araştırma dahilinde öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alındıktan sonra yazıya çevrilmiştir. Ses kayıtlarından elde edilen transkriptler, model raporları, model çalışmaları, gözlem notları, etkinlik günlükleri dikkate alınarak kodlar kodlardan yola çıkılarak ise tema ve kategoriler oluşturulmuştur.

## 2.6. Geçerlik, Güvenirlik ve Etik

Araştırmanın deneysel uygulamasından önce Hacettepe Üniversitesi Etik Kurul Komisyonu ve Milli Eğitim Bakanlığı Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden gerekli izinler alınmıştır. Araştırmada MDYT nicel veri toplama aracı olarak kullanılmış olup 7. sınıflara uygunluğu için 176 öğrenci üzerinde pilot uygulaması gerçekleştirilmiş ve ölçeğin 0,73 ile yeterli güvenirlilik katsayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Nitel veri araçlarından toplanan

verilerin %10 luk kısmı iki alan uzmanı tarafından kodlanmış, üç kodlayıcı arasındaki uyum %87 olarak bulunmuştur. Bu değer %70'ten büyük olması ile kodlama güvenilirliği sağlanmıştır (Huberman & Miles, 2002).

## BULGULAR

Araştırmanın her bir alt problemine dair bulgular ise aşağıda yer almaktadır.

### 3.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın alt problemlerinden ilki “Sosyobilimsel konu öğretiminde model tabanlı sorgulama yaklaşımı uygulamalarının yürütüldüğü deney grubunun mantıksal düşünme yeteneği testi ön test – son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?”olarak belirlenmiştir. Deney grubundan toplanan verilere ilişkin MDYT ön-test son-test puanlarına dair betimsel istatistik değerleri Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3**

*Deney Grubu MDYT Ön-Test ve Son- Test Puan Farklarının Betimsel İstatistik Değerleri*

	n	Min	Max	$\bar{X}$	ss	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Fark	25	-1	5	1,52	1,87	3,51	0,32	-0,91

Tablo 3’te verilen MDYT ön test-son test puan farkları betimsel istatistik değerlerine bakıldığında basıklık ve çarpıklık katsayısının normal dağılım sınırları arasında (+1, -1) olduğu yani puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği görülmektedir (Büyüköztürk vd., 2014). Verilerin normal dağılım gösterdiğine yönelik daha fazla kanıt sunmak için normallik testleri de incelenmiş ve sonuçlar Tablo 4’te sunulmuştur.

**Tablo 4**

*Deney Grubu MDYT Fark Puanlarının Normallik Test Sonuçları*

Ölçüm		Shapiro- Wilk İstatistik	sd	p
Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi	Fark	0,932	25	0,096

Tablo 4’e göre deney grubu için incelenen Shapiro-Wilk test puanlarının normal dağılımı sağladığı ( $p > 0,05$ ) belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2015). Deney grubunun MDYT ön test son test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını tespit etmek için yapılan ilişkili örneklem t testi sonuçlarına ise Tablo 5’te yer verilmiştir.

**Tablo 5**

*Deney Grubu MDYT Fark Puanları t- Testi Sonuçları*

	Testler	n	$\bar{X}_{ort}$	Ss	sd	t	p	d
Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi	Ön-test	25	1,28	1,59	24			
	Son-test	25	2,80	2,55	24	-4,06	0,00	0,81

$p < 0,05$

Deney grubunda uygulamadan önceki ölçek puan ortalamaları ( $\bar{X}_{\text{öntest}} = 1,28$ ) ile uygulamadan sonraki ölçek puan ortalamaları ( $\bar{X}_{\text{sontest}} = 2,80$ ) arasında anlamlı bir fark olduğu [ $t(24) = -4,06, p < 0,05$ ] yapılan ilişkili örneklem için t testi ile tespit edilmiştir. Bu sonuca göre öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği üzerinde deney grubunda yapılan uygulamanın etkisinin anlamlı olduğu söylenebilir. Etki büyüklüğü ise test sonucunda hesaplanarak ( $d = 0,81$ ) olarak bulunmuş olup bu farkın büyük düzeyde olduğunu göstermektedir. Çünkü etki büyüklüğünün ( $d$ ) 1'in üzerinde olması çok büyük etki; 0,8 büyük etki; 0,5 orta etki ve 0,2 küçük ( $az$ ) etki olarak yorumlanmaktadır (Green & Salkind, 2012).

### 3.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın alt problemlerinden ikincisi “Sosyobilimsel konu öğretiminin ders kitabı merkezli öğretim ile gerçekleştirildiği kontrol grubunun mantıksal düşünme yeteneği testi ön test – son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” olarak belirlenmiştir.

Tablo 6’da kontrol grubundaki öğrencilerin MDYT ön test - son test puanlarına dair betimsel istatistik bilgileri verilmiştir.

**Tablo 6**

*Kontrol Grubunun MDYT Ön-Test ve Son- Test Puan Farklarının Betimsel İstatistik Değerleri*

	n	Min	Max	$\bar{X}$	ss	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Fark	28	-2	2	0,28	1,04	1,10	-0,21	0,31

Tablo 6’da değerleri verilen kontrol grubunun MDYT betimsel istatistik değerlerine bakıldığında basıklık ve çarpıklık katsayılarının normal dağılım sınırları arasında (+1, -1) olduğu görülmektedir. Kontrol grubunu oluşturan öğrencilerinin MDYT ön test son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını tespit etmek için yapılan t testi sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7**

*Kontrol Grubu MDYT Ön-Test ve Son- Test Puan Ortalamaları t- Testi Sonuçları*

	Testler	n	$\bar{X}_{\text{ort}}$	Ss	sd	t	p
Mantıksal	Ön-test	28	1,35	2,23	27		
Düşünme						-1,44	0,16
Yeteneği Testi	Son-test	28	1,64	1,87	27		

p>.05

Tablo 7 incelendiğinde kontrol grubu MDYT ön test ve son test puan ortalamaları t testi sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Dolayısıyla öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği düzeyini kontrol grubunda gerçekleştirilen öğretimin artırmadığı söylenebilir.

### 3.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın alt problemlerinden üçüncüsü “Sosyobilimsel konu öğretiminin model tabanlı sorgulama yaklaşımı uygulamaları ile gerçekleştirildiği deney grubu ile ders kitabı merkezli öğretim ile gerçekleştirildiği kontrol grubunun mantıksal düşünme yeteneği testi son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklinde ifade edilmiştir. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin MDYT son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediklerinin tespiti için mod, ortanca, ortalama değerleri ile çarpıklık ve basıklık katsayıları dikkate alınmıştır. Bu değerlere ilişkin Tablo 8 aşağıda verilmiştir.

**Tablo 8**

*Grupların MDYT Son- Test Puanlarının Mod, Ortanca, Aritmetik Ortalama, Basıklık ve Çarpıklık Değerleri*

	<b>Mod</b>	<b>Ortanca</b>	$\bar{X}$	<b>Çarpıklık</b>	<b>Basıklık</b>
Son test	1	1	1,84	0,82	-0,11

Tablo 8’de verilen MDYT betimsel istatistik değerlerine bakıldığında çarpıklık ve basıklık katsayılarının -1 ile +1 arasında olduğu; mod, ortanca ve ortalama değerlerinin birbirine yakın olduğu yani puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği görülmektedir (Büyüköztürk, 2015; Çokluk vd., 2012). Verilerin normal dağılım gösterdikleri tespit edildikten sonra bu öğrencilerin MDYT son test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ilişkisiz örneklem t testi sonuçları ile analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 9’da gösterilmiştir.

**Tablo 9**

*MDYT Son Test Puan Ortalamaları T- Testi Sonuçları*

	<b>Testler</b>	<b>n</b>	$\bar{X}_{ort}$	<b>Ss</b>	<b>sd</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>d</b>
Mantıksal	Kontrol	28	1,64	1,87		-2,11	0,04	0,58
Düşünme	grubu				51			
Yeteneği Testi	Deney	25	2,92	2,51				
	grubu							

p<.05

Tablo 9’da ilişkisiz örneklem t testi sonucuna göre kontrol grubu sontest puan ortalamaları ile ( $\bar{X}_{kontrol} = 1,64$ ) deney grubu sontest puan ortalamaları ( $\bar{X}_{deney} = 2,92$ ) arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür [ $t(51) = -2,11$ ,  $p < 0,05$ ]. Bu sonuç öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği üzerinde fen eğitiminde kullanılan zenginleştirilmiş model tabanlı etkinliklerinin etkisinin anlamlı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Etki büyüklüğü ise bu farkın orta düzeyde ( $d = 0,58$ ) bir etki olduğunu göstermektedir.

#### **3.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular**

Araştırmanın alt problemlerinden sonuncusu “Sosyobilimsel durum temelli fen öğretiminde model tabanlı sorgulama yaklaşımı uygulamalarının etkililiğine ilişkin öğrencilerin görüşleri nelerdir?” şeklinde belirlenmiştir. Bu soruya cevap aramak için deney grubundaki öğrencilerin yarı yapılandırılmış odak grup görüşmelerinden, model tasarlama çalışmalarından, süreçte kullanılan etkinlik günlüklerinden, model raporlarından ve modellerinden (resim, diyagram, çizim, üç boyutlu, matematiksel, yazı v.b.) elde edilen nitel veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen kodlar öğrenci kazanımları, model tabanlı etkinlikler, öğretmenin rolü, sosyobilimsel konular şeklinde dört tema altında toplanmıştır. Elde edilen bu temalardan “öğrenci kazanımları” teması içinde yer alan düşünmeye katkılar kategorisi altında mantıksal düşünme yeteneği gelişimine vurgu yapan kodlar belirlenmiş ve Tablo 10’da verilmiştir.

**Tablo 10***Öğrenci Kazanımları Temasına Ait Kategori ve Kodlar*

<b>Tema</b>	<b>Kategoriler</b>	<b>Kodlar</b>
<b>Öğrenci kazanımları</b>	Öğrenmeye katkılar	Yaparak yaşayarak öğrenme Modelleyerek öğrenme Anlamlı öğrenme Birbirinden öğrenme Eğlenerek öğrenme Kalıcı öğrenme
	Düşünmeye katkılar	Mantıklı düşünme Konu, kavram ve olaylar arasında ilişki kurabilme Detaylı/ ayrıntılı düşünme Düşünceyi açıklama/ ifade etme Sağlam fikirler elde etme Düşünce ve fikirlerin gelişimi Sorgulama
	Sosyal beceri gelişimine katkılar	Arkadaşlık ilişkilerinin gelişimi Grup çalışması Tartışma becerisi Fikir alışverişinde bulunma Modelini açıklama / anlatma Görüşlere saygı gösterme İletişim becerilerinin gelişimi
	Psikomotor beceri gelişimine katkılar Çevre bilinci geliştirmeye katkılar	Model yapma (çizim, maket, resim, diyagram) El becerilerinin gelişimi (yapıştırma, kesme, boyama...) Çevre bilgisi kazanma Çevreye yönelik olumlu tutumlar Çevreye yararlı davranış sergileme

Tablo 10’da verilen kod ve temalar incelendiğinde öğrenciler tarafından uygulamanın bilişsel, davranışsal, duyuşsal ve sosyal beceri gelişiminde etkili olduğu ifade edilmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden uygulamanın mantıksal düşünme yeteneği gelişimi üzerindeki olumlu etkilerinin varlığına “düşünmeye katkılar” kategorisi altında yer alan kodlardan ulaşılabilir.

“Düşünmeye katkılar” kategorisi ile ilgili mantıklı düşünme, ayrıntılı ve detaylı düşünme, düşünceyi açıklama-ifade etme, düşünce-fikir gelişimi, sağlam fikirler elde etme, sorgulama kodları belirlenmiştir. Öğrenciler düşüncelerinin geliştiğini, konular arasında bağlantı kurarak mantıklı çıkarımlar yaptıklarını ve daha çok akıl yürüttüklerini ifade etmişlerdir.

Yapılan uygulamanın öğrencilerin mantıksal düşünme becerileri üzerindeki etkisine yönelik öğrenci görüşlerinden bazı diyaloglar aşağıda yer almaktadır.

*“Öğretmen: Sizce bu süreç, bu yaptığımız etkinlikler sizin hangi özelliklerinizin gelişmesinde yararlı olmuştur? Hangi özelliklerinizi geliştirdi?”*

*Ö16: Sorgulama*

*Ö1: Soru sorabilme, olayları farklı yönlerden inceleyebilme*

*Ö13: Düşünceyi açıklama*

*Ö9: Düşünmeyi öğrendik*

*Öğretmen: Nasıl, normalde düşünmüyor muyduk?*

*Ö16: Düşünüyorduk da daha farklı düşünmeye başladık. Daha fazla araştırarak düşünmeye başladık, daha detaylı düşünmeye başladık.*

*Ö15: Daha mantıklı düşünerek, düşüncemi daha iyi ifade edebildim”*

Benzer şekilde uygulama sayesinde ayrıntılı, detaylı düşündüklerini ve mantık kurma becerilerinin geliştiğini belirtilen öğrencilerin ifadeleri şu şekildedir:

*Ö19: Hocam bir sürü şey öğrendim yani. Her şeyin bir döngüsü var mesela. Her şey birbirine bağlı, hepsini öğrendim. Yani bir sürü şey sonucunda bir sürü şey doğuyor*

*Ö10: Fikirlerimiz ve düşüncelerimiz gelişti. Kendimizi daha iyi ifade edebildik.*

*Ö13: Düşünce yolları daha açık oluyor o zaman. Çünkü sonuçta bunları işlerken daha çok düşünce verdiği için bir süre sonra da insanın her şeyi düşünmesi açılıyor, her şeyin bir cevabı oluyor.*

*Ö20: Mantıklı düşünmemiz gelişti hocam. Ondan sonra düşüncelerimiz gelişti.*

*Ö2: Bilincimiz gelişti, mantığımız gelişti.*

*Ö13: Biraz önce bir arkadaşımız da demişti. Mesela eskiden sadece düşünüyorduk ama şimdi onun hakkında araştırıyoruz, tartışıyoruz, size danışıyoruz yani daha sağlam fikirler ediniyoruz.”*

Yarı yapılandırılmış görüşmelerdeki ve etkinlik günlüklerindeki öğrenci ifadeleri öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinin geliştiğine dair somut deliller sunmasa da modelleme sürecinde öğrencilerin geliştirdikleri modellerden, model tabanlı açıklamalardan, model geliştirme sürecinde birbirlerine sordukları sorular ve sorulara verdikleri cevaplar ile öğretmenin sorularına verdikleri cevaplardaki gelişmelerden, modellerin sunumları sırasında olayları ve kavramları nedensel ilişkiler içinde, öncelik ve sonralık ilişkisini dikkate alarak, konular arasındaki anlamlı bağlantıları kurarak yorumlayarak açıklamalarından, sorulara verdikleri detaylı ve tatmin edici cevaplarından mantıksal düşünme becerilerinin geliştiğine dair durumlar belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında öğrencilerin modele dayalı açıklamalarının geliştiğini, nedensel gerekçelendirmeler yaparak mantık kullandıklarını gösteren başka bir diyalog aşağıda örnek olarak gösterilmiştir:

*“Öğretmen: Evin büyüklüğünün ekolojik ayak izi ile ilişkisi ne olabilir?”*

*“Hocam evler büyürse daha çok ısıya gerek duyarız o yüzden daha çok harcarız. Aynı zamanda evin büyük olması evde daha çok kişinin yaşadığını gösterir. Daha çok kişi yaşarsa onların ihtiyaçları artar. İhtiyaçları artarsa harcanan para da artar. Harcanan para artarsa ekolojik denge bozulur ve ayak izinin büyüklüğü artar”(Ö16)*

Öğrenciler ifadelerinde eskiye göre daha ayrıntılı ve detaylı düşünebildiklerini, düşüncelerinin geliştiğini fark ettikleri belirtmişlerdir. Öğrenciler süreç boyunca tartıştıkları için sağlam fikirler elde ettiklerini de ifade etmişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin sistematik ve mantıklı düşünme sürecinin farkında oldukları söylenebilir.

Araştırma kapsamında planlanan zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler MDYT’nde yer alan alt boyutları geliştirmeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Ancak her bir etkinlik farklı birçok beceriyi aynı anda geliştirmeye yöneliktir. Önceki etkinliklerde geliştirilmeye çalışılan beceriler sonraki etkinliklerde öğrencileri daha üst seviyede düşünmeye yönlendirmek üzere planlanmıştır. Araştırmanın geniş kapsamlı olmasından dolayı mantıksal düşünme yeteneğinin

alt boyutlarından biri olan orantısal düşünme becerisi gelişimine dair yansımalar bir öğrenci grubundan örnekler verilerek aşağıda sunulmuştur. Aynı öğrenci grubu içindeki gelişmeyi gösterebilmek adına sadece öğrenci gruplarından birisindeki etkinlik kağıtları aşağıda örnek olarak gösterilmiştir. Orantısal düşünme yeteneği verilerin işlenmesi, tablolaştırılması, tablolaştırılmış verilerin ve grafiklerin yorumlanması gibi yetenekleri temsil etmektedir (Garnett & Tobin, 1984). Araştırmada uygulanan “Ekolojik Ayak İzimiz” ve “Dere Tepe Dümdüz Gittik” etkinliklerinde öğrencilerin etkinlik kağıtları üzerinde yazdıkları cevaplardan ve öğrenci günlüklerinden örnekler aşağıda sunulmuştur. Orantısal düşünme becerisini geliştirmeye yönelik etkinlikler ve etkinliklerin kapsadığı beceriler Tablo 11’de belirtilmiştir.

**Tablo 11**

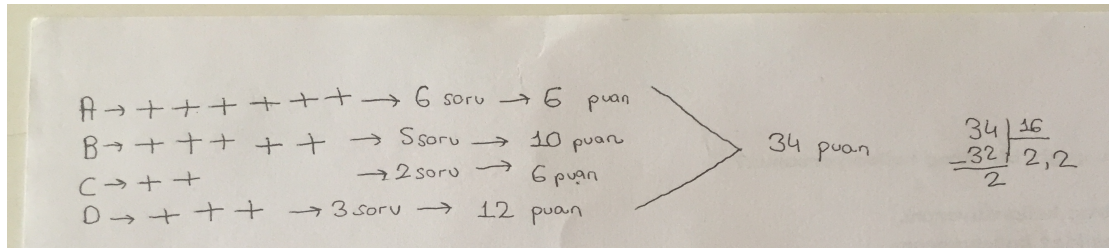
*Orantısal Düşünme Becerisini Geliştirmeye Yönelik Etkinlikler ve Kapsadığı Beceriler*

<b>Etkinliğin İsmi</b>	<b>Kapsadığı Beceriler</b>
Ekolojik Ayak İzimiz	Verileri kaydetme Verileri işleme Verileri tablo haline getirme Tablodan grafik oluşturma
Dere Tepe Dümdüz Gittik	Verileri tablo haline getirme Tabloyu yorumlama Sonucu grafiklerle destekleme Verilen grafikleri yorumlama

“Ekolojik Ayak İzimiz” etkinliğinde öğrenciler kendilerine dağıtılan senaryolara göre 16 soruluk “Ekolojik Ayak İzimizi Hesaplayalım” testine işaretlemelerde bulunmuşlar ve daha sonra testin seçeneklerinden kaçar tane bulduklarını kaydederek bu sayıları ve şıkları gösteren tablo oluşturmuşlardır. Daha sonra oluşturdukları bu tablodan yararlanarak grafik çizmişlerdir. “Dere Tepe Dümdüz Gittik” etkinliği dahilinde ise tablo yorumlama, grafik çizerek destekleme sorularını cevaplandırmışlardır. Etkinliğin son aşamasında ise araştırmacı tarafından verilen ve daha karmaşık olan grafikleri bilgilerini kullanarak ve çıkarımlar yaparak yorumlamışlardır. Öğrencilerin orantısal düşünme yeteneğindeki gelişmeyi görmek amacıyla öğrenci gruplarından birinin süreç boyunca ilerleyen haftalarda etkinlik kağıtlarındaki çizim ve yorumlarının gelişimine dair örnekler aşağıda belirtilmiştir. Bu öğrenci grubundaki öğrencilerin verileri kaydetmede kullandıkları modeller aşağıda belirtilmiştir (Şekil 2).

**Şekil 2**

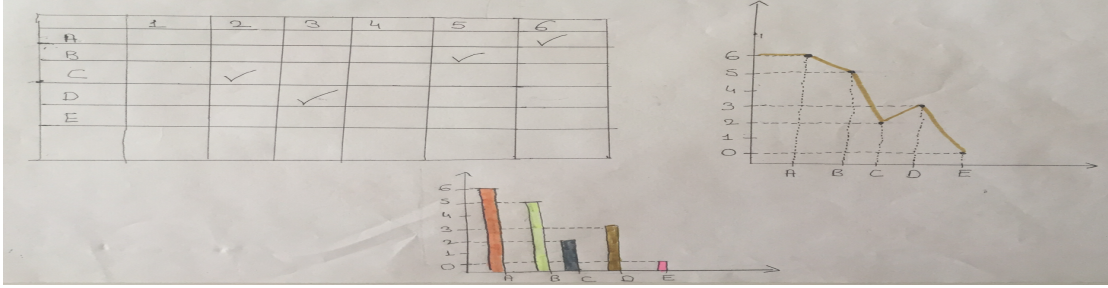
*Etkinlik Kağıdından Örnek-1*



Verileri yukarıdaki gibi semboller kullanarak ve hesaplamalar yaparak gruplandırmışlar toplam puanı hesaplamışlardır. Verileri bu şekilde kaydeden öğrenciler verileri tablo haline getirdikten sonra tablodan yararlanarak grafik oluşturmuşlardır. Öğrencilerin oluşturduğu tablo ve grafikler Şekil 3’te verilmiştir.

### Şekil 3

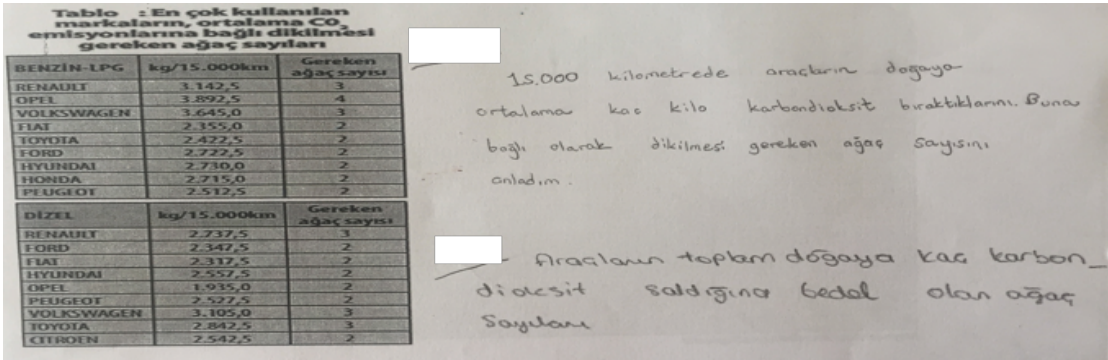
#### Etkinlik Kağıdından Örnek-2



Öğrenciler verileri kaydettikten sonra tablo oluşturmuşlardır. Oluşturdukları tablonun doğru olduğu görülmektedir. Tablonun satır ve sütunlarına ya da altında ne tablosu olduğuna dair herhangi bir bilgi yazmamışlardır. Tabloya göre grafikler oluşturmuşlardır. Burada grafik türü olarak sütun ve çizgi grafiği ile gösterimde bulunmuşlardır. Sütun grafiği bu tür veriler için kullanılabilecek uygun grafik türü olduğundan grafik türü ve sütun grafiğindeki verileri yerleştirme bakımından sorun yaşamadıkları görülmektedir. Burada çizgi grafiği de oluşturmuşlardır fakat çizgi grafiğinin bu tarz veriler için uygun olmadığı bilinmektedir. Oluşturdukları çizgi ve sütun grafiklerinde de isimlendirmeler ve etiketlendirmeler yapılmamıştır. Öğrenciler çizgi grafik oluşturmada seçenekleri ve sayıları (x) ve (y) eksenlerine doğru bir şekilde ayrı ayrı yerleştirmiş ve eksenlerdeki verileri niceliklere göre dilimlere ayırmışlardır. Ekolojik ayak izi testindeki ve boyama kağıtlarındaki seçeneklerin ağırlıkları ve değerlerini göz önüne alarak harflerin değerlerine göre eksen ölçeklendirmelerini ve veri girişlerini kısmen doğru yapmışlardır. Fakat eksen etiketlendirmede grafiğin hangi nitelik ve nicelikleri gösterdiğine dair isimlendirmeler yapmadıkları görülmektedir. Verileri doğru kesiştirip noktalandıkları ve noktaları doğru birleştirdikleri ancak grafiğin başlangıç noktasını doğru belirlemedikleri görülmektedir. Grafik ve tablo oluşturmada eksenleri isimlendirmenin önemini farkedenden öğrenciler daha sonraki haftalarda verilen etkinlikte tablo yorumlama sorularında tablo ve grafiğin ne grafiği olduğuna dikkat ederek yanıtlar vermişlerdir. Şekil 4'te öğrencilerin yaptıkları yorumlarda grafiklerin üstlerinde yazan bilgileri kullanarak açıklama yaptıklarına dair örnek paylaşılmıştır.

### Şekil 4

#### Etkinlik Kağıdından Örnek-3



Öğrencilerin yukarıdaki tabloyu doğru okudukları ve tabloyu yorumlarken tüm değişkenleri dikkate aldıkları ve çıkarım yaptıkları görülmektedir. Öğrenciler etkinliğin diğer



kısımlarında karmaşık matematiksel işlem yapmaya yönlendirilmişlerdir. Aynı gruptaki bazı öğrencilerin verileri ve işlemleri doğru yapmış fakat dağınık yansıtmış oldukları düzenli sınıflandırma yapmadıkları için tablolaştırmada sıkıntı yaşadıkları görülmüştür (Şekil 5). Grubun diğer öğrencilerinden verileri düzenli sınıflandırarak belirtenlerin tablo oluştururken çizdikleri tabloya verileri anlaşılır bir biçimde işledikleri gözlenmiştir (Şekil 6).

### Şekil 5

#### Etkinlik Kağıdından Örnek-4

Aleyna'nın babası işe giderken günde 20 kilometre yol yapıyor, Emirhan'ın babası günde 10 kilometre yol yapıyor, Zeynep'in babası ise günde 30 kilometre gidiyor. Bu öğrencilerin babalarının 1 ayda harcadıkları benzin fiyatlarını tablo halinde gösteriniz.

Aleyna'nın babası = 1 ay = 30 gün  $1 \text{ ay} = 600 \text{ km} = 1200 \text{ TL}$

Emirhan'ın babası = 1 ay = 30 gün  $1 \text{ ay} = 300 \text{ km} = 300 \text{ TL}$

Zeynep'in babası = 1 ay = 30 gün  $1 \text{ ay} = 900 \text{ km} = 2250 \text{ TL}$

b) Bu öğrencilerin babalarının arabalarının bir ayda ve bir yılda doğaya saldırdığı karbondioksit miktarını hesaplayınız.

Öğrenci	Günde	Ayda	Yılda
Aleyna	20 km	600 km	1200 km
Emirhan	10 km	300 km	300 km
Zeynep	30 km	900 km	2250 km

Handwritten calculations for CO2 emissions:

- Aleyna:  $120 \text{ gr} \times 10 = 1200 \text{ gr}$
- Emirhan:  $1500 \text{ gr}$
- Zeynep:  $150 \text{ gr} \times 15 = 2250 \text{ gr}$

### Şekil 6

#### Etkinlik Kağıdından Örnek-5

a) Aleyna'nın babası işe giderken günde 20 kilometre yol yapıyor, Emirhan'ın babası günde 10 kilometre yol yapıyor, Zeynep'in babası ise günde 30 kilometre gidiyor. Bu öğrencilerin babalarının 1 ayda harcadıkları benzin fiyatlarını tablo halinde gösteriniz.

Öğrenci	Günde	Ayda	Yılda
Aleyna'nın babası	20 km yol	600 km yol	1200 TL
Emirhan'ın babası	10 km yol	300 km yol	300 TL
Zeynep'in babası	30 km yol	900 km yol	2250 TL

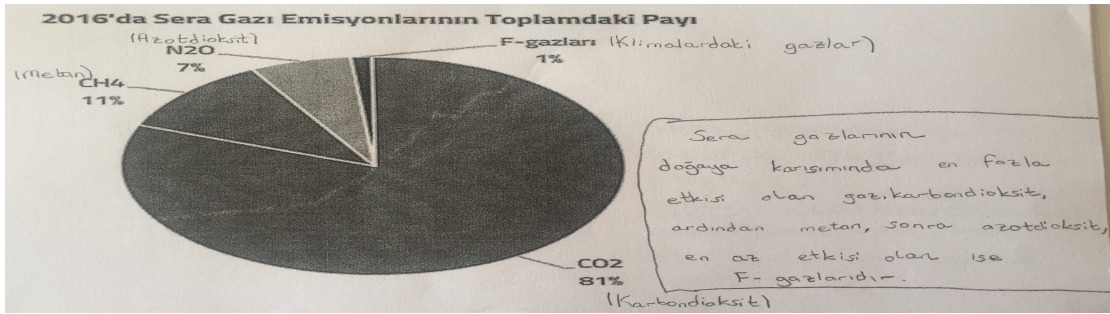
b) Bu öğrencilerin babalarının arabalarının bir ayda ve bir yılda doğaya saldırdığı karbondioksit miktarını hesaplayınız.

Öğrenci	Günde	Ayda	Yılda
Aleyna'nın babası (120 km)	3600 gr	108.000 gr	
Emirhan'ın babası (150 km)	1.500 gr	45.000 gr	
Zeynep'in babası (180 km)	7500 gr	225.000 gr	

İlerleyen süreçte grafik ve tablonun ne anlama geldiğini ve verileri sistemli, düzenli sınıflandırmanın verileri yorumlamada kolaylık sağlayacağını fark eden öğrenciler dağıtılan daha kapsamlı ve karışık grafiklere grafik ve tablonun ismini dikkate alarak yorumlarda bulunmuşlardır. Şekil 7, 8 ve 9'da öğrencilerin grafiklerle ilgili yorumları gösterilmiştir.

## Şekil 7

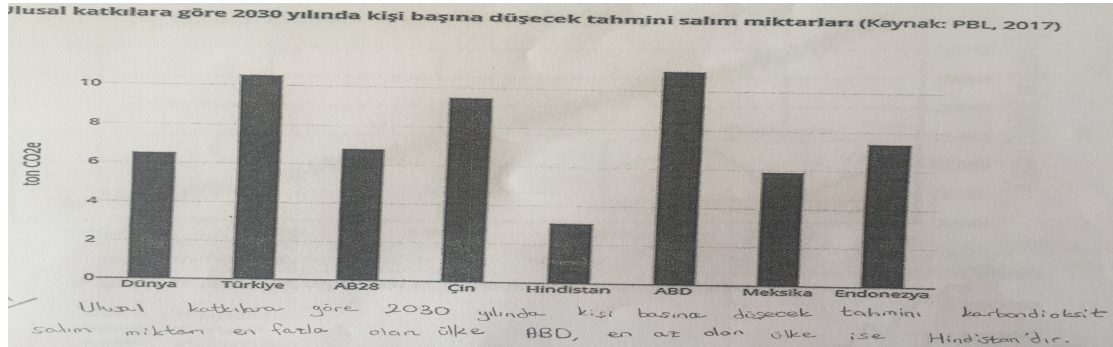
### Etkinlik Kağıdından Örnek-6



“Sera gazlarının doğaya karışımında en fazla etkisi olan gaz karbondioksit ardından metan, sonra azot dioksit en az etkisi olan gaz ise F-gazlarıdır.”

## Şekil 8

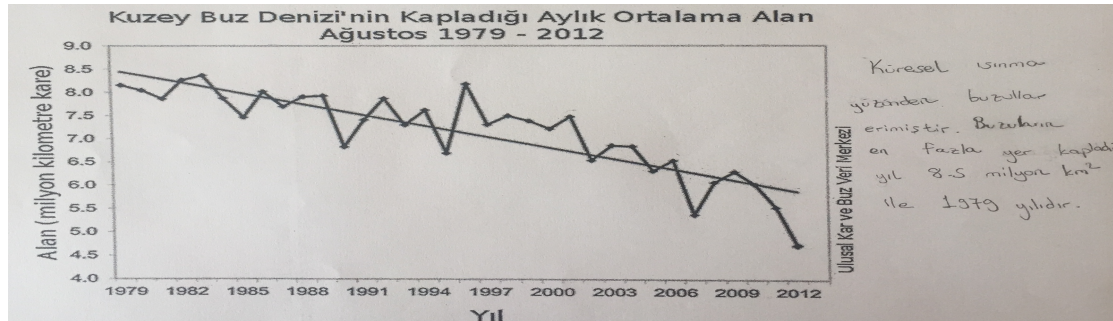
### Etkinlik Kağıdından Örnek-7



“Ulusal katkılarına göre 2030 yılında kişi başına düşecek tahmini karbondioksit salım miktarı en fazla olan ülke ABD, en az olan ülke ise Hindistan'dır.”

## Şekil 9

### Etkinlik Kağıdından Örnek-8

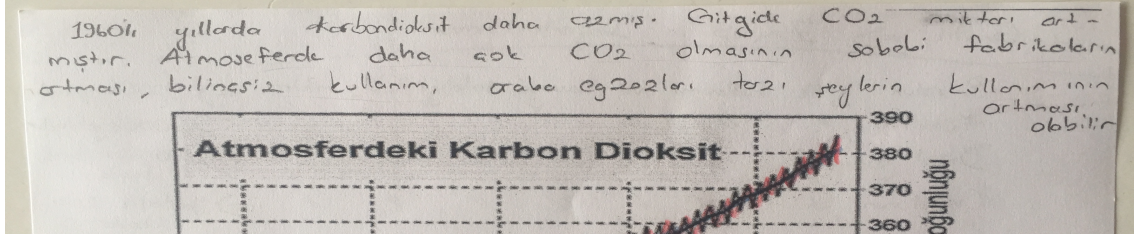


“Küresel ısınma yüzünden buzullar erimştir. Buzulların en fazla yer kapladığı yıl 8,5 milyon km<sup>2</sup> ile 1979 yılıdır”.

Tablo ve grafik yorumlama ile ilgili olarak öğrencilerin konular arasında grafikten yararlanarak mantıksal ilişki kurdukları ve çıkarım yaptıkları da belirlenmiştir. Örneğin deney grubunda “Dere Tepe Dümdüz Gittik” etkinliği sürecinde bir öğrencinin etkinlik kağıdındaki grafiğe dair yorumu Şekil 10’da belirtilmiştir.

### Şekil 10

Etkinlik Kağıdından Örnek-9



“1960’lı yıllarda karbondioksit daha azmış. Gittikçe karbondioksit miktarı artmıştır. Atmosferde daha çok karbondioksit olmasının sebebi fabrikaların artması, bilinçsiz kullanım, araba egzozları tarzı şeylerin kullanımının artması olabilir.”

Öğrencilerin etkinlik kağıdında verilen grafiği doğrudan grafikte belirtilmediği halde konuyla ilgili yeni öğrendikleri bilgileri kullanarak genelleme yaparak yorumlamaları, öğrenilenler arasında neden sonuç ilişkisi kurma, kavramlar ve olaylar arasında mantık çerçevesinde düşünerek çıkarım yapma becerilerinin geliştiği şeklinde yorumlanabilir.

Yukarıdaki grubu oluşturan öğrencilerin günlüklerine yazdıkları ifadeler tablo ve grafik yorumlama ve çizme yeteneklerinde gelişme olduğu yönündedir. Şekil 11’de bu gruptaki bir öğrencinin etkinlik günlüğüne yazdığı görüşler gösterilmiştir.

### Şekil 11

Etkinlik Günlüğünden Örnek

⇒ Bugün verilen senaryoya göre ekolojik ayak izini çıkardık. Bunu da grafiklerle gösterdik grafik çizmem geliştirdi. Güzel bir gün oldu. Zaten önceden yapılan etkinliklerde grafikleri yapmam kolay oldu.

“Bugün verilen senaryoya göre ekolojik ayak izini çıkardık. Bunu da grafiklerle gösterdik, grafik çizmem geliştirdi. Güzel bir gün oldu. Zaten önceden yapılan etkinliklerde grafikleri yapmam kolay oldu.”

## TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Sosyobilimsel konu öğretiminde zenginleştirilmiş model tabanlı etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme becerileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan araştırma bir ortaokuldan 53 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerden 25’i deney, 28’i ise kontrol grubunu oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında “İnsan ve Çevre” ünitesinde yer alan SBK kontrol grubundaki öğrencilerle o yıl okulda 7. ve 8. sınıf Fen Bilimleri ders kitabı olarak kullanılmakta olan ders kitapları (Aytaç vd., 2018; Demirkazan vd., 2018) merkez alınarak soru cevap, düz anlatım gibi öğretim yöntemleri kullanılarak işlenmiştir. Aynı konular deney grubundaki öğrencilerle zenginleştirilmiş model tabanlı etkinliklerle işlenmiştir. Etkinlikler Fen

Bilimleri Öğretim Programı'nın (MEB, 2018) temel aldığı araştırma sorgulamaya dayalı yaklaşım ve mantıksal düşünme yeteneği testi (MDYT)'nde yer alan alt boyutlardaki beceriler (orantısal düşünme, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, ilişkisel düşünme, olasılıklı düşünme, kombinasyonel düşünme) dikkate alınarak hazırlanmış ve bu boyutların gelişimine katkıda bulunacak şekilde planlanarak deney grubunda uygulanmıştır.

Modelleme süreci adımlarının (oluşturma, değerlendirme, revize etme) göz önünde bulundurulduğu etkinlikler uygulanırken öğretmenin yönlendirici soruları, grup içi ve gruplar arası akran soruları ve tartışmalar modellerin geliştirilmesinde etkili bir şekilde kullanılmıştır. Etkinlikler; olaylar ve kavramlar arasında doğru ilişki kurabilme, mantık çerçevesinde nedensel gerekçelendirme yapabilme, konuları birbirine anlamlı bir şekilde bağlama dolayısıyla mantıksal düşünme becerilerinin gelişimini desteklemeye imkan verecek ve sarmal programlama yaklaşımına uygun olacak şekilde aşamalı bir sırayla planlanmıştır. Bu sayede önceki etkinlikte öğrenilenin üstüne yeni bilgilerin eklenmesi ve kapsamın giderek genişletilmesi sağlanmıştır. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin fen dersi dönem sonu not ortalamaları araştırmadan önce karşılaştırılmış ve grupların birbirlerine denk olduğuna karar verilmiştir.

Araştırmanın nicel veri toplama aracı olan MDYT'nden elde edilen nicel sonuçlara göre deney grubundaki öğrencilerin MDYT ön test son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (  $\bar{X}$ ölçek max puan = 10;  $\bar{X}$ deney grubu öntest = 1,28 ve  $\bar{X}$ deney grubu sontest = 2,8),  $t(24) = -4,057$ ,  $p=0,00$ . Araştırmanın kontrol grubunda ise puan ortalamaları (  $\bar{X}$ öntest= 1,35 ;  $\bar{X}$ sontest= 1,64) yükselme göstermesine rağmen bu farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir,  $p>0.05$ ). Test sonuçlarına göre öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinin geliştirilmesinde zenginleştirilmiş model tabanlı etkinliklerinin etkili olduğu söylenebilir. Bu araştırmanın bulgularına benzer şekilde öğretimde modellemeye dayalı uygulamaların kullanılmasının öğrencilerin zihinsel model gelişiminde, bilimsel süreç becerileri gelişiminde, akademik başarılarında (Arslan & Doğru, 2014; Demirçalı, 2016) olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir.

DeneySEL olarak elde edilen uygulamanın öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği gelişiminde etkili olduğu sonucunu nitel analiz bulguları desteklenmektedir. Öğrenciler uygulamadan sonra yapılan odak grup görüşmelerinde düşünme becerilerinin geliştiğinin farkına vardıklarını gösteren *“düşüncelerim gelişti”*, *“şimdiki düşüncelerim daha güzel”*, *“daha ayrıntılı düşünüyorum artık”* şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Öğrenciler etkinlik günlüklerinde ve görüşmelerde sistematik ve mantıklı düşünme süreçlerinin farkında olduklarını, olaylar ve kavramlar arasında akıl yürüterek ilişki kurduklarını, sebep sonuç ilişkisi kurarak genelleme yaptıklarını ve çıkarım yaptıklarını belirtmişlerdir. İlerleyen etkinliklerde öğrencilerin etkinlik kağıtlarında verilen grafik yorumlama sorularına grafikte yazmadığı halde kendi bilgilerinden yola çıkarak, mantık kurarak yorumlarda buldukları ve bu yorumlarında doğru ilişkilendirmeler yaptıkları görülmüştür. Bu da uygulamanın öğrencilerin öğrenilenler çerçevesinde mantık kurup muhakeme yaparak, neden sonuç ilişkisi dahilinde çıkarım yapma becerilerini geliştirdiği şeklinde yorumlanabilir. Öğrenciler yapılan görüşmelerde düşünme hızlarının arttığını, daha sağlam fikirler oluşturduklarını, zihin kapasitelerini kullandıklarını, mantıklı-ayrıntılı-sorgulayarak-olaylar arasında ilişkiler kurarak düşündüklerini, pek çok olayın birbiriyle bağlı olduğunu ve doğa ile ilgili bir olaydaki değişimin diğer olayları da doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebileceğini farkettilerini vurgulamışlardır.

Araştırmada öğrenciler tarafından oluşturulan modeller öğrencilerin nedensel ilişki ve bağlantıları nasıl kurduklarını gösteren bir araç olarak da kullanılmıştır. Lesh & Doerr (2003)'e göre öğrencilerin kullandıkları semboller, diyagramlar; oluşturulan modeller ve kavramsal sistemlerin bir parçasıdır ve öğrencilerin düşüncelerini veya düşünceler arasında ne tür ilişki kurduklarını ve ilişkinin farklı yönlerini ortaya çıkarmada kullanılabilir. Literatürde modellerin karmaşık ve soyut konuları öğrenmede öğrencilerin başarı düzeyini artırdığı (Güneş

& Çelikler, 2010), kavramların anlaşılmasını kolaylaştırdığı fakat anlaşılması güç ve soyut konularda yeterli olmadığı (Günbatar & Sarı, 2005) ve kavram yanlışlarının giderilmesinde faydalı olduğu (Bilgin & Geban, 2001) ifade edilmiştir.

Öğrenciler sorulara verdikleri yanıtlarda “*düşünmeye katkılar*” kategorisi ile ilgili olarak düşünme süreçlerinin geliştiğinin farkında olduklarını, düşüncelerinin değişip geliştiğini ve sağlam fikirler oluşturduklarını, detaylı ve ayrıntılı düşündüklerini, konular arasında neden sonuç ilişkisini kullanarak bağlantı kurdularını belirtmişlerdir. Bununla birlikte farklı bakış açılarını dikkate alarak yeni fikirler oluşturduklarını da söylemişlerdir. Araştırma sonuçlarıyla uyumlu olarak literatürde öğrencilerin konular ve kavramlar arasındaki etkileşimleri değerlendirerek karışık bağlantıları kurmalarında modele dayalı akıl yürütmenin etkili olacağı belirtilmiştir (Peel vd., 2019; Zangori vd., 2017b; Zangori vd., 2020).

Süreç boyunca öğrencilerin oluşturdukları modelleri grup çalışması sırasında ve model çalışmaları bitince sınıfta anlatarak sunmalarına fırsat verilmiştir. Öğrencilerin model açıklamalarından akıl yürütme süreçlerinin akılcı/mantıklı olup olmadığını anlamada yararlanılmıştır. Özellikle “Döngülerim Bir Arada” etkinliğinde öğrenciler oksijen döngüsü, su döngüsü, fotosentez, asit yağmurları, besin zinciri, karbon döngüsü, solunum gibi başlangıçtan itibaren öğrendikleri konuları birbirine bağlayarak döngüsel nedensellikte açıklama yapmaya yönlendirilmişlerdir. Doğadaki sistemin bir denge içinde sürdüğünü farkedemeyen öğrencilerin dengenin bozulması ile düşünme sürecine farklı açılardan dahil edilmesi ve hem grup arkadaşlarıyla fikir alışverişi sonucu elde ettikleri açıklamalar hem de yönlendirici öğretmen sorularıyla mantık çerçevesinde düşünmeye özenmeleri desteklenmiştir. Karbon döngüsü, solunum, fotosentez gibi karmaşık ve soyut süreçleri barındıran konuların anlaşılması ve öğrenilmesinde üniversite öğrencilerinin dahi zorluk çektikleri (Mohan vd., 2009; Wilson vd., 2006) ve bu konularla ilgili kavram yanlışlığına sahip oldukları (Bacanak vd., 2004; Tekkaya & Balcı, 2003) araştırmalarda belirtilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin tartışma ve fikir alışverişiyle, yönlendirici sorularla, çeşitli ve farklı bakış açılarının farkına varmalarını sağlayan görüş geliştirme, münazara, tartışma gibi yöntemlerle öğrenme öğretme sürecine dahil edilmesi gerekli görülmüştür. Bu şekilde modelleme sürecinde iletişim becerilerinin etkili kullanılmasıyla öğrencilerin zihinsel modellerindeki gelişim ve değişimin görünür kılınmasına da yardımcı olunabilir. İlköğretim öğrencilerinin öğretim ve öğretim programı ile desteklendiğinde etkili algılama ve modelleme yapabilecekleri belirtilmiştir (Baumfalk vd., 2018). Araştırmada öğrenciler süreç boyunca zihinsel olarak aktif tutulmaya çalışılmıştır.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrenciler düşüncelerinin ilerlediğini, geliştiğini, arttığını belirtmişler ve artık daha hızlı düşünebildiklerini ifade etmişlerdir. Araştırma sonucunda zenginleştirilmiş model tabanlı uygulama ve etkinliklerin öğrencilerin soyut, karmaşık, anlaşılması zor konulardaki öğrenmelerini kolaylaştırdığı; konuya, derse ve öğrenmeye karşı olumlu tutum geliştirmelerinde etkili olduğu; mantık çerçevesinde düşünerek dengeye ulaşma, neden sonuç ilişkisi kurabilme, farklı açılardan bütünü görebilme, konuları sistematik olarak içselleştirmelerinde etkili olduğu söylenebilir.

Süreçte kullanılan dokümanlardan etkinlik günlükleri, model tabanlı açıklamaları ve model raporları incelendiğinde öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinin geliştiğine yönelik yansımalar bulunmaktadır. Bu araştırma ile geliştirilen zenginleştirilmiş model tabanlı etkinliklerin öğrencilerin hem SBK hem de bilimsel ve sosyobilimsel muhakeme becerilerini geliştirmede öğretmenlere fikir verebileceği düşünülmektedir. Örneğin mantıksal düşünme becerisinin alt boyutlarından biri olan orantısal düşünme becerisi gelişimindeki yansımalar dikkate alındığında sınıfın genelinde başlangıçta öğrencilerin en çok noktaları birleştirme ve eksen etiketlendirme aşamalarında zorlandıkları görülmektedir. Bu sonuç Yayla ve Özsevgeç (2014)’in araştırmasındaki bulgularla paralellik göstermektedir. Literatürde mantıksal düşünme yeteneği gelişmemiş öğrencilerin grafik oluşturma ve yorumlamada sorunlar yaşadıkları dolayısıyla mantıksal düşünme yeteneği ile çizgi grafikleri oluşturma ve yorumlama yetenekleri

arasında anlamlı ilişki olduğu ve mantıksal düşünme yeteneği gelişmiş öğrencilerin grafik yorumlamada önemli ölçüde yüksek performans gösterdiklerini belirten çalışmalar mevcuttur (Berg & Philips, 1994). Araştırma içerisinde öğrencilerin grafik çizme ve yorumlama becerilerinin geliştirilmesine yönelik “Ekolojik Ayak İzimiz” ve “Dere Tepe Dümdüz Gittik” etkinlikleri yer almaktadır ve bu etkinlikler öğrencilerin grup arkadaşlarının fikir alışverişleriyle yürütülmüştür.

Araştırma Ankara ilinin büyük bir ilçesindeki yakın illerden yoğun göç almış merkeze uzak bir mahallesindeki dezavantajlı koşullara sahip (kendisine ait odasının bulunması, ailenin eğitim düzeyi, sosyo-ekonomik düzeyi, kardeş sayısı v.b.) öğrencilerin yoğunlukta olduğu ve inşaatı yeni tamamlanmış bir devlet ortaokulunun iki farklı yedinci sınıfı ile gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle araştırma kapsamında kullanılan daha çok matematiksel düşünmeyi ve işlem yapmayı gerektiren mantıksal düşünme yeteneği ölçeğinden elde edilen ortalama puanların düşük olduğu görülmektedir. Araştırmacılara bu ölçeğin ilçe merkezinde, sosyal olanakları iyi olan okulların öğrencilerine de uygulanarak ortalamaların karşılaştırılması ve mantıksal düşünme yeteneğinin gelişimi üzerinde etkili olabilecek diğer koşulların araştırılması önerilmektedir.

Öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerini geliştirmede kullanılacak etkinliklerin araştırmada kullanılan zenginleştirilmiş model tabanlı etkinlikler gibi öğrencileri sosyal, bilişsel, davranışsal ve duyuşsal yönlerden geliştirecek, sorgulama süreçlerini harekete geçirecek şekilde planlanması; okullarda yapılan modelleme etkinliklerinin de bir çok model çeşidini kapsayacak şekilde düzenlenmesi önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Arslan, A., & Doğru, M. (2014). Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırlama, tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi. *Mediterranean Journal of Humanities*, *IV*(2), 1-17. <https://doi.org/10.13114/MJH.201428425>
- Atabey, N. (2016). *Sosyo-bilimsel konu temelli bir ünitenin geliştirilmesi: 7. Sınıf öğrencilerinin konu alan bilgisi ve argümantasyon nitelikleri*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Aytaç, A., Türker, S., Bozkaya, T., & Üçüncü, Z. (2018). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu fen bilimleri ders kitabı 8*. Tutku Yayıncılık.
- Bacanak, A., Küçük, M., & Çepni, S. (2004). İlköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: Trabzon örnekleme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *17*, 67-80.
- Baumfalk, B., Bhattacharya D., Vo, T., Forbes, C., Zangori, L., & Schwarz C. (2018). Impact of model-based science curriculum and instruction on elementary students' explanations for the hydrosphere. *Journal of Research in Science Teaching*, 1-28. <https://doi.org/10.1002/tea.21514>
- Berg, C. A., & Philips, D. G. (1994). An investigation of the relationship between logical thinking structures and the ability to construct and interpret line graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(4), 323-344.
- Bilgin, İ., & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analoji) yöntemi kullanılarak lise 2. Sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *20*, 26-32.

- Boulter, L. (1999). *Academic achievement in home school. Modelling-based teaching in science education*. ERIC Clearinghouse.
- Bozdoğan, A. (2007). *Fen bilgisi öğretiminde çalışma yaprakları ile öğretimin öğrencilerin fen bilgisi tutumuna ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Bulduk, Ö. (2022). *Sosyo-bilimsel konu öğretiminde modellemenin öğrencilerin çevre bilincine ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Büyüköztürk, Ş. (2015). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. (21.Baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (18. Baskı). Pegem Akademi.
- Chung, Y., Yoo, C., Kim, S., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2016). Enhancing students communication skills in the science classroom through socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 1-27. <http://dx.doi.org/10.1007/s10763-014-9557-6>
- Creswell, J.W. (2017). *Araştırma deseni: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları* (Çev. S. B. Demir). Eğitim Kitap Yayıncılık. (Orijinal yayın tarihi, 2014).
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage.
- Çapkınoğlu, E., Yılmaz, S., & Leblebicioğlu, G. (2020). Quality of argumentation by seventh-graders in local socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(6), 827-855. <https://doi.org/10.1002/tea.21609>
- Çıbık Sert, A. ve Emrahoğlu, N. (2008). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının fen bilgisi dersinde öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinin gelişimine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 51- 66.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (2. Baskı). Pegem Akademi.
- Demirçalı, S. (2016). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel model gelişimlerine etkisi: 7. Sınıf "Güneş sistemi ve ötesi- uzay bilmecesi" ünitesi örneği*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Demirkazan, Y. K., Kalık, G., & Öcal, K. (2018). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu fen bilimleri ders kitabı 7*. MEB Yayınları.
- Dökme, İ., (Ed). (2019). *Bilimsel muhakeme becerileri ile düşünme sanatı*, (1. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Durmaz, H., & Seçkin-Karaca, H. (2020). Sosyo-bilimsel konulara dayalı fen eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin sosyo-bilimsel konulara bakış açıları, bilimsel ve yansıtıcı düşünme becerileri üzerine etkisi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 21-49. <https://doi.org/10.34056/aujef.607651>
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate in education* (6th ed.). Mc Graw Hill.

- Friedrichsen, P. J., Sadler, T. D., Graham, K., & Brown, P. (2016). Design of a socio-scientific issue curriculum unit: Antibiotic resistance, natural selection, and modeling. *International Journal of Designs for Learning*, 7(1), 1-18. <https://doi.org/10.14434/ijdl.v7i1.19325>
- Garnett, P. J. & Tobin, K. (1984). Reasoning patterns of preservice elementary and middle school science teachers. *Science Education*, 68(5), 621-631.
- Geban, Ö., Aşkar, P., & Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulated experiment and problem solving approaches on students' learning outcomes at the high school level. *Journal of Educational Research*, 86, 5- 10.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modeling: routes to a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115-130. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-3186-4>
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97. <https://doi.org/10.1080/0950069980200106>
- Gilbert, J., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education* (Vol. 9). Springer.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2012). *Using spss for windows and macintosh: Analyzing and understanding data* (6th edition). Pearson.
- Günbatır, S., & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güneş, M. H., & Çelikler, D. (2010). The investigation of effects of modelling and computer assisted instruction on academic achievement. *The International Journal of Educational Researchers*, 1(1), 20-27.
- Halloun, I. (2006). *Modelling theory in science education*. Springer.
- Harlen, W. (2004). *Evaluating inquiry-based science developments: A paper commissioned by the National Research Council in preparation for a meeting on the status of evaluation of inquiry-based science education*. National Academy of Sciences.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: are there better ways to learn with models? *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1998.tb17434.x>
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026. [doi:https://doi.org/10.1080/095006900416884](https://doi.org/10.1080/095006900416884)
- Huberman, M., & Miles, M.B. (2002). *The qualitative research's companion*. Sage.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. Milli Eğitim Basımevi.
- Karışan, D., & Türksever, F. (2017). Bilim uygulamaları dersinin sosyo-bilimsel konular bağlamında öğretilmesinin öğrencilerin bilim- toplum sorunlarına duyarlılıklarına etkisinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10, 363-387.
- Kindfield, A. C. H. (1994). Biology diagrams: tools to think with. *Journal of the Learning Sciences*, 3, 1-36. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls0301\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0301_1)
- Klosterman, M. L., & Sadler, T. D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International*



- Lawson, A. E. (1982). Formal reasoning, achievement, and intelligence: An issue of importance. *Science Education*, 66(1), 77- 83.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2000). *Tebliğler dergisi*, 63(2518).
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı. (İlkokul ve ortaokullar 3, 4, 5, 6, 7 ve 8)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mohan, L., Chen, J., & Anderson, C. W. (2009). Developing an multi-year learning progression for carbon cycling in socio-ecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 675-698. <https://doi.org/10.1002/tea.20314>
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: The National Academies Press. <http://nap.edu/catalog/4962.html>
- National Research Council. (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nuangchalerm, P., & Kwuanthong, B. (2010). Teaching ‘global warming’ through socioscientific issue- based instruction. *Asian Social Science*, 6(8), 42-47. <https://doi.org/10.5539/ass.v6n8p42>
- OECD (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Oh, P.S., & Oh, S.J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>
- Özcan, E. (2019). *Sosyo-bilimsel argümantasyon yönteminin öğrencilerin bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerine, girişimciliklerine ve sürdürülebilir fen bilimlerine yönelik tutumlarına etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Peel, A., Zangori, L., Friedrichsen, P., Hayes, E., & Sadler, T. D. (2019). ‘Students’ model-based explanations about natural selection and antibiotic resistance through socio-scientific issues-based learning. *International Journal of Science Education*, 41(4), 510-532. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1564084>

- Presley, M. L., Sickel, A. J., Muslu, N., Merle -Johnson, D., Witzig, S. B., İzci, K., & Sadler, T.D. (2013). A framework for socioscientific issues based education. *Science Educator*, 22 (1), 26-32.
- Rapp, D. N., & Kurby, C. A. (2008). The 'ins' and 'outs' of learning: Internal representations and external visualization. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and practice in science education* (pp. 29-52). Springer.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42. <https://doi.org/10.1080/03057260802681839>
- Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 355-369). Springer.
- Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 5(2), 75-87. <https://doi.org/10.18404/ijemst.55999>
- Sarıkaya, E. (2018). *Development and implementation of the socioscientific issue-based unit plan in the context of effects of pesticide use in agriculture and collapsing bee hives*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Senemoğlu, N. (2010). *Gelişim öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya* (18. Baskı). Pegem Akademi.
- Tashakkori, A. & Creswell, J. (2007). The new era mixed methods, *Journal of Mixed Methods Research*, 1, 3-7. <https://doi.org/10.1177/2345678906293042>
- Tekkaya, C. & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101-107.
- Tekindal, S. (2021). *Nicel, nitel, karma yöntem araştırma desenleri ve istatistik tasarımı ve yürütülmesi eğitim, psikoloji ve sosyoloji alanları için*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Tobin, K. G. & Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41, 413- 423.
- Topçu, M. S. (2015). *Sosyo-bilimsel konular ve öğretimi*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Topçu, M.S. (2010). Development of attitudes towards socioscientific issues scale for undergraduate students. *Evaluation and Research in Education*, 23(1), 51-67. <https://doi.org/10.1080/09500791003628187>
- Wilson, C. D., Anderson, C. W., Heidemann, M., Merrill, J. E., Merritt, B. W., Richmond, G., Sibley, D. F., & Parker, J. M. (2006). Assessing students' ability to trace matter in dynamic systems in cell biology. *CBE Life Sciences Education*, 5(4), 323- 331. <https://doi.org/10.1187/cbe.06-02-0142>
- Yaman, S. (2005). Fen bilgisi eğitiminde probleme dayalı öğrenmenin mantıksal düşünme becerilerinin gelişimine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), 56- 70.

- Yayla G. & Özsevgeç T. (2014). Ortaokul öğrencilerinin grafik becerilerinin incelenmesi: Çizgi grafikleri oluşturma ve yorumlama. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1381-1400.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Zangori, L., Ke, L., Sadler, T. D. & Peel, A. (2020). Exploring primary students causal reasoning about ecosystems. *International Journal of Science Education*, 42(11), 1799-1817. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1783718>
- Zangori, L., Peel, A., Kinslow, A., Friedrichsen, P. & Sadler, T. D. (2017a). Student development of model-based reasoning about carbon cycling and climate change in a socio-scientific issues unit. *Journal of Research and Science Teaching*, 54(10), 1249-1273. <https://doi.org/10.1002/tea.21404>
- Zangori, L., Vo, T., Forbes, C. T. & Schwarz, C. V. (2017b). Supporting 3 rd- grade students model-based explanations about groundwater: A quasi-experimental study of a curricular intervention. *International Journal of Science Education*, 39(11), 1421-1442. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1336683>
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research and practice. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*, Volume II (pp. 697-725). Routledge, Taylor and Francis.

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

The concept of socio-scientific issues (SSI) refers to open-ended, complex, often controversial, and not definitively answerable societal issues (Sadler 2004; Topçu 2010; 2011 & Zeidler, 2014). The literature suggests the presence of various instructional models/frameworks recommended for use in teaching socio-scientific issues (Friedrichsen et al., 2016; Presley et al., 2013; Sadler, 2011; Sadler, Foulk, & Friedrichsen, 2017). Among these models, the socio-scientific teaching and learning model framework proposed by Sadler et al. (2017) served as the foundation for this research. The research adopted a model-based learning approach for the activities considered.

Modeling, as defined by the NRC (2012) framework, is one of the scientific practices involving "Developing and Using Models." Learning outcomes and activities related to modeling are included in the science curriculum, the science applications curriculum, and science textbooks (Aytaç et al., 2018; Demirkazan et al., 2018; MEB, 2018).

Models are temporary schemas or structures capable of explaining real-world objects and events (NRC, 1996). These models, which serve as bridges between the real world and scientific theory (Gilbert, 2004), can represent ideas, objects, systems, events, and processes (Gilbert et al., 1998). Models can be represented through various forms of representation, such as tables, graphs, written symbols, equations, diagrams, or pictures, as well as concrete models, spoken language, experiential metaphors, among others, to help understand different aspects of systems (Lesh & Doerr, 2003).

Within the scope of research conducted to examine the impact of inquiry-based enriched modeling activities in the context of socio-scientific issues-based approach on students' logical thinking abilities, inquiry-based enriched modeling activities were developed and implemented. These activities, designed by the researcher, aimed to help students uncover their mental

models, create their own models, develop and revise their models, and evaluate them. To this end, the research problem was formulated as follows:

"What is the impact of model-based inquiry approach applications in socio-scientific issues instruction on the logical thinking abilities of seventh-grade students?"

The sub-problems of the research are as follows:

1. Is there a significant difference between the pre-test and post-test scores of the experimental group, where model-based inquiry approach applications in socio-scientific issues instruction were conducted, in terms of their logical thinking abilities?
2. Is there a significant difference between the pre-test and post-test scores of the control group, where socio-scientific issues instruction was carried out with textbook-centered learning, in terms of their logical thinking abilities?
3. Is there a significant difference in the post-test scores of the logical thinking abilities between the experimental group, where socio-scientific issues instruction was conducted with model-based inquiry approach applications, and the control group, where instruction was carried out with textbook-centered learning?
4. What are the students' opinions regarding the effectiveness of model-based inquiry approach applications in socio-scientific science instruction?

### **Method**

In this research, a mixed-methods approach was preferred, encompassing the collection and integration of both qualitative and quantitative data (Creswell, 2017). The research primarily adopted the "convergent parallel design" in the classification of mixed-methods designs, where data collected simultaneously are separately analyzed, and quantitative and qualitative findings are synthesized in a complementary manner (Creswell & Clark, 2011).

A quasi-experimental design with a pretest-posttest matched-control group design was employed in the research. In the qualitative phase of the research, a case study approach, which is one of the qualitative research approaches, was utilized. Case studies involve an in-depth analysis of a situation, event, process, or individual(s) by the researcher (Creswell, 2017). This research, in line with the nature of mixed-methods research, incorporates both quantitative and qualitative data collection instruments. The quantitative data collection tool used in the research is the Logical Thinking Skills Test, while the qualitative data collection instruments consist of model reports, students' model design works and models, activity journals, a semi-structured interview form, and observation notes.

### **Findings**

In the field of science education, an independent samples t-test was employed to ascertain whether model-based science teaching applications have a significant impact on students' logical thinking skills. The study compared the mean differences between the pre-test and post-test scores of students in a class utilizing traditional teaching methods and those in an experimental group exposed to model-based instruction. The mean difference in pre-test and post-test scores for students in the control group ( $X_{\text{control}} = 1.64$ ) was compared to the mean difference for students in the experimental group employing model-based applications ( $X_{\text{experimental}} = 2.92$ ), revealing a statistically significant difference [ $t(51) = -2.11, p < 0.05$ ]. This outcome suggests that model-based teaching applications have a meaningful effect on enhancing logical thinking abilities in science education.

Additionally, qualitative data obtained from students were categorized under the theme of "student gains" when evaluating the effectiveness of enriched model-based instruction in socio-scientific issues teaching. Within this theme, the category labeled "contributions to thinking" included codes such as detailed and nuanced thinking, inquiry, logical reasoning, sound idea

generation, articulation of thoughts, thought development, and the ability to establish relationships between concepts and events.

### **Results, Discussion and Conclusion**

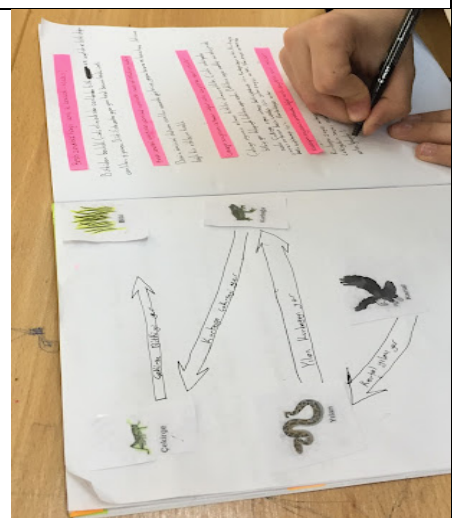
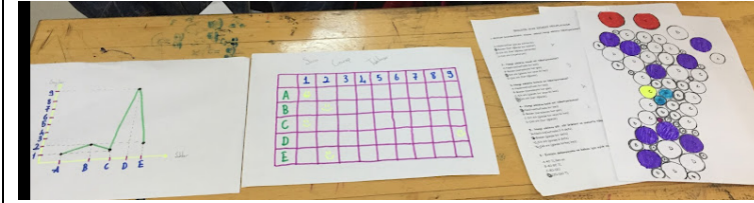
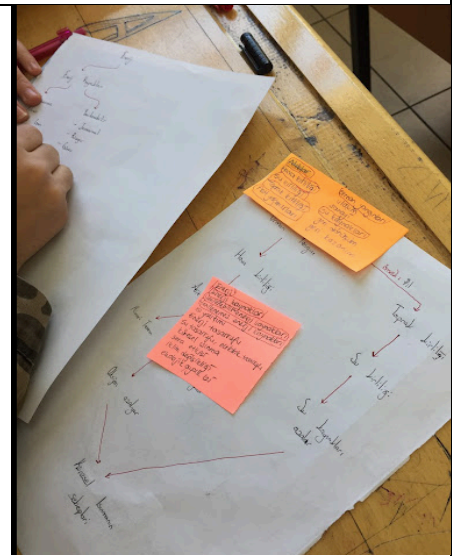
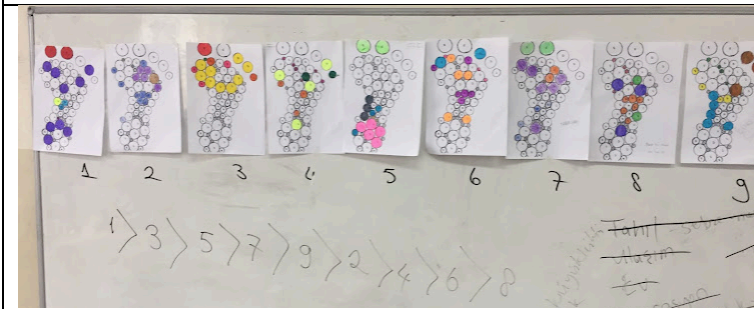
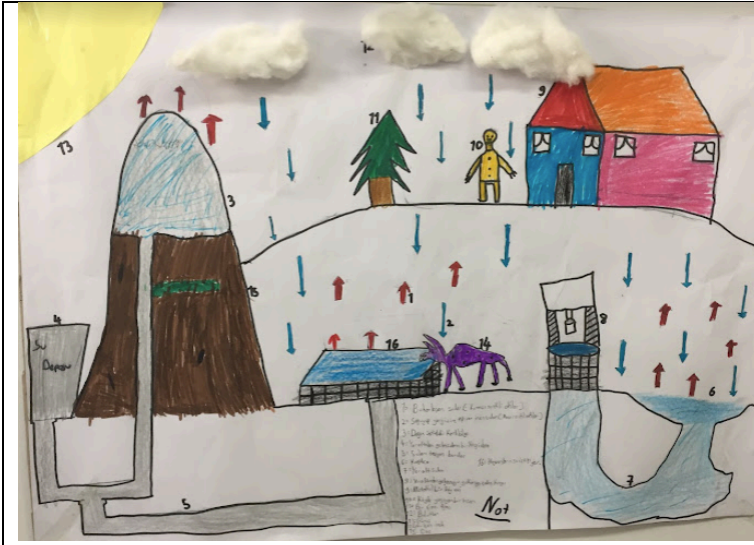
According to the quantitative data obtained from the "Logical Reasoning Ability Test," there was a statistically significant difference in favor of the post-test scores between the experimental group, where model-based enriched activities were implemented, and the pre-test and post-test score averages for logical reasoning ability ( $X_{\text{scale max score}}=10$ ;  $X_{\text{experimental group pre-test}}=212.92$ ;  $X_{\text{experimental group post-test}}=234.32$ ). In the control group, an increase was also observed ( $X_{\text{pre-test}}=1.28$ ;  $X_{\text{post-test}}=2.80$ ), but it was determined that this difference was not statistically significant ( $p>0.05$ ). This finding suggests that the implementation of model-based enriched activities is effective in improving students' logical thinking skills.

The qualitative analysis findings also support the notion that the application has a significant impact on enhancing students' logical thinking skills. When examining the documents used during the process, such as models, activity journals, and model reports, it becomes evident that students expressed statements during the focus group interviews conducted at the end of the application, indicating that their thinking skills had improved. In interviews and activity journals, students mentioned that they were thinking critically, questioning, reasoning logically, obtaining sound ideas, explaining their thoughts, developing their thoughts, and establishing connections between topics and events.

The model-based enriched activities developed by the researcher in the context of socio-scientific issues can provide insights to educators on how activities and practices can be conducted. As a result of this research, it is recommended that when designing model-based activities for their classrooms, teachers should not only focus on reducing activities to three-dimensional models but also consider organizing activities that incorporate various model types. Additionally, considering that socio-scientific issues require the use of critical thinking skills, educators may benefit from insights on how to conduct activities and practices. Moreover, it is suggested that teachers receive pre-service and in-service training on how to implement model-based inquiry teaching practices in classrooms, how to develop activities, and how to involve students in model studies effectively.

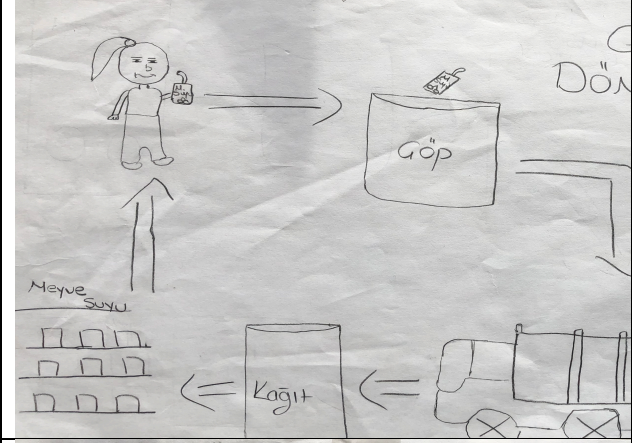
# EK-1

## Model Çalışmalarından Örnekler



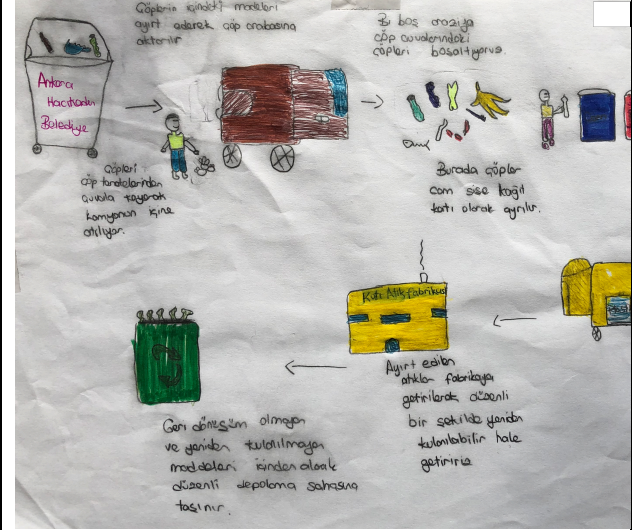
## GİRİŞ

(TASLAK MODEL OLUŞTURMA)



## UYGULAMA

(ASIL MODEL OLUŞTURMA, REVİZE ETME, DEĞERLENDİRME)



## SONUÇ

(SINIF SUNUM VE SINIF TARTIŞMASI)



## EK- 2

*Zenginleştirilmiş Etkinlik Planlarından Örnek*

### **DÖNGÜLER BİR ARADA - Ders Planı**

#### **Genel Bakış:**

Ders: Bilim uygulamaları

Sınıf seviyesi: 7. ve 8. Sınıf

Süre: 1 hafta (4 ders saati)

#### **Ünite için Ana temalar:**

Ünite adı: Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi

Öğrenme Alanı: Canlılar ve Yaşam

Konu/ kavramlar: Su döngüsü, oksijen döngüsü, asit yağmurları, karbon döngüsü, solunum, fotosentez

Sosyo-bilimsel konu: Asit yağmurları, çevre kirliliği, madde döngüleri

#### **Amaç/ Hedef:**

Öğrenciler öğrendikleri su, oksijen, karbon döngülerini bir araya getirerek neden sonuç ilişkilerini gösteren model oluşturacaklardır.

#### **Kazanımlar:**

Fen Bilimleri Kazanımları:

- Madde döngülerini şema üzerinde göstererek açıklar.
- Madde döngülerinin yaşam açısından önemini sorgular.

Bilim Uygulamaları Kazanımları:

- Araştırmasını (bazen işbirliği içinde, bazen de bireysel) planlar ve planı uygular.
- Sosyo-bilimsel konularda mantıksal muhakeme yaparak karar verir
- Araştırmadaki bağımlı ve bağımsız değişkenleri değiştirir ve kontrol eder.

#### **Öğrenme öğretme yöntem ve teknikleri:**

Soru- cevap, tartışma, model oluşturma, görüş geliştirme

#### **Kazandırılacak özellikler/ beceriler:**

Karar verme, tahmin etme, iletişim, takım çalışması, sınıflama, verileri toplama ve model oluşturma, yaratıcılık, karşılaştırma yapma

#### **Kullanılan materyaller:**

Beyaz resim kağıdı, renkli kalemler, yapıştırıcı. Öğretmen tarafından verilen bazı resimler: Fabrika, hayvan resimleri, yeşil bitki resimleri, ayrıştırıcı canlı resimleri, arabalar, bulutlar, renkli ok işaretleri



## **DÖNGÜLER BİR ARADA - Etkinlik Süreci**

### **1. GİRİŞ/KEŞFETME AŞAMASI:**

#### **Etkinliğe başlarken:**

Öğrencilere fidan dikimini gösteren bir slayt izletilir. Ardından fidan dikmek üzere okulun bahçesine gidilir. Birlikte fidan dikilir.

#### **Sınıf dışı bilimsel sorgulama**

- Bu fidanların büyüüp kocaman bir ağaç olması için hangi koşulların olması gerekir?
- Bitkilerin yaşaması için neye ihtiyacı var?
- Bitkiler ne alırlar, ne verirler?

#### **Model oluşturma**

Öğrencilerden defterlerine bir bitki çizimleri ve diktikleri bitkinin nelere ihtiyacı olduğunu, dışarıdan alması gerekenler ile dışarıya vereceği maddeleri düşünerek bu bitkinin serüvenini çizimle göstermeleri istenir.

### **2. UYGULAMA/ ETKİNLİK AŞAMASI**

#### **Modeli gözden geçirme**

Öğrencilere ortasında dünkü derste diktikleri fidanın büyük halinin çizilmiş olduğu resim kağıtları dağıtılır.

#### **Bilimsel sorgulama**

- Biz ağaçlara / bitkilere neden ihtiyaç duyarız?
- Ağacın neye ihtiyacı vardır?
- Havadaki oksijenin kaynakları nelerdir?
- Havadaki karbondioksitin kaynakları nelerdir?

Öğrencilere ellerindeki bitkiyi kullanarak oksijenin doğadaki çevrimini çizmeleri istenir. Sorularla bu çevrimde başka hangi canlılara ihtiyaç duyulduğu fark ettirilir. Öğrenciler hayvanlar cevabını verdikten sonra onlara çeşitli hayvan fotoğrafları dağıtılır ve aralarındaki ilişkileri ok işaretleri ile göstermeleri istenir.

#### **Modeli yenileme:**

Öğrencilerden oluşturdukları döngüde havaya karışan karbondioksitin kaynağının solunumdan başka neler olduğunu hatırlamaları istenir.

#### **Bilimsel sorgulama**

- Doğaya karbondioksit niye salınır?
- Karbondioksitin miktarını artıran etkenler nelerdir?

Fabrika bacaları, araba egzozları cevabını veren öğrencilere bu resimler dağıtılır. Resim kağıdında ilişkileri gösterecek şekilde yerleştirmeleri ve ok işaretleri ile belirtmeleri sağlanır.

Çürükçül canlı ve fosil yakıtlardan bahseden gruplara bu fotoğraflar dağıtılır, yerleştirmeleri istenir.

### **3. SONUÇ/DEĞERLENDİRME AŞAMASI:**

#### **Modeli değerlendirme**

Her grup oluşturduğu modeli öğretmenlerine ve sınıf arkadaşlarına anlatır.

Bağlantıları nasıl kurduklarını ifade etmeleri sağlanır.

Öğrenciler fen günlüklerine o gün yapılanları ve duygularını yazarlar.

**Tartışma sorusu:** Modelinize bir isim koymak isteseydiniz ne koyardınız?