T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ

2024 FEN BİLGİSİ PROGRAMINDA YER ALAN KAZANIMLARIN EKOLOJİK VERİMLİLİK İLE İLGİLİ DEĞERLENDİRİLMESİ VE YENİ BLOOM TAKSONOMİSİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

OGULNAR ASTANOVA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. SEFA PEKOL

HAZİRAN - 2026
KASTAMONU

TEZ ONAYI

OGULNAR ASTANOVA tarafından hazırlanan "**2024 FEN BİLGİSİ PROGRAMINDA YER ALAN KAZANIMLARIN EKOLOJİK VERİMLİLİK İLE İLGİLİ DEĞERLENDİRİLMESİ VE YENİ BLOOM TAKSONOMİSİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı **26.06.2026** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Sefa PEKOL Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Ünvan Ad SOYAD XXX Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Ünvan Ad SOYAD XXX Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü Prof. Dr. Selahattin KAYMAKCI .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Ogulnar ASTANOVA

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2024 FEN BİLGİSİ PROGRAMINDA YER ALAN KAZANIMLARIN EKOLOJİK VERİMLİLİK İLE İLGİLİ DEĞERLENDİRİLMESİ VE YENİ BLOOM TAKSONOMİSİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

OGULNAR ASTANOVA

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ
DANIŞMAN: DOÇ DR. SEFA PEKOL

Bu araştırmanın amacı, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilikle ilişkilerini belirlemek ve ekolojik verimlilikle ilişkili olduğu tespit edilen öğrenme çıktılarını Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin bilişsel süreç boyutuna göre sınıflandırmaktır. Araştırmada ekolojik verimlilik; enerji ve su verimliliği, atık yönetimi, geri dönüşüm, doğal kaynakların etkili ve tasarruflu kullanımı, sürdürülebilir üretim ve tüketim, yenilenebilir enerji, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve sürdürülebilir yaşam temaları kapsamında ele alınmıştır. Araştırma, nitel araştırma yaklaşımına dayalı doküman incelemesi yöntemiyle yürütülmüştür. Araştırmanın veri kaynağını Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı oluşturmuştur. Programda yer alan 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrenme çıktıları içerik analizi yoluyla incelenmiştir. Öğrenme çıktılarının çözümlenmesinde araştırmacı tarafından hazırlanan Ekolojik Verimlilik İnceleme Formu ile Yenilenmiş Bloom Taksonomisi Kodlama Formu kullanılmıştır. Öğrenme çıktıları öncelikle ekolojik verimlilikle doğrudan ilişkili, dolaylı ilişkili veya ilişkili değil biçiminde değerlendirilmiş; ardından ilişkili olduğu belirlenen çıktılar hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma basamaklarına göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada öğrenme çıktılarında kullanılan eylem fiillerinin yanı sıra çıktının bağlamı ve öğrenciden beklenen temel bilişsel işlem dikkate alınmıştır.

Araştırma bulguları, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının farklı sınıf düzeyleri ve üniteler içerisinde yer aldığını göstermiştir. Beşinci sınıfta atık yönetimi, geri dönüşüm, kaynakların etkili kullanımı, ısı yalıtımı ve enerji tasarrufu; altıncı sınıfta biyoçeşitlilik, bitkisel üretkenlik, çevre sorunları, yakıtların çevresel etkileri ve elektriksel enerji kayıpları öne çıkmıştır. Yedinci sınıfta enerji dönüşümleri, kaynakların tasarruflu kullanımı, karışımların ayrıştırılması, besin zinciri ve kanıta dayalı çözüm üretme; sekizinci sınıfta ise iklim değişikliği, enerji üretimi, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları, fotosentez, solunum, madde döngüleri ve sürdürülebilir yaşam konularının daha kapsamlı biçimde ele alındığı belirlenmiştir. Yenilenmiş Bloom Taksonomisi açısından değerlendirildiğinde, alt sınıf düzeylerinde anlama, uygulama ve analiz etme basamaklarının daha belirgin olduğu; sınıf düzeyi yükseldikçe değerlendirme ve yaratma gibi üst düzey bilişsel süreçlerin daha görünür hâle geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle 7. ve 8. sınıf öğrenme çıktılarında deney tasarlama, model geliştirme, kanıt kullanma, verileri değerlendirme, problem yapılandırma ve çözüm üretme gibi becerilerin öne çıktığı

görülmüştür. Bununla birlikte yaratma basamağına ve öğrencilerin geliştirdikleri bilgileri gerçek yaşamda uygulamalarına yönelik öğrenme çıktılarının daha fazla desteklenebileceği değerlendirilmiştir. Sonuç olarak 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın ekolojik verimlilik bilincinin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Programın ekolojik verimlilikle ilişkili içeriği sınıf düzeyleri boyunca sarmal ve giderek derinleşen bir yapı göstermektedir. Ancak ekolojik verimlilik kavramının programda çoğunlukla dolaylı temalar üzerinden temsil edildiği ve bilişsel kazanımların davranışa dönüşebilmesi için gerçek yaşam problemlerine, proje çalışmalarına, okul dışı öğrenme ortamlarına ve uygulamaya dayalı etkinliklere daha fazla yer verilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Ekolojik Verimlilik, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Öğrenme Çıktıları, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi, İçerik Analizi, Sürdürülebilirlik.

Haziran 2026, 70 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

EVALUATION OF THE LEARNING OUTCOMES IN THE 2024 SCIENCE CURRICULUM RELATED TO ECOLOGICAL EFFICIENCY AND THEIR CLASSIFICATION ACCORDING TO THE REVISED BLOOM'S TAXONOMY

OGULNAR ASTANOVA

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION
SCİENCE EDUCATİON
SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. SEFA PEKOL

The aim of this study was to determine the relationship between the learning outcomes included in the 2024 Science Curriculum for grades 5, 6, 7, and 8 and ecological efficiency, and to classify the learning outcomes identified as related to ecological efficiency according to the cognitive process dimension of the Revised Bloom's Taxonomy. In the study, ecological efficiency was addressed within the themes of energy and water efficiency, waste management, recycling, effective and economical use of natural resources, sustainable production and consumption, renewable energy, biodiversity, climate change, and sustainable living. The study was conducted through document analysis within the framework of qualitative research. The data source of the study was the 2024 Science Curriculum published by the Ministry of National Education. The learning outcomes for grades 5, 6, 7, and 8 were examined through content analysis. An Ecological Efficiency Review Form and a Revised Bloom's Taxonomy Coding Form developed by the researcher were used in the analysis. The learning outcomes were first evaluated as directly related, indirectly related, or unrelated to ecological efficiency. The outcomes identified as related were then classified according to the cognitive process categories of remembering, understanding, applying, analyzing, evaluating, and creating. In this classification, not only the action verbs used in the learning outcomes but also the context of each outcome and the main cognitive process expected from students were considered.

The findings showed that learning outcomes related to ecological efficiency were distributed across different grade levels and units in the 2024 Science Curriculum. At the fifth-grade level, waste management, recycling, effective use of resources, thermal insulation, and energy conservation were prominent. At the sixth-grade level, biodiversity, plant productivity, environmental problems, environmental effects of fuels, and electrical energy losses were emphasized. At the seventh-grade level, energy transformations, economical use of resources, separation of mixtures, food chains, and evidence-based solution development became more visible. At the eighth-grade level, climate change, energy production, renewable and non-renewable energy sources, photosynthesis, respiration, matter cycles, and sustainable living were addressed in a more comprehensive manner. When the learning outcomes were evaluated according to the Revised Bloom's Taxonomy, the categories of understanding, applying, and analyzing were more evident at the lower grade levels, whereas higher-order cognitive

processes such as evaluating and creating became more prominent as the grade level increased. In particular, the learning outcomes at the seventh- and eighth-grade levels emphasized skills such as designing experiments, developing models, using evidence, evaluating data, structuring problems, and generating solutions. However, it was concluded that learning outcomes addressing the creating category and the application of knowledge to real-life situations could be strengthened further. In conclusion, the 2024 Science Curriculum was found to have considerable potential for developing ecological efficiency awareness. The ecological efficiency-related content of the curriculum displayed a spiral structure that gradually increased in depth across grade levels. Nevertheless, ecological efficiency was mostly represented indirectly through related themes. Therefore, greater emphasis should be placed on real-life problems, project-based activities, out-of-school learning environments, and practice-oriented learning experiences to support the transformation of cognitive learning outcomes into environmentally responsible behavior. Keywords: Ecological efficiency, Science Curriculum, learning outcomes, Revised Bloom's Taxonomy, content analysis, sustainability.

KEYWORDS: Concept Of Ecological Efficiency, Revised Bloom's Taxonomy, Science Curriculum, Waste, Renewable Energy, Dependent Variable, İndependent Variable, Definitions Of Eco-Efficiency, Etc.

June 2026, 70 Page

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanma sürecinde, her aşamada bilgi, tecrübe ve rehberliğiyle bana ışık tutan, yapıcı eleştirileriyle araştırmamın bilimsel niteliğini geliştirmeme katkı sağlayan değerli danışmanım Doç. Dr. Sefa Pekol'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Hocamın akademik yolculuğum boyunca gösterdiği sabır, anlayış ve teşvik edici yaklaşımı benim için büyük bir ilham kaynağı olmuştur.

Ayrıca eğitim hayatım boyunca bilgi ve birikimlerinden faydalandığım, yol göstericilikleriyle bilimsel bakış açımı geliştirmeme katkıda bulunan Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün değerli hocalarına şükranlarımı sunarım. Öğrencilik yıllarımda yanımda olan, gerek akademik gerekse manevi anlamda desteklerini hissettiğim tüm arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Bu süreçte sabır, sevgi ve anlayışlarıyla yanımda olan, her koşulda bana destek veren aileme minnettarım. Onların manevi desteği, çalışmamı tamamlamamda en büyük güç kaynağım olmuştur.

Son olarak, bu tezin ortaya çıkmasında doğrudan veya dolaylı katkısı bulunan herkese gönülden teşekkür ederim.

OGULNAR ASTANOVA

Kastamonu, 2026

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ... **ii**
TAAHHÜTNAME ... **iii**
ÖZET ... **iv**
ABSTRACT ... **vi**
TEŞEKKÜR ... **viii**
İÇİNDEKİLER ... **ix**
TABLOLAR DİZİNİ ... **x**
1. GİRİŞ ... **1**
1.1 Araştırmanın Amacı ... 6
1.2 Çalışmanın Önemi ... 7
1.3 Araştırmanın Sınırlılıkları ... 8
2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR ... **10**
2.1 Fen Eğitimi, Çevre ve Sürdürülebilirlik ... 10
2.2 Ekolojik Verimlilik Kavramı ... 10
2.3 Fen Bilimleri Eğitiminde Ekolojik Verimlilik ... 11
2.4 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Yapısal Özellikleri ve Temel Yaklaşımı ... 11
2.4.1 Öğrenci Merkezli ve Bütüncül Öğrenme Anlayışı ... 12
2.4.2 Fen Okuryazarlığı ve Bilimsel Sorgulama ... 13
2.4.3 Bilimin Doğası ve Kanıta Dayalı Düşünme ... 14
2.4.4 Sarmal, Bütünleşik ve Yaşamla İlişkili Program Yapısı ... 14
2.5 Yenilenmiş Bloom Taksonomisi ve Bilişsel Süreçler ... 16
2.6 Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımı ... 16
2.7 Programın Sürdürülebilirlik ve Ekolojik Verimlilikle İlişkisi ... 17
3. YÖNTEM ... **19**
3.1 Araştırmanın Modeli ... 19
3.2 Veri Kaynağı ... 19
3.3 Veri İnceleme ve Kodlama Araçları ... 19
3.4 Verilerin Analizi ... 21
4. BULGULAR ... **23**
5. TARTIŞMA ... **48**
5.1 5. Sınıf Kazanımlarının Ekolojik Verimlilik Açısından Tartışılması ... 48
5.2 6. Sınıf Kazanımlarının Ekolojik Verimlilik Açısından Tartışılması ... 50
5.3 7. Sınıf Kazanımlarının Ekolojik Verimlilik Açısından Tartışılması ... 53
5.4 8. Sınıf Kazanımlarının Ekolojik Verimlilik Açısından Tartışılması ... 55
5.5 Sınıf Düzeylerine Göre Karşılaştırma ... 58
6. SONUÇ VE ÖNERİLER ... **61**
6.1 Sonuç ... 61
6.2 Öneriler ... 62
KAYNAKLAR ... **64**
ÖZGEÇMİŞ ... **70**

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1 Kazanım alanı ve içeriği 21
Tablo 4.1 Canlıların yapısına yolculuk ünitesi 23
Tablo 4.2 Maddenin yapısı ünitesi 24
Tablo 4.3 Yaşamımızdaki elektrik ünitesi 25
Tablo 4.4 Sürdürülebilir yaşam ve geri dönüşüm ünitesi 28
Tablo 4.5 Canlılarda sistemler ünitesi 29
Tablo 4.6 Elektriğin iletimi ve direnç ünitesi 31
Tablo 4.7 Sürdürülebilir yaşam ve etkileşim 32
Tablo 4.8 Kuvvet ve enerjiyi keşfedelim ünitesi 35
Tablo 4.9 Maddenin doğasına yolculuk ünitesi 36
Tablo 4.10 Elektriklenme ünitesi 37
Tablo 4.11 Sürdürülebilir yaşam ve enerji 38
Tablo 4.12 Mevsimler ve iklim ünitesi 40
Tablo 4.13 Yaşamın gizemi ünitesi 41
Tablo 4.14 Periyodik tablo ve maddenin etkileşimi ünitesi 42
Tablo 4.15 Elektriğin yolculuğu ünitesi 43
Tablo 4.16 Sürdürülebilir yaşam ve madde döngüleri ünitesi 46

1. GİRİŞ

Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, insan yaşamını kolaylaştırmakla birlikte doğal kaynaklar üzerindeki baskının artmasına, enerji tüketiminin yükselmesine, atık miktarının çoğalmasına ve ekosistemlerin zarar görmesine neden olabilmektedir. İklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı, çevre kirliliği, doğal kaynakların tükenmesi ve sürdürülebilir olmayan üretim-tüketim alışkanlıkları günümüzde küresel ölçekte karşılaşılan başlıca çevresel sorunlar arasında yer almaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklim değişikliğinin atmosfer, okyanuslar, kara ve ekosistemler üzerinde yaygın etkiler oluşturduğunu ve çevresel risklerin azaltılması için etkili, hızlı ve sürdürülebilir dönüşümlere ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir (IPCC, 2023). Bu durum, bireylerin doğal kaynakları bilinçli kullanabilmelerini, çevresel problemlerin neden ve sonuçlarını değerlendirebilmelerini ve sürdürülebilir çözümler geliştirebilmelerini sağlayacak nitelikte bir eğitimin önemini artırmaktadır.

Eğitim, bireylerin yalnızca bilgi edinmelerini değil; edindikleri bilgileri günlük yaşamlarında kullanmalarını, karşılaştıkları sorunları sorgulamalarını, kanıta dayalı karar vermelerini ve toplumsal sorumluluk geliştirmelerini sağlayan önemli bir süreçtir. Günümüzde çevresel sorunların karmaşık ve çok boyutlu bir yapı göstermesi, eğitim programlarının sürdürülebilirlik, kaynakların etkili kullanımı ve çevresel sorumluluk gibi konulara daha fazla yer vermesini gerekli kılmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma eğitimi, bireylerin mevcut ve gelecekteki çevresel, ekonomik ve toplumsal sorunları anlayarak bilinçli kararlar vermelerini ve sorumlu eylemlerde bulunmalarını amaçlamaktadır. UNESCO (2017)'ya göre sürdürülebilir kalkınma eğitimi; öğrencilerin eleştirel düşünme, sistemsel düşünme, problem çözme, iş birliği, karar verme ve geleceğe yönelik çözüm geliştirme becerilerini desteklemelidir.

Sürdürülebilir kalkınma bağlamında öne çıkan kavramlardan biri ekolojik verimliliktir. Ekolojik verimlilik genel olarak doğal kaynakların ve enerjinin daha etkili kullanılması, üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan atıkların ve çevresel etkilerin azaltılması, aynı veya daha yüksek yararın daha az kaynak kullanılarak elde

edilmesi olarak açıklanabilir. Bu yaklaşım ekonomik, çevresel ve toplumsal yararların bir arada gözetilmesini gerektirmektedir. Kaynak verimliliği ve döngüsel ekonomi anlayışları da doğal kaynak kullanımının azaltılması, ürünlerin ve maddelerin kullanım süresinin uzatılması, yeniden kullanımın desteklenmesi ve atıkların yeniden üretim süreçlerine kazandırılması ilkelerine dayanmaktadır (OECD, 2024). Dolayısıyla ekolojik verimlilik; enerji tasarrufu, geri dönüşüm, atık azaltma, kaynakların etkili kullanımı, yenilenebilir enerji, sürdürülebilir üretim ve sorumlu tüketim gibi birçok kavramla yakından ilişkilidir.

Ekolojik verimliliğin sağlanabilmesi yalnızca teknolojik gelişmelere veya çevre politikalarına bağlı değildir. Bireylerin çevresel bilgi, tutum, beceri ve davranışlarının geliştirilmesi de bu süreçte belirleyici bir öneme sahiptir. Çevresel sorunlara ilişkin bilgi sahibi olmak, çevreye duyarlı davranışların geliştirilmesi için gerekli olmakla birlikte tek başına yeterli olmayabilir. Öğrencilerin çevresel olayların nedenlerini analiz etmeleri, farklı çözüm yollarını karşılaştırmaları, tüketim alışkanlıklarını sorgulamaları ve öğrendiklerini günlük yaşamlarında uygulamaları gerekmektedir. Bu nedenle çevre ve sürdürülebilirlik eğitiminin bilgi aktarımının ötesine geçerek bilimsel sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme ve davranış geliştirme boyutlarını da içermesi önemlidir.

Fen eğitimi, öğrencilerin doğal dünyayı anlamaları, bilimsel bilgiye ulaşmaları, bilimsel süreçleri kullanmaları ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlere kanıta dayalı çözümler geliştirmeleri bakımından temel bir işleve sahiptir. Fizik, kimya, biyoloji, yer bilimleri, çevre bilimleri ve teknoloji gibi farklı disiplinlerden yararlanan fen eğitimi; öğrencilerin gözlem yapma, sınıflandırma, ölçme, tahmin etme, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, veri toplama, verileri analiz etme, çıkarım yapma ve model oluşturma becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu beceriler, öğrencilerin çevresel sorunları bilimsel bir bakış açısıyla ele almalarına ve güvenilir kanıtlara dayalı değerlendirmeler yapmalarına katkı sağlamaktadır.

Fen okuryazarı bireylerden bilimsel kavramları yalnızca bilmeleri değil, bu kavramları günlük yaşam olaylarını açıklamada ve karşılaştıkları sorunların çözümünde kullanmaları beklenmektedir. Bu kapsamda fen okuryazarlığı; bilimsel bilgi, bilimsel

süreç becerileri, eleştirel düşünme, bilim-teknoloji-toplum-çevre ilişkilerini anlama ve sorumlu karar verme gibi birbiriyle ilişkili boyutları içermektedir. Özellikle enerji tüketimi, iklim değişikliği, biyoçeşitlilik, geri dönüşüm, atık yönetimi ve doğal kaynakların kullanımı gibi konular, öğrencilerin bilimsel bilgi ile bireysel ve toplumsal sorumluluk arasındaki ilişkiyi anlamalarını gerektirmektedir. Bu nedenle fen eğitimi, ekolojik verimlilik bilincinin kazandırılmasında en uygun eğitim alanlarından biri olarak değerlendirilebilir.

Ortaokul dönemi, öğrencilerin bilimsel kavramlarla daha sistemli biçimde karşılaştıkları, neden-sonuç ilişkileri kurmaya başladıkları ve çevrelerindeki olaylara ilişkin daha kapsamlı sorgulamalar gerçekleştirebildikleri önemli bir eğitim aşamasıdır. Bu dönemde öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları enerji, çevre, kaynak kullanımı ve atık sorunlarını bilimsel bilgilerle ilişkilendirmeleri; sürdürülebilir yaşam alışkanlıklarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca ortaokul fen bilimleri derslerinde yapılan deneyler, araştırma-sorgulama çalışmaları, model tasarımları ve proje uygulamaları, ekolojik verimlilikle ilişkili kavramların yalnızca kuramsal olarak değil, uygulamalı biçimde öğrenilmesine imkân sunmaktadır.

Öğretim programları, öğrencilere kazandırılması amaçlanan bilgi, beceri, değer ve eğilimlerin sistemli biçimde düzenlendiği temel eğitim belgeleridir. Öğretim programlarında yer alan öğrenme çıktıları, öğrencilerin eğitim sürecinin sonunda hangi bilgi ve becerilere ulaşmalarının beklendiğini göstermektedir. Bu nedenle bir öğretim programının çevre, sürdürülebilirlik ve ekolojik verimlilik açısından incelenmesi, programın öğrencileri güncel çevresel sorunlara ne ölçüde hazırladığının belirlenmesi bakımından önem taşımaktadır.

Türkiye'de 2024 yılında uygulamaya konulan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı yeniden yapılandırılmıştır. Program; bilimsel düşünme, sorgulama, problem çözme, kanıt kullanma, model oluşturma ve bilimsel çıkarım yapma gibi alan becerilerinin geliştirilmesini hedeflemektedir. Programda bilimsel gözlem, sınıflandırma, bilimsel gözleme ve veriye dayalı tahmin, hipotez oluşturma, deney yapma, bilimsel model oluşturma,

tümevarımsal ve tümdengelimsel akıl yürütme, kanıt kullanma ve bilimsel sorgulama gibi fen bilimleri alan becerilerine yer verilmiştir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024).

2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın 5, 6, 7 ve 8. sınıf düzeylerinde sürdürülebilir yaşam, geri dönüşüm, atık yönetimi, biyoçeşitlilik, enerji dönüşümü, kaynakların tasarruflu kullanımı, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları, madde döngüleri ve iklim değişikliği gibi ekolojik verimlilikle ilişkili konular bulunmaktadır. Beşinci sınıfta evsel atıklar, geri dönüşüm, kaynakların etkili kullanımı, ısı yalıtımı ve elektrik devreleri; altıncı sınıfta biyoçeşitlilik, çevre sorunları, yakıtların çevresel etkileri, elektriksel iletim ve direnç; yedinci sınıfta enerji dönüşümleri, karışımların ayrıştırılması ve kaynakların tasarruflu kullanımı; sekizinci sınıfta ise iklim değişikliği, enerji üretimi, yenilenebilir enerji, fotosentez, solunum ve madde döngüleri gibi konulara yer verilmektedir (MEB, 2024). Bu konular öğrencilerin doğal kaynakların korunması, enerji ve madde akışının anlaşılması, çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve sürdürülebilir çözüm geliştirme becerileriyle ilişkilendirilebilir.

Programda ekolojik verimlilik kavramının doğrudan ve bağımsız bir başlık olarak kullanılmaması, bu kavramın programda yer almadığı anlamına gelmemektedir. Ekolojik verimlilik; geri dönüşüm, kaynakların etkili ve tasarruflu kullanımı, enerji verimliliği, atık yönetimi, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve sürdürülebilir yaşam gibi farklı konu ve öğrenme çıktıları aracılığıyla dolaylı biçimde temsil edilmektedir. Bununla birlikte bu ilişkinin hangi sınıf düzeyinde ve hangi bilişsel süreçlerle kurulduğunun belirlenebilmesi için programda yer alan öğrenme çıktılarının sistemli biçimde incelenmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Öğrenme çıktılarının bilişsel düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan temel sınıflandırma araçlarından biri Bloom Taksonomisi'dir. Bloom ve arkadaşları tarafından geliştirilen özgün taksonomi daha sonra Anderson ve Krathwohl (2001) tarafından yeniden düzenlenmiştir. Yenilenmiş Bloom Taksonomisi, bilişsel süreç boyutunu hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma olmak üzere altı basamakta ele almaktadır. Taksonomide bilişsel süreçlerin fiil biçiminde

ifade edilmesi, öğrenme çıktılarında öğrenciden beklenen zihinsel işlemlerin daha açık biçimde belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi, öğretim programlarında yer alan öğrenme çıktılarının yalnızca hangi konuları içerdiğini değil, öğrencilerden ne düzeyde düşünme ve işlem yapmalarının beklendiğini belirlemek açısından işlevsel bir çerçeve sunmaktadır. Örneğin bir çevre sorununu tanımlamak ile bu sorunun nedenlerini analiz etmek, çözüm yollarını değerlendirmek veya özgün bir sürdürülebilirlik projesi tasarlamak aynı bilişsel düzeyde değildir. Ekolojik verimlilik eğitiminin davranışa ve çözüm üretmeye dönüşebilmesi için öğrenme çıktılarının yalnızca hatırlama ve anlama basamaklarında kalmaması; analiz, değerlendirme ve yaratma gibi üst düzey bilişsel süreçleri de desteklemesi gerekmektedir.

Fen bilimleri öğrenme çıktılarının Yenilenmiş Bloom Taksonomisi açısından değerlendirilmesi, programdaki bilişsel dağılımın ortaya çıkarılmasına ve sınıf düzeyleri arasındaki ilerlemenin belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Öğrencilerin alt sınıflarda temel çevre kavramlarını anlamaları ve sınıflandırmaları; ilerleyen sınıflarda ise çevresel verileri analiz etmeleri, farklı enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajlarını değerlendirmeleri, model geliştirmeleri ve kanıta dayalı çözüm üretmeleri beklenebilir. Bu tür bir ilerleme, öğretim programının sarmal yapısı ve öğrencilerin bilişsel gelişimleriyle uyumlu bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

Alan yazında fen bilimleri öğretim programlarının Bloom Taksonomisi bakımından incelendiği çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilik bağlamında ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisi çerçevesinde birlikte incelendiği çalışmaların sınırlı olduğu düşünülmektedir. Bu durum, programda yer alan ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının belirlenmesini, sınıf düzeylerine göre karşılaştırılmasını ve bilişsel süreç basamakları açısından değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilikle ilişkisini belirlemek ve bu çıktıları Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin bilişsel süreç basamaklarına göre

sınıflandırmaktır. Bu temel amaç doğrultusunda ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının hangi sınıf düzeylerinde ve ünitelerde yoğunlaştığının, sınıf düzeylerine göre nasıl bir gelişim gösterdiğinin ve alt ve üst düzey bilişsel basamaklara nasıl dağıldığının ortaya konulması amaçlanmaktadır. Araştırmanın, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın çevre ve sürdürülebilirlik eğitimi açısından değerlendirilmesine katkı sunacağı; öğretmenlere, program geliştiricilere ve araştırmacılara ekolojik verimlilik konularının öğretiminde yol göstereceği düşünülmektedir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilikle ilişkilerini belirlemek ve ekolojik verimlilikle ilişkili olduğu tespit edilen öğrenme çıktılarını Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin bilişsel süreç boyutuna göre sınıflandırmaktır. Bu doğrultuda öğrenme çıktıları; hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma basamakları temel alınarak içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir (Anderson ve Krathwohl, 2001; MEB, 2024).

Araştırmada ekolojik verimlilik; su ve enerji verimliliği, kaynakların etkili ve tasarruflu kullanımı, atık yönetimi, geri dönüşüm, sürdürülebilir üretim ve tüketim, yenilenebilir enerji, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve sürdürülebilir yaşam gibi boyutlar çerçevesinde ele alınmıştır. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ekolojik verimlilikle doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilendirilebilen kaç öğrenme çıktısı bulunmaktadır?

Ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının sınıf düzeylerine ve ünitelere göre dağılımı nasıldır?

Ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktıları, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin bilişsel süreç basamaklarına göre nasıl bir dağılım göstermektedir?

Ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktıları daha çok alt düzey bilişsel süreç basamaklarında mı (hatırlama, anlama ve uygulama), yoksa üst düzey bilişsel süreç basamaklarında mı (analiz etme, değerlendirme ve yaratma) yoğunlaşmaktadır?

Ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının bilişsel düzeyleri, 5. sınıftan 8. sınıfa doğru nasıl bir değişim göstermektedir?

1.2 Çalışmanın Önemi

Bu çalışma, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilik ve bilişsel süreç düzeyleri bakımından birlikte incelenmesi açısından önem taşımaktadır. Araştırma, programda enerji verimliliği, atık yönetimi, geri dönüşüm, kaynakların etkili kullanımı, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve sürdürülebilir yaşamla ilişkili içeriklerin görünürlüğünü ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Öğrenme çıktılarının Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre sınıflandırılması, programın temel bilgi ve farkındalık oluşturmanın ötesinde analiz, değerlendirme, problem çözme ve özgün çözüm geliştirme gibi üst düzey bilişsel becerileri ne ölçüde desteklediğinin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Elde edilen sonuçların program geliştiricilere, öğretmenlere ve araştırmacılara ekolojik verimlilikle ilişkili içeriklerin güçlü ve geliştirilmesi gereken yönleri hakkında bilgi sunması beklenmektedir.

Araştırmanın uygulama açısından önemi, öğretmenlerin öğrenme çıktılarının bilişsel düzeylerine uygun etkinlik, materyal ve ölçme-değerlendirme araçları planlamalarına yardımcı olabilmesidir. Ayrıca çalışma, çevre eğitimi, sürdürülebilirlik, ekolojik verimlilik ve taksonomik program analizini bir araya getirerek alan yazına bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır.

1.3 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilik ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisi açısından incelenmesiyle sınırlıdır.

Araştırmanın veri kaynağı yalnızca 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile sınırlandırılmıştır. Önceki öğretim programları, farklı derslere ait öğretim programları, ders kitapları, öğretmen kılavuzları, öğrenci çalışma kitapları ve yardımcı öğretim materyalleri inceleme kapsamına alınmamıştır.

Araştırmada öğretim programının uygulamadaki yansımaları incelenmemiştir. Öğretmenlerin öğrenme çıktılarını sınıf ortamında nasıl ele aldıkları, hangi öğretim yöntem ve tekniklerini kullandıkları, öğrencilerin ekolojik verimlilik konularındaki başarı, tutum ve davranışları ile programın öğrenme süreçleri üzerindeki etkileri araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır. Bu nedenle araştırma bulguları, programın uygulamadaki etkililiğine ilişkin doğrudan bir değerlendirme sunmamaktadır.

İçerik analizi, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan öğrenme çıktılarından ekolojik verimlilikle doğrudan veya dolaylı biçimde ilişkilendirilebilenlerle sınırlandırılmıştır. Ekolojik verimlilikle ilişkilendirilemeyen diğer öğrenme çıktıları ayrıntılı incelemeye dâhil edilmemiştir. Öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilikle ilişkilendirilmesinde enerji ve su verimliliği, kaynakların etkili ve tasarruflu kullanımı, atık yönetimi, geri dönüşüm, sürdürülebilir üretim ve tüketim, yenilenebilir enerji, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve sürdürülebilir yaşam gibi temalar ölçüt olarak alınmıştır.

Ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin bilişsel süreç basamaklarına göre sınıflandırılması, doküman ve içerik analizine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sınıflandırmada öğrenme çıktılarında kullanılan fiiller, çıktının bağlamı ve öğrenciden beklenen bilişsel işlem dikkate alınmıştır. Bununla birlikte bazı öğrenme çıktılarının birden fazla bilişsel süreç basamağıyla ilişkilendirilebilmesi nedeniyle sınıflandırmalar araştırmacı ve alan uzmanlarının

yorumlarına bağlıdır. Dolayısıyla farklı araştırmacılar veya uzmanlar, aynı öğrenme çıktısını farklı bir bilişsel süreç basamağında değerlendirebilir.

Araştırma, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin yalnızca öğrenme çıktılarının bilişsel düzeyleri çerçevesinde ele alınmıştır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1 Fen Eğitimi, Çevre ve Sürdürülebilirlik

Fen eğitimi, öğrencilerin doğal olayları bilimsel bilgilerle açıklamalarını, bilimsel kanıtları değerlendirmelerini ve günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere çözüm geliştirmelerini amaçlamaktadır. Güncel çevre sorunlarının çok boyutlu yapısı, fen eğitiminde çevre ve sürdürülebilirlik konularının yalnızca bilgi düzeyinde değil; sorgulama, karar verme ve sorumlu davranış geliştirme boyutlarıyla ele alınmasını gerekli kılmaktadır (NRC, 2012; UNESCO, 2017).

Sürdürülebilirlik eğitimi, öğrencilerin çevresel, ekonomik ve toplumsal sistemler arasındaki ilişkileri anlamalarını ve geleceğe yönelik bilinçli kararlar verebilmelerini desteklemektedir. Enerji tüketimi, atık yönetimi, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve doğal kaynakların kullanımı gibi konular fen bilimleri derslerinde bilimsel süreç becerileriyle ilişkilendirilebilmektedir (MEB, 2024; UNESCO, 2020).

2.2 Ekolojik Verimlilik Kavramı

Ekolojik verimlilik, doğal kaynak ve enerji kullanımının azaltılmasıyla birlikte çevresel etkilerin düşürülmesi ve üretilen yararın sürdürülmesi yaklaşımıdır. Kavram; kaynak kullanımının azaltılması, ürün ve hizmetlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerin sınırlandırılması, geri dönüşümün artırılması ve yenilenebilir kaynakların kullanımının desteklenmesi gibi ilkeleri kapsamaktadır (WBCSD, 2000; OECD, 2024).

Bu araştırmada ekolojik verimlilik; enerji ve su verimliliği, doğal kaynakların etkili ve tasarruflu kullanımı, atık yönetimi, geri dönüşüm, sürdürülebilir üretim ve tüketim, yenilenebilir enerji, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve sürdürülebilir yaşam temaları çerçevesinde ele alınmıştır. Bu temalar, ortaokul öğrencilerinin günlük yaşamlarıyla doğrudan ilişki kurulmasına ve çevresel problemlerin bilimsel açıdan değerlendirilmesine uygun bir çerçeve sunmaktadır.

2.3 Fen Bilimleri Eğitiminde Ekolojik Verimlilik

Fen bilimleri eğitimi, ekolojik verimlilik bilincinin geliştirilmesinde temel bir role sahiptir. Öğrencilerin enerji ve madde akışını, ekosistem ilişkilerini, kaynakların sınırlılığını ve insan faaliyetlerinin çevresel sonuçlarını anlamaları; kaynak kullanımına yönelik bilinçli kararlar verebilmeleri için gereklidir. Deney, gözlem, veri toplama, proje geliştirme ve problem çözme etkinlikleri, ekolojik verimlilik bilgisinin uygulamayla ilişkilendirilmesini desteklemektedir (Ardoin ve Bowers, 2020; Hodson, 2003).

Çevresel bilginin davranışa dönüşmesi için öğrencilerin gerçek yaşam problemleri üzerinde çalışmaları önemlidir. Okulda enerji tüketiminin izlenmesi, atıkların ayrıştırılması, su kullanımının değerlendirilmesi ve yerel çevre sorunlarına çözüm geliştirilmesi gibi çalışmalar, bilimsel süreç becerileri ile çevresel sorumluluğu bir araya getirebilir. Bu nedenle ekolojik verimlilik, yalnızca bilgi kazandırmaya değil, analiz, değerlendirme ve yaratma becerilerini desteklemeye yönelik bir eğitim alanı olarak ele alınmalıdır.

2.4 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Yapısal Özellikleri ve Temel Yaklaşımı

Fen bilimleri eğitimi, öğrencilerin doğal olayları bilimsel bilgilerle açıklamalarını, kanıta dayalı değerlendirmeler yapmalarını ve günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere bilimsel çözümler geliştirmelerini amaçlayan temel eğitim alanlarından biridir. Çağdaş fen eğitimi anlayışında öğrencilerin yalnızca bilimsel kavramları öğrenmeleri yeterli görülmemekte; bu kavramları yeni durumlarda kullanmaları, bilimsel araştırma süreçlerine katılmaları, verileri değerlendirmeleri ve bilim ile toplum arasındaki ilişkileri anlamaları da beklenmektedir. Bu nedenle fen bilimleri öğretim programları bilgi aktarımının ötesinde bilimsel okuryazarlık, bilimsel sorgulama, problem çözme ve karar verme becerilerinin geliştirilmesini hedeflemektedir (National Research Council [NRC], 2012; OECD, 2025).

Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı da öğrencilerin bilimsel bilgi, beceri, eğilim ve değerlerini bütüncül biçimde

geliştirmeyi amaçlamaktadır. Programda öğrenciyi merkeze alan ve öğrenme sürecine etkin katılımını destekleyen bütüncül bir eğitim yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşım, öğrencilerin yalnızca bilişsel gelişimlerine değil; sosyal, duyuşsal ve fiziksel gelişimlerine de önem vermektedir. Öğrencilerin bilimsel bilgiyi günlük yaşamla ilişkilendirmeleri, çevrelerinde karşılaştıkları olayları sorgulamaları ve bilimsel kanıtlara dayalı sonuçlara ulaşmaları programın temel yönelimleri arasındadır (MEB, 2024).

2.4.1 Öğrenci Merkezli ve Bütüncül Öğrenme Anlayışı

2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif rol almalarını öngören öğrenci merkezli bir yapıya sahiptir. Bu anlayışta öğrenci, bilgiyi yalnızca öğretmenden alan bir kişi olarak değil; gözlem yapan, soru soran, veri toplayan, araştıran, tartışan ve sonuç çıkaran etkin bir öğrenen olarak kabul edilmektedir. Öğretmenin rolü ise bilgiyi doğrudan aktarmaktan çok öğrencilerin öğrenme sürecine rehberlik etmek ve uygun öğrenme ortamlarını oluşturmaktır.

Bu yaklaşım yapılandırmacı öğrenme anlayışıyla ilişkilidir. Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenme, bilginin öğrenciye hazır biçimde aktarılmasıyla değil, bireyin önceki bilgileri ve yeni deneyimleri arasındaki etkileşim sonucunda gerçekleşmektedir (Piaget, 1972; Vygotsky, 1978). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım; deney, gözlem, araştırma, tartışma, problem çözme ve model oluşturma gibi öğrenci katılımına dayalı etkinliklerle uygulanmaktadır. Böylece öğrencilerin bilimsel kavramlar arasında ilişki kurmaları ve bu kavramları günlük yaşamda kullanmaları desteklenmektedir.

Öğrenci merkezli fen eğitimi, aktif öğrenme yaklaşımıyla da yakından ilişkilidir. Aktif öğrenme sürecinde öğrenciler yalnızca öğretimi izleyen değil, düşünsel ve uygulamalı etkinliklere katılarak öğrenmelerinin sorumluluğunu üstlenen bireylerdir. Prince (2004)'e göre aktif öğrenme, öğrencilerin öğrenme sürecine katılımını artırmakta ve bilgilerin daha anlamlı biçimde yapılandırılmasına katkı sağlamaktadır. Fen bilimleri derslerinde deney tasarlama, veri çözümleme, model geliştirme ve proje hazırlama gibi etkinlikler, aktif öğrenmenin uygulanmasına imkân vermektedir.

Programın bütüncül yapısı, bilgi, beceri, eğilim ve değerlerin birbirinden bağımsız değil, birbiriyle ilişkili biçimde ele alınmasına dayanmaktadır. Bu nedenle öğrenme çıktılarının yalnızca öğrencinin ne bildiğini değil; bilgisini nasıl kullandığını, hangi bilimsel becerileri geliştirdiğini ve bu bilgiyi hangi değerler doğrultusunda uyguladığını da yansıtması beklenmektedir. Çevreye duyarlılık, sorumluluk, iş birliği ve bilimsellik gibi değerler bu bütüncül yapının önemli bileşenleridir (MEB, 2024).

2.4.2 Fen Okuryazarlığı ve Bilimsel Sorgulama

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın temel amaçlarından biri fen okuryazarı bireyler yetiştirmektir. Fen okuryazarlığı, bilimsel kavramları bilmenin yanı sıra bilimsel bilgiyi günlük yaşamda kullanabilme, bilimsel kanıtları değerlendirebilme ve bilimle ilişkili konularda bilinçli kararlar verebilme yeterliğini içermektedir. OECD'nin fen okuryazarlığı yaklaşımında öğrencilerin bilimsel olayları açıklamaları, bilimsel araştırmaları değerlendirmeleri ve bilimsel verilerden uygun sonuçlar çıkarmaları beklenmektedir (OECD, 2025).

Fen okuryazarlığı özellikle iklim değişikliği, enerji kullanımı, çevre kirliliği, biyoçeşitlilik kaybı ve doğal kaynakların azalması gibi toplumsal ve çevresel sorunların anlaşılmasında önem taşımaktadır. Bu sorunların bilimsel açıdan değerlendirilebilmesi, öğrencilerin güvenilir bilgiye ulaşabilmelerini, kanıtları karşılaştırabilmelerini ve farklı çözüm yollarının olası sonuçlarını tartışabilmelerini gerektirmektedir. Dolayısıyla fen okuryazarlığı yalnızca akademik başarıyla değil, öğrencilerin bireysel ve toplumsal karar verme süreçlerine katılmalarıyla da ilişkilidir.

Bilimsel sorgulama, fen okuryazarlığının temel bileşenlerinden biridir. Bilimsel sorgulama; soru sorma, problem belirleme, hipotez oluşturma, araştırma planlama, veri toplama, verileri analiz etme, kanıtları değerlendirme ve sonuç çıkarma süreçlerini kapsamaktadır (National Research Council, 2000). Bu süreçte öğrencilerin bilimsel bilgiyi hazır biçimde kabul etmek yerine, bilginin hangi kanıtlara dayandığını sorgulamaları beklenmektedir.

2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda bilimsel gözlem, sınıflandırma, bilimsel gözleme dayalı tahmin, bilimsel veriye dayalı tahmin, operasyonel

tanımlama, hipotez oluşturma, deney yapma, bilimsel çıkarım yapma, bilimsel model oluşturma, tümevarımsal akıl yürütme, tümdengelimsel akıl yürütme, kanıt kullanma ve bilimsel sorgulama olmak üzere on üç fen bilimleri alan becerisine yer verilmiştir (MEB, 2024). Bu beceriler, öğrencilerin bilimsel süreçlere katılmalarını ve çevresel problemleri kanıta dayalı biçimde değerlendirmelerini desteklemektedir.

2.4.3 Bilimin Doğası ve Kanıta Dayalı Düşünme

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın temel yaklaşımlarından biri de öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarını desteklemektir. Bilimin doğası, bilimsel bilginin nasıl üretildiğini, doğrulandığını ve değiştiğini açıklayan özellikleri kapsamaktadır. Bilimsel bilgi gözlem ve kanıtlara dayanmakla birlikte yeni kanıtlar ve açıklamalar doğrultusunda değişebilen bir yapıya sahiptir. Ayrıca bilimsel çalışmalar yaratıcılık, çıkarım ve yorumlama süreçlerini de içermektedir (Lederman, 2007).

Bilimin doğasının öğretimi, öğrencilerin bilimsel bilgiyi değişmez bir gerçekler bütünü olarak görmelerini önlemektedir. Bunun yerine öğrencilerin bilimsel açıklamaların kanıtlara dayandığını, farklı açıklamaların karşılaştırılabileceğini ve bilimsel sonuçların sorgulanabileceğini anlamaları amaçlanmaktadır. Bu anlayış, öğrencilerin çevre ve sürdürülebilirlikle ilgili bilgi ve iddiaları eleştirel biçimde değerlendirmeleri açısından önemlidir.

İklim değişikliği, enerji üretimi ve çevre kirliliği gibi konularda öğrenciler farklı ve zaman zaman birbiriyle çelişen bilgilerle karşılaşabilmektedir. Bu nedenle öğrencilerin bilgilerin kaynağını sorgulaması, kanıtların güvenilirliğini değerlendirmesi ve ulaşılan sonuçları bilimsel ölçütlere göre incelemesi gerekmektedir. Kanıta dayalı düşünme becerisinin geliştirilmesi, çevresel konularda bilinçli kararlar verebilen bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlamaktadır.

2.4.4 Sarmal, Bütünleşik ve Yaşamla İlişkili Program Yapısı

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın önemli yapısal özelliklerinden biri, konuların sınıf düzeyleri boyunca artan kapsam ve derinlikle ele alınmasıdır. Sarmal program anlayışında öğrenciler bir kavramla önce temel düzeyde karşılaşmakta,

sonraki sınıflarda aynı kavramı daha karmaşık ilişkiler ve farklı bağlamlar içinde yeniden incelemektedir. Bruner (1960)'e göre sarmal program, temel kavramların belirli aralıklarla yeniden ele alınmasına ve öğrencilerin önceki öğrenmeleri üzerine daha ileri düzey bilgiler yapılandırmasına imkân sağlamaktadır.

2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda çevre, enerji, canlılar, madde ve sürdürülebilir yaşamla ilişkili konular farklı sınıf düzeylerinde artan bir karmaşıklıkla işlenmektedir. Örneğin öğrenciler alt sınıflarda atıkların sınıflandırılması, geri dönüşüm ve kaynakların etkili kullanılması gibi temel konularla karşılaşırken, ilerleyen sınıflarda enerji dönüşümleri, biyoçeşitlilik, madde döngüleri, yenilenebilir enerji ve iklim değişikliği gibi daha kapsamlı konuları ele almaktadır. Böylece öğrencilerin çevresel olaylar arasındaki ilişkileri kademeli biçimde anlamaları amaçlanmaktadır.

Program aynı zamanda disiplinler arası ve bütünleşik bir yapıya sahiptir. Fen bilimleri; matematik, teknoloji, mühendislik, çevre bilimleri ve sosyal bilimlerle ilişki kurmaya uygun bir alandır. NRC (2012), çağdaş fen eğitiminin bilimsel ve mühendislik uygulamalarını, temel bilimsel kavramları ve disiplinler arası ortak düşünme biçimlerini bütünleştirmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu bütünleşme, öğrencilerin bir problemi yalnızca tek bir bilimsel alanın bakış açısıyla değil, farklı değişkenleri dikkate alarak değerlendirmelerine yardımcı olmaktadır.

Fen eğitiminin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi de programın dikkat çeken özelliklerinden biridir. Bağlam temelli öğretim, bilimsel kavramların öğrencilerin yaşamlarında karşılaştıkları olay ve problemler üzerinden ele alınmasını sağlamaktadır. Aikenhead (2006)'e göre fen bilimlerinin toplumsal ve günlük yaşam bağlamlarıyla ilişkilendirilmesi, öğrencilerin bilimsel bilgiyi daha anlamlı bulmalarına ve bu bilgiyi karar verme süreçlerinde kullanmalarına katkı sağlamaktadır. Enerji tasarrufu, su kullanımı, atıkların ayrıştırılması ve çevre kirliliği gibi konular bu açıdan fen bilimleri derslerinin yaşamla ilişkilendirilebileceği önemli örneklerdir.

2.5 Yenilenmiş Bloom Taksonomisi ve Bilişsel Süreçler

2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda öğrencilerden beklenen bilgi ve beceriler öğrenme çıktıları aracılığıyla ifade edilmektedir. Öğrenme çıktıları, öğrencilerin öğretim süreci sonunda ne bilmeleri ve ne yapabilmeleri gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle öğrenme çıktılarında kullanılan fiiller, öğrenciden beklenen bilişsel işlemin belirlenmesi bakımından önem taşımaktadır.

Anderson ve Krathwohl (2001) tarafından geliştirilen Yenilenmiş Bloom Taksonomisi, öğrenme hedeflerini hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma olmak üzere altı bilişsel süreç basamağına ayırmaktadır. Bu sınıflandırma, öğrenme çıktılarının bilişsel düzeyini belirlemek ve programda alt ve üst düzey düşünme becerilerinin dağılımını değerlendirmek için kullanılmaktadır.

Fen bilimleri öğretim programındaki "tanımlama", "açıklama" ve "örneklendirme" gibi işlemler çoğunlukla anlama düzeyindeki süreçlerle; "ölçme", "deney yapma" ve "verileri kaydetme" gibi işlemler uygulama düzeyiyle ilişkilidir. "Karşılaştırma", "neden-sonuç ilişkisi kurma" ve "verileri çözümleme" analiz; "kanıtları sorgulama", "avantaj ve dezavantajları tartışma" ve "yargıda bulunma" değerlendirme; "model geliştirme", "deney tasarlama" ve "özgün çözüm üretme" ise yaratma basamağıyla ilişkilendirilebilir.

Ekolojik verimlilik gibi çok boyutlu bir konunun öğretiminde yalnızca bilgi ve anlama düzeyindeki çıktılar yeterli değildir. Öğrencilerin çevresel problemlerin nedenlerini analiz etmeleri, farklı çözümleri değerlendirmeleri ve kaynakların etkili kullanımına yönelik özgün uygulamalar geliştirmeleri gerekmektedir. Bu nedenle programda analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarına yönelik öğrenme çıktılarının bulunması, ekolojik verimlilik eğitiminin niteliği açısından önem taşımaktadır.

2.6 Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımı

Çağdaş öğretim programlarında ölçme ve değerlendirme, yalnızca öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin başarılarını belirlemek için gerçekleştirilen bir işlem değildir. Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin gelişimlerini izleme, öğrenme eksikliklerini

belirleme ve öğretim sürecini geliştirme amacı taşıyan sürekli bir süreçtir. Black ve Wiliam (2009)'a göre biçimlendirici değerlendirme, öğrencilere etkili geri bildirim verilmesini ve öğretimin öğrencilerin ihtiyaçlarına göre düzenlenmesini desteklemektedir.

Fen bilimleri derslerinde öğrencilerin yalnızca kavramsal bilgilerini ölçmek yeterli değildir. Bilimsel süreç becerileri, deney yapma, veri yorumlama, kanıt kullanma, model oluşturma ve problem çözme gibi becerilerin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle yazılı sınavların yanında performans görevleri, projeler, gözlem formları, öğrenci ürün dosyaları, deney raporları ve öz değerlendirme araçları gibi farklı yöntemlerden yararlanılabilir.

Programın süreç odaklı değerlendirme anlayışı, öğrencilerin öğrenme sürecindeki ilerlemelerinin izlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu yaklaşım, özellikle ekolojik verimlilikle ilişkili proje ve uygulamaların değerlendirilmesinde önemlidir. Örneğin öğrencilerin enerji tasarrufu modeli geliştirmeleri, atık miktarını azaltmaya yönelik proje hazırlamaları veya çevresel bir probleme kanıta dayalı çözüm önermeleri, yalnızca doğru veya yanlış cevaplara dayalı ölçme araçlarıyla yeterli biçimde değerlendirilemez.

2.7 Programın Sürdürülebilirlik ve Ekolojik Verimlilikle İlişkisi

Fen eğitiminin temel işlevlerinden biri, öğrencilerin çevresel sorunları bilimsel bir bakış açısıyla anlamalarını ve sürdürülebilir yaşamla ilgili bilinçli kararlar vermelerini desteklemektir. Sürdürülebilir kalkınma eğitimi; öğrencilerin çevresel, ekonomik ve toplumsal sistemler arasındaki ilişkileri anlamalarını, eleştirel düşünmelerini ve sürdürülebilir çözümler geliştirmelerini amaçlamaktadır (UNESCO, 2017; UNESCO, 2020).

2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ekolojik verimlilik bağımsız bir öğrenme alanı olarak adlandırılmamaktadır. Bununla birlikte programda geri dönüşüm, atık yönetimi, kaynakların etkili ve tasarruflu kullanılması, enerji dönüşümü, enerji verimliliği, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları,

biyoçeşitlilik, madde döngüleri, iklim değişikliği ve sürdürülebilir yaşam gibi ekolojik verimlilikle ilişkili çok sayıda konu bulunmaktadır (MEB, 2024).

Ekolojik verimlilik, daha az doğal kaynak ve enerji kullanarak çevresel etkilerin azaltılmasını ve sürdürülebilir yarar üretilmesini temel almaktadır. Bu nedenle öğrencilerin yalnızca çevresel sorunların varlığını bilmeleri değil, kaynak kullanımı ile çevresel etkiler arasındaki ilişkileri analiz etmeleri de gerekmektedir. Fen bilimleri derslerinde enerji kayıpları, ısı yalıtımı, elektrik tüketimi, atıkların geri kazanılması, yenilenebilir enerji ve madde döngüleri gibi konuların işlenmesi, ekolojik verimlilik bilincinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Programın bilimsel sorgulama, kanıt kullanma, problem çözme ve model oluşturma becerilerine yaptığı vurgu, ekolojik verimlilik eğitimi bakımından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Öğrencilerin kaynak kullanımına ilişkin veri toplamaları, enerji tüketimini incelemeleri, çevresel problemlerin nedenlerini analiz etmeleri ve çözüm modelleri geliştirmeleri, sürdürülebilirlik bilgisinin uygulamaya aktarılmasını destekleyebilir. Ancak bu potansiyelin ortaya çıkması, öğrenme çıktılarının uygun öğretim etkinlikleriyle uygulanmasına ve çevresel konuların günlük yaşamla ilişkilendirilmesine bağlıdır.

Sonuç olarak 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı; öğrenci merkezli, beceri temelli, bilimsel sorgulamaya dayalı, sarmal ve bütüncül bir yapı göstermektedir. Programın fen okuryazarlığı, bilimsel süreç becerileri, kanıta dayalı düşünme ve sürdürülebilir yaşamla ilişkili öğrenme çıktıları, öğrencilerin ekolojik verimlilik bilinci geliştirmelerine katkı sağlayabilecek niteliktedir. Bununla birlikte bu katkının düzeyini belirlemek için öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilikle ilişkilerinin ve bilişsel süreç basamaklarının sistematik biçimde incelenmesi gerekmektedir. Bu araştırmada gerçekleştirilen içerik analizi, söz konusu gereksinime dayanmaktadır.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Yapmış olduğumuz bu çalışma, var olan dokümanların sistemli bir biçimde incelenmesini temel alan Nitel Araştırma Yöntemlerinden İçerik Analizi yaklaşımına uygun bir şekilde tasarlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). İçerik analizi, araştırılması istenen konu ile alakalı bilgi barındıran yazılı ya da görsel materyallerin (dergi, program, yasa) detaylı bir biçimde incelenmesini kapsayan yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu araştırmada Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki öğrenme çıktılarının Ekolojik Verimlilik içeriği ve bilişsel seviyeleri yönünden inceleme altına alınması hedeflendiğinden, doküman analiz yöntemi, bu amaca ulaşma hususunda en uygun araç olarak görülmüştür. Bu çerçevede, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki bütün öğrenme çıktıları, Ekolojik Verimlilik ile ilişkilendirilme ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre sınıflandırma süreçlerine tabi tutulmuştur.

3.2 Veri Kaynağı

Bu araştırmanın materyalini Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanmış olan 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı oluşturmaktadır (MEB, 2024). Söz konusu program, ortaokul (5, 6, 7 ile 8. sınıflar) seviyesinde bulunan ve Fen Bilimleri alanındaki çocuklara kazandırılması amaçlanan beceri, bilgi, tutum ile değerleri ifade eden öğrenme çıktıları içermektedir. Programın seçilmesindeki ana gerekçe, güncel ve yürürlükte bulunan program olması ve Fen eğitiminin gelecek zamandaki yönünü belirleyen resmi belge niteliği taşımasıdır. Araştırma, bu programın belirlemiş olduğu öğrenme çıktılarının metinleri ile sınırlı kalmıştır.

3.3 Veri İnceleme ve Kodlama Araçları

Bu araştırmada anket, ölçek, görüşme formu veya gözlem formu gibi katılımcılardan veri elde etmeye yönelik bir veri toplama aracı kullanılmamıştır. Araştırmanın temel veri kaynağını, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan 2024 Fen Bilimleri Dersi

Öğretim Programı oluşturmaktadır. Araştırma, doküman incelemesi temelinde yürütülmüş ve programda yer alan 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrenme çıktıları incelenmiştir.

Öğrenme çıktılarının sistematik biçimde çözümlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından Ekolojik Verimlilik İnceleme Formu ile Yenilenmiş Bloom Taksonomisi Kodlama Formu hazırlanmıştır.

Ekolojik Verimlilik İnceleme Formu, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilikle ilişkisini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Formun oluşturulmasında enerji verimliliği, su verimliliği, atık yönetimi, geri dönüşüm, doğal kaynakların etkili ve tasarruflu kullanımı, sürdürülebilir üretim ve tüketim, yenilenebilir enerji, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği ve sürdürülebilir yaşam temaları esas alınmıştır.

Her öğrenme çıktısı, belirlenen temalarla ilişkisi bakımından doğrudan ilişkili**,** dolaylı ilişkili veya ilişkili değil biçiminde değerlendirilmiştir. Ekolojik verimlilik kavramlarını veya uygulamalarını açık biçimde içeren öğrenme çıktıları doğrudan ilişkili; ekolojik verimliliğin anlaşılmasına temel oluşturan bilimsel bilgi ve becerileri içeren öğrenme çıktıları dolaylı ilişkili olarak kodlanmıştır. Ekolojik verimlilikle anlamlı bir bağlantı kurulamayan öğrenme çıktıları ise ilişkili değil kategorisinde değerlendirilmiştir.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi Kodlama Formu, ekolojik verimlilikle ilişkili olduğu belirlenen öğrenme çıktılarının bilişsel süreç düzeylerini sınıflandırmak amacıyla hazırlanmıştır. Sınıflandırmada Anderson ve Krathwohl (2001) tarafından geliştirilen Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin bilişsel süreç boyutunda yer alan hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma basamakları esas alınmıştır.

Öğrenme çıktılarının bilişsel düzeyi belirlenirken yalnızca çıktıda kullanılan eylem fiili değil, fiilin bağlamı ve öğrenciden gerçekleştirmesi beklenen zihinsel işlem de dikkate alınmıştır. Birden fazla bilişsel süreç içeren öğrenme çıktılarında, çıktının temel amacı ve baskın bilişsel süreci esas alınmıştır.

Hazırlanan inceleme ve kodlama formlarında öğrenme çıktısının sınıf düzeyi, ünite adı, kodu, tam ifadesi, ekolojik verimlilikle ilişki durumu, ilişkili olduğu ekolojik verimlilik teması, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi basamağı ve kodlama gerekçesi için ayrı alanlara yer verilmiştir. Bu formlar, verilerin sistematik, karşılaştırılabilir ve denetlenebilir biçimde analiz edilmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır.

3.4 Verilerin Analizi

Verilerin analiz süreci, toplanmış olan öğrenme çıktılarının sistematik bir biçimde ele alınması, kodlanması ve tematik bir şekilde sınıflandırılmasını içeren İçerik Analizi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Analiz süreci üç aşamadan oluşmaktadır:

Kazanımların Belirlenmesi ve Kodlanması

Adım 1: 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda bulunan bütün öğrenme çıktıları (5. sınıftan 8. sınıfa) dijital ortama aktarılmıştır.

Adım 2 (Ekolojik Verimlilik İlişkisi): Her bir öğrenme çıktısı, "Ekolojik Verimlilik" kavramları ile doğrudan ya da dolaylı bir bağ içerip içermediği yönünden inceleme altına alınmıştır. Bağ içeren öğrenme çıktıları belirlenmiş ve bu öğrenme çıktıları çalışmanın ana materyali olarak ayrılmıştır.

Tablo 3.1 Kazanım alanı ve içeriği

Kazanım Alanı	Kazanımın İçeriği
Ekosistem	Canlılar ve etrafı arasında bulunan bağı açıklar
Biyoçeşitlilik	Biyoçeşitliliğin ekosistem için önemini taşımaktadır
Doğal Kaynaklar	Doğal kaynakların bilinçli kullanılmasını açıklamaktadır
Sürdürülebilirlik	Çevreyi korumaya yönelik çözüm tavsiyeleri geliştirir
Çevre Sorunları	İnsan eylemlerinin çevre üstündeki etkilerini değerlendirmektedir

Adım 3 (Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne Kategorilendirme): Ekolojik Verimlilik ile alakalı olduğu belirlenmiş olan her bir öğrenme çıktısı, içerdiği eylem fiiline odaklanarak Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin altı bilişsel süreç basamağından

(hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme, yaratma) birisine atanmıştır (Anderson ve Krathwohl, 2001).

4. BULGULAR

5. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ekolojik verimlilikle doğrudan ve dolaylı biçimde ilişkilendirilebilecek öğrenme çıktılarının özellikle Canlıların Yapısına Yolculuk, Maddenin Yapısı, Yaşamımızdaki Elektrik ve Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm ünitelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu ünitelerde yer alan öğrenme çıktıları, öğrencilerin canlı yapıları, madde özellikleri, enerji kullanımı, elektrik devreleri, atık yönetimi, geri dönüşüm ve kaynakların etkili kullanımı gibi konularda temel bilgi ve beceri kazanmalarını amaçlamaktadır.

Tablo 4.1 Canlıların yapısına yolculuk ünitesi

Kazanım / Alt Kazanım	**Kullanılan Beceri Fiili**	**Bloom Taksonomisi Basamağı**	**Gerekçe**
FB.5.3.1.1.a Bitki ve hayvan hücrelerinin özelliklerini belirler	Belirleme	Anlama	Özellikleri tanıyıp açıklamayı gerektirir
FB.5.3.1.1.b Benzer özelliklerini listeler	Listeleme	Hatırlama	Bilgileri sıralama düzeyindedir
FB.5.3.1.1.c Farklı özelliklerini listeler	Listeleme	Hatırlama	Var olan bilgiyi geri çağırır
FB.5.3.1.2.a Kavramlar arasındaki hiyerarşik ilişkileri ortaya koyar	İlişki kurma	Analiz	Yapılar arasındaki bağlantıları çözümlemeyi gerektirir
FB.5.3.1.2.b Bilgileri uyumlu bir bütün olarak ortaya koyar	Bütünleştirme	Sentez / Oluşturma	Farklı bilgileri bir araya getirir
FB.5.3.2.1.a Yapıların niteliklerini tanımlar	Tanımlama	Anlama	Kavramların özelliklerini açıklamayı içerir
FB.5.3.2.1.b Yapıları niteliklerine göre ayrıştırır	Ayrıştırma	Analiz	Benzerlik-farklılık incelemesi yapar
FB.5.3.2.1.c Yapıları gruplandırır	Gruplandırma	Analiz	Ölçütlere göre sınıflandırma yapar
FB.5.3.2.1.ç Yapıları etiketler	Etiketleme	Hatırlama	Temel bilgiyi adlandırma düzeyindedir
FB.5.3.2.2.a Bilgiye ulaşmak için araçları belirler	Belirleme	Uygulama	Uygun yöntem seçimini içerir
FB.5.3.2.2.b Bilgiler bulur	Araştırma	Uygulama	Bilgiyi kullanarak veri toplar
FB.5.3.2.2.c Bulduğu bilgileri doğrular	Doğrulama	Değerlendirme	Bilginin doğruluğunu sorgular
FB.5.3.2.2.ç Bilgileri kaydeder	Kaydetme	Uygulama	Elde edilen verileri düzenler

Canlıların Yapısına Yolculuk ünitesinde yer alan öğrenme çıktıları daha çok bitki ve hayvan hücrelerinin özelliklerini tanıma, benzer ve farklı yönlerini listeleme, yapılar arasındaki ilişkileri kurma ve bilgileri bütünleştirme üzerine kuruludur. Bu öğrenme çıktıları ekolojik verimlilikle doğrudan ilişkili olmamakla birlikte, öğrencilerin canlıların yapısını ve işleyişini anlamalarına katkı sağladığı için ekolojik farkındalığın biyolojik temelini oluşturmaktadır. Bloom Taksonomisi açısından bu ünitedeki öğrenme çıktılarının hatırlama, anlama, analiz ve oluşturma basamaklarına yayıldığı görülmektedir. Özellikle yapıların ayrıştırılması, gruplandırılması ve hiyerarşik ilişkilerin ortaya konulması analiz düzeyinde düşünmeyi desteklemektedir.

Tablo 4.2 Maddenin yapısı ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.5.5.4.1.a Maddeleri ısı iletimi bakımından belirler.	Isı kayıplarını azaltacak malzemelerin tanınmasını sağlar.	Anlama	Maddelerin özelliklerini açıklama ve yorumlama gerektirir.
FB.5.5.4.1.b Maddeleri ısı iletkeni veya yalıtkanı olarak ayrıştırır.	Enerji verimliliği sağlayan yalıtım malzemelerini seçebilmeye temel oluşturur.	Analiz	Maddeleri özelliklerine göre ayırma ve karşılaştırma yapılır.
FB.5.5.4.1.c Maddeleri ısı iletkeni veya yalıtkanı olarak gruplandırır.	Çevre dostu yapı ve ürünlerde uygun malzeme kullanımını destekler.	Analiz	Benzer özelliklere göre sınıflandırma yapılır.
FB.5.5.4.1.ç Maddeleri ısı iletkeni veya yalıtkanı olarak etiketler.	Enerji tasarrufuna yönelik malzeme seçiminde farkındalık sağlar.	Uygulama	Öğrenilen bilgiyi kullanarak sınıflandırma yapılır.
FB.5.5.4.2.a Isı yalıtımı ile ilgili model önerir.	Enerji kaybını azaltan ve kaynak kullanımını verimli hâle getiren çözümler geliştirilir.	Yaratma (Sentez)	Yeni bir model tasarlanması beklenir.
FB.5.5.4.2.b Yeni kanıtlarla modeli yeniler.	Daha verimli ve sürdürülebilir yalıtım çözümlerinin geliştirilmesini sağlar.	Değerlendirme	Modelin güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilerek iyileştirilir.
FB.5.5.2.2.c Karıştırılan sıvılar arasında ısı alışverişi olduğunu değerlendirir.	Enerji transferi ve enerji verimliliği kavramlarının anlaşılmasına katkı sağlar.	Değerlendirme	Gözlem sonuçlarına dayalı yargıya ulaşılır.

Maddenin Yapısı ünitesinde ekolojik verimlilikle ilişki daha belirgin hâle gelmektedir. Maddelerin ısı iletkeni veya yalıtkanı olarak belirlenmesi, ayrıştırılması, gruplandırılması ve etiketlenmesi; enerji tasarrufu, ısı kayıplarının azaltılması ve uygun malzeme seçimi açısından önem taşımaktadır. Isı yalıtımı ile ilgili model önerme ve modeli yeni kanıtlarla yenileme öğrenme çıktıları ise öğrencilerin yalnızca bilgiyi öğrenmelerini değil, aynı zamanda enerji verimliliğine yönelik çözüm geliştirmelerini de desteklemektedir. Bu nedenle bu ünitede ekolojik verimlilik daha

çok enerji tasarrufu ve kaynakların verimli kullanımı bağlamında ele alınmaktadır. Bloom açısından öğrenme çıktılarının anlama, analiz, uygulama, değerlendirme ve yaratma basamaklarına dağıldığı görülmektedir.

Tablo 4.3 Yaşamımızdaki elektrik ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.5.6.2.1.a Elektrik devrelerindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenleri tanımlar.	Enerji tüketimini etkileyen faktörlerin anlaşılmasını sağlar.	Anlama	Kavramların özelliklerini açıklamayı gerektirir.
FB.5.6.2.1.b Pil ve ampul sayısını değiştirerek ampul parlaklığındaki değişimi neden-sonuç ilişkisi bağlamında belirler.	Daha fazla pil veya ampul kullanımının enerji tüketimine etkisini kavratır.	Analiz	Değişkenler arasındaki ilişki incelenir ve neden-sonuç bağı kurulur.
FB.5.6.2.1.c Ampul parlaklığındaki bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri belirler.	Enerji verimliliğini etkileyen değişkenlerin sistematik olarak incelenmesine temel oluşturur.	Analiz	Değişkenlerin ayrıştırılması ve sınıflandırılması yapılır.
FB.5.6.2.1.ç Bağımsız değişken olarak pil sayısı ve ampul sayısını kontrol eder.	Gereksiz enerji kullanımının önlenmesine yönelik deneysel farkındalık geliştirir.	Uygulama	Öğrenilen bilgilerin deney ortamında kullanılması beklenir.
FB.5.6.2.1.d Farklı elektrik devreleri üzerinden ampul parlaklığının pil sayısı ve ampul sayısına bağlı olarak değiştiğine yönelik önermelerde bulunur.	Enerjinin verimli kullanımına ilişkin çıkarımlar yapılmasını destekler.	Değerlendirme	Verilere dayalı yorum ve sonuç çıkarma gerektirir.
FB.5.6.1.2.a Çizdiği elektrik devresine uygun deney düzeneği tasarlar.	Enerji kullanımını inceleyen modeller geliştirmeye olanak sağlar.	Yaratma	Yeni bir deney düzeneği tasarlanır.
FB.5.6.1.2.b Deneyle ilgili topladığı verilerin analizini yapar.	Enerji kullanımına ilişkin verilerin değerlendirilmesini sağlar.	Analiz	Verilerin incelenmesi ve yorumlanması söz konusudur.

Yaşamımızdaki Elektrik ünitesinde ekolojik verimlilik, elektrik devreleri ve enerji kullanımı üzerinden dolaylı olarak ele alınmaktadır. Ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin belirlenmesi, pil ve ampul sayısının değiştirilerek sonuçların incelenmesi, bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenlerin ayırt edilmesi öğrencilerin enerji tüketimini etkileyen faktörleri anlamalarını sağlamaktadır. Bu öğrenme çıktıları, elektrik enerjisinin bilinçli kullanımı ve gereksiz enerji tüketiminin fark edilmesi açısından önemlidir. Bloom Taksonomisi bakımından bu ünitedeki öğrenme çıktılarının özellikle analiz, uygulama, değerlendirme ve yaratma basamaklarında yoğunlaştığı görülmektedir. Deney düzeneği tasarlama ve verileri

analiz etme öğrenme çıktıları, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve problem çözme yeterliklerini geliştirmektedir.

Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm ünitesi ise 5. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilikle en doğrudan ilişkili ünite olarak öne çıkmaktadır. Bu ünitede evsel atıkların tanımlanması, geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen atıkların ayrıştırılması, gruplandırılması ve etiketlenmesi; öğrencilerin atık yönetimi konusunda temel beceriler kazanmasını sağlamaktadır. Ayrıca kaynakların etkili kullanımı ve geri dönüşümün önemine ilişkin veri toplama, verileri kaydetme ve değerlendirme öğrenme çıktıları, öğrencilerin çevresel sorunlara bilimsel veriler ışığında yaklaşmalarını desteklemektedir. Yakın çevredeki atık yönetimi deneyimlerinin gözden geçirilmesi ve bu deneyimlere dayalı çıkarım yapılması, öğrencilerin günlük yaşam ile çevre sorunları arasında ilişki kurmalarına katkı sağlamaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, 5. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilik açısından temel farkındalık oluşturma düzeyinde yapılandırıldığı görülmektedir. Kazanımların bir kısmı ekolojik verimlilikle doğrudan ilişkiliyken, bir kısmı enerji kullanımı, madde özellikleri, canlı yapıları ve bilimsel süreç becerileri üzerinden dolaylı ilişki kurmaktadır. En güçlü ekolojik verimlilik vurgusu Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm ünitesinde yer almakta; bunu Maddenin Yapısı ve Yaşamımızdaki Elektrik üniteleri izlemektedir. Canlıların Yapısına Yolculuk ünitesi ise daha çok canlılık kavramının anlaşılmasına katkı sağlayarak ekolojik düşünmenin temelini oluşturmaktadır.

Bloom Taksonomisi açısından 5. sınıf öğrenme çıktılarının yalnızca alt düzey bilişsel basamaklarla sınırlı kalmadığı görülmektedir. Hatırlama ve anlama basamaklarının yanı sıra analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarına da yer verilmiştir. Özellikle sınıflandırma, ayrıştırma, değişken belirleme, veri değerlendirme, model önerme ve deney düzeneği tasarlama gibi fiiller öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini desteklemektedir. Bununla birlikte, 5. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilik daha çok temel çevre bilinci, kaynak tasarrufu, geri dönüşüm ve enerji kullanımı farkındalığı çerçevesinde ele alınmıştır.

Bu bulgular, 5. sınıf Fen Bilimleri programının öğrencilerde ekolojik verimlilik bilinci oluşturmaya yönelik önemli bir başlangıç sunduğunu göstermektedir. Ancak ekolojik verimlilik kavramının programda doğrudan ifade edilmediği, daha çok sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, enerji tasarrufu, atık yönetimi ve kaynakların etkili kullanımı gibi alt temalar aracılığıyla işlendiği söylenebilir. Bu nedenle öğretim sürecinde öğretmenlerin bu öğrenme çıktıları ile ekolojik verimlilik kavramı arasındaki bağlantıyı açık biçimde kurmaları önem taşımaktadır.

Özellikle "Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm" ünitesi ekolojik verimlilik açısından programın en güçlü bölümünü oluşturmaktadır. Bu ünitede öğrencilerin geri dönüştürülebilir maddeleri sınıflandırmaları, kaynakların etkili kullanımı konusunda veri değerlendirmeleri ve atık yönetimine ilişkin çıkarımlarda bulunmaları; çevresel okuryazarlık ve sürdürülebilir yaşam bilincinin gelişimine katkı sağlamaktadır. Benzer şekilde "Madde ve Isı" ünitesinde yer alan ısı yalıtımı ve enerji tasarrufu ile ilişkili öğrenme çıktıları, enerji verimliliği farkındalığının erken yaşta oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

Programda deney tasarlama, model oluşturma ve veri analizi gibi uygulamaya dayalı öğrenme süreçlerinin bulunması, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi açısından önemli bir avantajdır. Ancak Bloom Taksonomisinin üst düzey bilişsel basamaklarından biri olan "oluşturma" düzeyindeki öğrenme çıktılarının sınırlı olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin çevresel problemlere yönelik yenilikçi çözüm geliştirmeleri, sürdürülebilir ürün tasarlamaları veya ekolojik sistemlere yönelik proje üretmeleri yeterince vurgulanmamaktadır.

Bu bağlamda programın ekolojik verimlilik açısından temel çevre bilinci kazandırmada yeterli olduğu, ancak sürdürülebilirlik odaklı üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi için proje tabanlı öğrenme, STEM uygulamaları ve çevresel problem çözme etkinlikleri ile desteklenmesi gerektiği söylenebilir. Sonuç olarak 5. sınıf Fen Bilimleri öğretim programı, öğrencilerin ekolojik farkındalık geliştirmelerine katkı sağlayan bir yapı sunmakla birlikte, ekolojik verimlilik bağlamında yaratıcı ve üretken düşünme becerilerini artıracak uygulamalarla daha da güçlendirilebilir.

Tablo 4.4 Sürdürülebilir yaşam ve geri dönüşüm ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.5.7.1.1.a Evsel atıkların niteliklerini tanımlar.	Atıkların doğru yönetilmesi ve kaynak kaybının önlenmesi için temel bilgi sağlar.	Anlama	Kavramların özelliklerini açıklamayı gerektirir.
FB.5.7.1.1.b Evsel atıkları geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen olarak ayrıştırır.	Geri dönüşüm yoluyla kaynakların verimli kullanılmasına katkı sağlar.	Analiz	Atıkların özelliklerine göre ayrıştırılması yapılır.
FB.5.7.1.1.c Evsel atıkları geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen olarak gruplandırır.	Atık yönetiminin etkili uygulanmasına yardımcı olur.	Analiz	Benzer özelliklere göre sınıflandırma yapılır.
FB.5.7.1.1.ç Evsel atıkları geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen olarak etiketler.	Geri dönüşüm uygulamalarında doğru ayrıştırmayı destekler.	Uygulama	Bilginin somut bir durumda kullanılması beklenir.
FB.5.7.1.2.a Kaynakların etkili kullanımı ve geri dönüşüme ait nitelikleri tanımlar.	Ekolojik verimliliğin temel kavramlarını öğrenmeyi sağlar.	Anlama	Kavramların özelliklerini açıklamaya yöneliktir.
FB.5.7.1.2.b Kaynakların etkili kullanımı konusunda geri dönüşümün önemine ilişkin topladığı verileri kaydeder.	Kaynak tasarrufu ve sürdürülebilirlik hakkında veri toplama becerisi kazandırır.	Uygulama	Bilgilerin gözlem ve veri toplama yoluyla kullanılması söz konusudur.
FB.5.7.1.2.c Kaynakların etkili kullanımı konusunda geri dönüşümün önemine ilişkin verileri değerlendirir.	Geri dönüşümün çevresel ve ekonomik faydalarını yorumlamayı sağlar.	Değerlendirme	Verilerden yargıya ulaşılır ve sonuç çıkarılır.
FB.5.7.1.3.a Yakın çevresinde atık yönetimine ilişkin deneyimlerini gözden geçirir.	Çevresel uygulamaların fark edilmesini sağlar.	Analiz	Deneyimlerin incelenmesi ve sorgulanması yapılır.
FB.5.7.1.3.b Yakın çevresinde atık yönetimine ilişkin deneyimlerine dayalı çıkarım yapar.	Atık yönetiminin verimliliğine ilişkin sonuçlar üretir.	Değerlendirme	Gözlemlerden hareketle çıkarım yapılır.
FB.5.7.1.3.c Yakın çevresinde atık yönetimine ilişkin ulaşılan çıkarımları değerlendirir.	Atık yönetiminin geliştirilmesine yönelik kararlar alınmasını destekler.	Değerlendirme	Elde edilen sonuçların eleştirel biçimde değerlendirilmesi beklenir.

6. Sınıf Üniteleri: 6.sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının özellikle Canlılarda Sistemler, Elektriğin İletimi ve Direnç ile Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim ünitelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu ünitelerde yer alan öğrenme çıktıları; bitkisel büyüme ve gelişme, tohum çimlenmesi, elektrik enerjisinin iletimi, direnç, biyoçeşitlilik, çevre sorunları, yakıt kullanımı ve sürdürülebilir çözüm üretme gibi konular üzerinden ekolojik verimlilikle ilişkilendirilebilir.

Canlılarda Sistemler ünitesinde ekolojik verimlilik daha çok bitkisel üretkenlik, tohum çimlenmesi ve ekosistem verimliliği bağlamında ele alınmaktadır. Bitkilerde üreme, büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörlerin tanımlanması, bu faktörlere ilişkin verilerin kaydedilmesi ve değerlendirilmesi; öğrencilerin bitki gelişimini etkileyen çevresel koşulları anlamalarına katkı sağlamaktadır. Benzer şekilde tohumun çimlenmesine etki eden faktörlerin tanımlanması, neden-sonuç ilişkilerinin kurulması, değişkenlerin belirlenmesi ve kontrol edilmesi; tarımsal verimlilik ve biyolojik üretkenlik açısından önemli öğrenme çıktılarıdır. Bu ünitede öğrenciler yalnızca bilgiyi tanımakla kalmamakta, aynı zamanda gözlem, veri toplama, değişken kontrolü ve önerme geliştirme gibi bilimsel süreç becerilerini de kullanmaktadır.

Bloom Taksonomisi açısından Canlılarda Sistemler ünitesindeki öğrenme çıktılarının anlama, uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarına yayıldığı görülmektedir. “Tanımlar” fiili anlama basamağıyla, “verileri kaydeder” ve “değişkenleri kontrol eder” fiilleri uygulama basamağıyla, “neden-sonuç ilişkilerini belirler” ve “değişkenleri belirler” fiilleri analiz basamağıyla, “verileri değerlendirir” fiili değerlendirme basamağıyla, “önerme sunar” fiili ise yaratma basamağıyla ilişkilidir. Bu durum, 6. sınıf düzeyinde bitki gelişimi ve çimlenme konularının ekolojik verimlilik açısından bilimsel araştırma temelli biçimde ele alındığını göstermektedir.

Tablo 4.5 Canlılarda sistemler ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilikle İlişkisi	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.6.3.1.2.a Bitkilerde üreme, büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörleri tanımlar.	Bitkisel üretkenlik ve ekosistem verimliliği	Anlama	Faktörleri tanımlar.
FB.6.3.1.2.b Bitkilerde üreme, büyüme ve gelişmeye etki eden faktörlere ilişkin verileri kaydeder.	Bitki gelişiminin izlenmesi	Uygulama	Gözlem ve veri toplama yapılır.
FB.6.3.1.2.c Bitkilerde üreme, büyüme ve gelişmeye etki eden faktörlere ilişkin verileri değerlendirir.	Üretkenliği etkileyen koşulların incelenmesi	Değerlendirme	Veriler yorumlanır.
FB.6.3.1.3.a Tohumun çimlenmesine etki eden faktörleri tanımlar.	Tarımsal verimlilik ve biyolojik üretim	Anlama	Faktörler belirlenir.
FB.6.3.1.3.b Tohumun çimlenmesine etki eden faktörlerin neden-sonuç ilişkilerini belirler.	Bitki üretkenliği	Analiz	Neden-sonuç ilişkileri kurulur.

Tablo 4.5'in devamı

Kazanım	Ekolojik Verimlilikle İlişkisi	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.6.3.1.3.c Çimlenmeye etki eden değişkenleri belirler.	Ekolojik üretkenlik araştırmaları	Analiz	Değişkenler ayrıştırılır.
FB.6.3.1.3.ç Değişkenleri kontrol eder.	Bilimsel deney süreçleri	Uygulama	Deneysel kontrol yapılır.
FB.6.3.1.3.d Çimlenmeye etki eden faktörlere ait önerme sunar.	Verimliliği artırmaya yönelik düşünme	Yaratma	Yeni öneriler geliştirilir.

6. Ünite Elektriğin İletimi ve Direnç: Elektriğin İletimi ve Direnç ünitesinde ekolojik verimlilik, elektrik enerjisinin iletimi, uygun iletken ve yalıtkan malzeme seçimi, direnç ve enerji kayıpları bağlamında değerlendirilmektedir. Maddelerin elektrik iletme durumlarını test etmek için elektrik devresi kurulması, deney sonuçlarına göre analiz yapılması ve elektriksel direncin ampul parlaklığı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi; öğrencilerin elektrik enerjisinin verimli kullanımı konusunda temel farkındalık kazanmalarına katkı sağlamaktadır. Bu öğrenme çıktıları, enerji tüketimini etkileyen değişkenlerin anlaşılması ve enerji kayıplarının nedenlerinin yorumlanması açısından önemlidir.

Bu ünitede yer alan öğrenme çıktıları Bloom Taksonomisi bakımından uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarında yoğunlaşmaktadır. Öğrencilerin elektrik devresi kurmaları ve reosta kullanarak elektriksel direnci belirlemeleri uygulama basamağıyla; deney sonuçlarını analiz etmeleri ve ölçüm sonuçlarını yorumlamaları analiz basamağıyla; elektriksel direncin ampul parlaklığı üzerindeki etkisini değerlendirmeleri değerlendirme basamağıyla ilişkilidir. Ayrıca ampul parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri belirleyebilecek bir deney tasarlamaları yaratma basamağını desteklemektedir. Bu durum, 6. sınıf elektrik ünitesinin ekolojik verimlilik açısından enerji verimliliği ve deneysel düşünme becerilerini birlikte geliştirdiğini göstermektedir.

Tablo 4.6 Elektriğin iletimi ve direnç ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.6.6.1.1.a Maddelerin iletme durumlarını test etmek için elektrik devresi kurar.	Elektrik enerjisinin verimli iletilmesinde kullanılan malzemelerin anlaşılmasına temel oluşturur.	Uygulama	Bilgiyi kullanarak deney düzeneği kurma becerisi gerektirir.
FB.6.6.1.1.b Deney sonucuna göre maddelerin elektrik iletme durumları ile ilgili analiz yapar.	Enerji kayıplarını azaltacak uygun iletken ve yalıtkanların seçilmesine katkı sağlar.	Analiz	Deney sonuçlarını inceleme ve yorumlama yapılır.
FB.6.6.2.1.a Ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri belirleyebilecek bir deney tasarlar.	Elektrik enerjisinin kullanımını etkileyen faktörlerin araştırılmasını sağlar.	Yaratma	Yeni bir deney tasarlama süreci içerir.
FB.6.6.2.1.b Ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenlere yönelik ölçüm yaparak analiz eder.	Enerji tüketimini etkileyen değişkenlerin değerlendirilmesini sağlar.	Analiz	Ölçüm sonuçlarının yorumlanması beklenir.
FB.6.6.2.2.a Reosta kullanarak elektriksel direnci belirler.	Elektrik akışının kontrol edilmesi ve enerji kullanımının anlaşılmasına katkı sağlar.	Uygulama	Öğrenilen bilgilerin deney ortamında kullanılması söz konusudur.
FB.6.6.2.2.b Direncin değişkenliğini dikkate alarak topladığı verileri kaydeder.	Direncin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini incelemeye temel oluşturur.	Uygulama	Veri toplama ve kayıt altına alma işlemi yapılır.
FB.6.6.2.2.c Ampulün parlaklığı üzerinde elektriksel direncin etkili olduğunu değerlendirir.	Enerji verimliliği ve enerji kayıplarının nedenlerini anlamayı sağlar.	Değerlendirme	Verilerden hareketle sonuç çıkarılır ve yorum yapılır.

7. Ünite Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim: Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim ünitesi, 6. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilikle en doğrudan ilişkili ünite olarak öne çıkmaktadır. Bu ünitede biyoçeşitliliğin doğal yaşam için öneminin tanımlanması, biyoçeşitliliğin önemine ilişkin sorular sorulması, bilgi toplanması, toplanan bilgilerin doğruluğunun değerlendirilmesi ve çıkarım yapılması; öğrencilerin ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve doğal kaynakların korunması konusunda bilinç geliştirmesini sağlamaktadır. Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörlere yönelik önerme oluşturma, veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırma, tahminde bulunma ve tahminlerin geçerliğini sorgulama öğrenme çıktıları ise öğrencilerin bilimsel çevre okuryazarlığını desteklemektedir.

Aynı ünitede ısınma amaçlı yakıt kullanımının çevresel etkilerinin mantıksal olarak temellendirilmesi, yakıt kullanımına ilişkin çelişkilerin tespit edilmesi ve geçerli fikirlerin kabul edilmesi; fosil yakıtların çevresel sonuçlarının sorgulanmasına katkı

sağlamaktadır. Ayrıca çevre sorunlarının yapılandırılması, özetlenmesi, çözümüne yönelik veriye dayalı tahminlerde bulunulması, önermeler üzerinden akıl yürütülmesi ve çözüm önerilerinin değerlendirilmesi; öğrencilerin çevre problemlerini sistematik olarak ele alma ve sürdürülebilir çözüm üretme becerilerini geliştirmektedir.

Bloom Taksonomisi açısından Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim ünitesindeki öğrenme çıktılarının anlama, uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarına dengeli biçimde yayıldığı görülmektedir. Özellikle soru sorma, bilgi toplama, karşılaştırma, tahminde bulunma, akıl yürütme ve çözüm değerlendirme gibi beceri fiilleri, öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini desteklemektedir. Bu ünitede yalnızca çevre sorunlarının tanıtılması değil, aynı zamanda bu sorunlara ilişkin kanıta dayalı düşünme, tahmin etme ve çözüm üretme süreçleri de vurgulanmaktadır.

Tablo 4.7 Sürdürülebilir yaşam ve etkileşim

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.6.7.1.1.a Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini tanımlar.	Ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve doğal kaynakların korunmasını anlamayı sağlar.	Anlama	Kavram ve ilkelerin açıklanması beklenir.
FB.6.7.1.1.b Biyoçeşitliliğin önemine ilişkin sorular sorar (5N1K).	Çevresel farkındalık ve sorgulama becerisini geliştirir.	Analiz	Konuyu farklı boyutlarıyla incelemeye yöneliktir.
FB.6.7.1.1.c Biyoçeşitliliğin önemi konusunda bilgi toplar.	Ekolojik verimliliğe ilişkin kanıt toplama sürecini destekler.	Uygulama	Bilgi toplama ve kullanma süreci içerir.
FB.6.7.1.1.ç Toplanan bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.	Çevresel kararların bilimsel verilere dayanmasını sağlar.	Değerlendirme	Bilgilerin geçerliliği sorgulanır.
FB.6.7.1.1.d Toplanan bilgiler üzerinde çıkarım yapar.	Biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik sonuçlara ulaşılmasını sağlar.	Değerlendirme	Verilerden anlamlı sonuçlar çıkarılır.
FB.6.7.1.2.a Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörler konusunda önerme oluşturur.	Çevresel risklerin belirlenmesini sağlar.	Yaratma	Yeni önerme ve fikir geliştirme gerektirir.
FB.6.7.1.2.b Veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.	Bilimsel çevre okuryazarlığını destekler.	Analiz	Önermeler karşılaştırılır ve ayrıştırılır.
FB.6.7.1.2.c Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörler konusunda tahminde bulunur.	Gelecekteki çevresel etkilerin öngörülmesini sağlar.	Yaratma	Verilere dayalı yeni tahminler oluşturulur.
FB.6.7.1.2.ç Tahminlerin geçerliğini sorgular.	Çevreyle ilgili öngörülerin doğruluğunu değerlendirir.	Değerlendirme	Tahminlerin uygunluğu incelenir.

Tablo 4.7'nin devamı

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.6.7.2.1.a Isınma amaçlı yakıt kullanımının etkisine yönelik mantıksal temellendirme yapar.	Enerji kaynaklarının çevresel etkilerini anlamayı sağlar.	Analiz	Neden-sonuç ilişkileri kurulur.
FB.6.7.2.1.b Yakıt kullanımına ilişkin mantıksal çelişkileri tespit eder.	Fosil yakıtların çevresel sonuçlarını sorgulatır.	Analiz	Çelişkilerin belirlenmesi ve incelenmesi yapılır.
FB.6.7.2.1.c Geçerli fikirleri kabul eder.	Bilimsel çevre bilgilerini benimsemeyi sağlar.	Değerlendirme	Fikirlerin doğruluğuna karar verilir.
FB.6.7.2.2.a Çevre sorununu yapılandırır.	Çevre problemlerinin sistematik olarak ele alınmasını sağlar.	Analiz	Sorun bileşenlerine ayrılır.
FB.6.7.2.2.b Çevre sorununu özetler.	Çevresel problemlerin anlaşılmasını kolaylaştırır.	Anlama	Bilginin yeniden ifade edilmesi beklenir.
FB.6.7.2.2.c Çözümüne yönelik veriye dayalı tahmin eder.	Sürdürülebilir çözümler geliştirmeye temel oluşturur.	Yaratma	Yeni çözüm yolları ve öngörüler geliştirilir.
FB.6.7.2.2.ç Önermeler üzerinden akıl yürütür.	Çevre sorunlarının çözümüne ilişkin mantıksal düşünmeyi destekler.	Analiz	Kanıtlar ve önermeler arasında ilişki kurulur.
FB.6.7.2.2.d Çözümüne ilişkin değerlendirme yapar.	En etkili ve sürdürülebilir çözümün seçilmesini sağlar.	Değerlendirme	Çözüm önerileri ölçütlere göre değerlendirilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, 6. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilik açısından 5. sınıfa göre daha kapsamlı ve üst düzey bir yapı kazandığı söylenebilir. 5. sınıfta ekolojik verimlilik daha çok geri dönüşüm, atık yönetimi ve temel enerji tasarrufu farkındalığı üzerinden ele alınırken; 6. sınıfta bitkisel üretkenlik, çimlenme, biyoçeşitlilik, çevre sorunları, yakıt kullanımı, elektriksel direnç ve enerji kayıpları gibi daha geniş konularla ilişkilendirilmektedir. Bu durum, ekolojik verimlilik kavramının 6. sınıfta hem canlı sistemleri hem enerji sistemleri hem de çevresel sürdürülebilirlik bağlamında ele alındığını göstermektedir.

6.sınıf öğrenme çıktılarında dikkat çeken bir diğer bulgu, bilimsel süreç becerilerinin ekolojik verimlilikle güçlü biçimde ilişkilendirilmesidir. Öğrencilerden veri toplama, verileri kaydetme, analiz etme, değişkenleri belirleme, değişkenleri kontrol etme, tahminde bulunma, tahminlerin geçerliğini sorgulama ve çözüm önerilerini değerlendirme gibi becerileri kullanmaları beklenmektedir. Bu yönüyle 6. sınıf öğrenme çıktıları, öğrencilerin çevresel olayları yalnızca bilgi düzeyinde

öğrenmelerini değil, aynı zamanda bilimsel veriler ışığında sorgulamalarını ve değerlendirmelerini desteklemektedir.

Sonuç olarak 6. sınıf Fen Bilimleri öğrenme çıktıları, ekolojik verimlilik açısından önemli bir gelişim basamağı oluşturmaktadır. Bu sınıf düzeyinde öğrenciler bitkisel üretkenlik, enerji kullanımı, biyoçeşitlilik ve çevre sorunları gibi konuları bilimsel süreç becerileriyle ilişkilendirerek öğrenmektedir. Bu nedenle 6. sınıf programı, öğrencilerin sürdürülebilir yaşam bilinci, çevre okuryazarlığı, enerji verimliliği farkındalığı ve ekolojik düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlayan güçlü bir içerik sunmaktadır.

7. Sınıf Üniteleri: 7. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının özellikle Kuvvet ve Enerjiyi Keşfedelim, Maddenin Doğasına Yolculuk, Elektriklenme ve Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji ünitelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu sınıf düzeyinde ekolojik verimlilik; enerji dönüşümleri, enerji korunumu, madde ve karışımların ayrıştırılması, kaynak tasarrufu, elektrik olayları, besin zinciri, ekosistemlerde enerji akışı ve sürdürülebilir kaynak kullanımı gibi konular üzerinden ele alınmaktadır.

Kuvvet ve Enerjiyi Keşfedelim ünitesinde ekolojik verimlilik daha çok enerji kullanımı, enerji dönüşümleri ve enerji korunumu bağlamında değerlendirilmektedir. Fiziksel anlamda yapılan işin niteliklerinin tanımlanması, işin kuvvet ve yer değiştirmeye bağlı olduğunun yorumlanması, kinetik ve potansiyel enerjinin özelliklerinin belirlenmesi ve bu enerji türlerinin birbirine dönüşümüne yönelik örüntülerin bulunması, öğrencilerin enerji kavramını çok yönlü biçimde anlamalarına katkı sağlamaktadır. Enerjinin korunumuna yönelik genelleme yapılması ise öğrencilerin enerjinin yok olmadığı, farklı biçimlere dönüştüğü ve bu nedenle verimli kullanılmasının önemli olduğu yönünde farkındalık geliştirmelerini desteklemektedir. Bu ünitede ekolojik verimlilik, enerji kullanımının bilimsel temellerinin kavranması üzerinden dolaylı ancak önemli biçimde ele alınmaktadır.

Tablo 4.8 Kuvvet ve enerjiyi keşfedelim ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.7.2.1.1.a Fiziksel anlamda yapılan işin niteliklerini tanımlar.	Enerji kullanımının temel kavramlarını anlamayı sağlar.	Anlama	Kavramın özelliklerini açıklamaya yöneliktir.
FB.7.2.1.1.b Fiziksel anlamda yapılan işin farklı örneklerini gözlemleyerek verileri toplar ve kaydeder.	Enerji harcanan süreçlerin incelenmesine temel oluşturur.	Uygulama	Gözlem yapma ve veri toplama becerisi gerektirir.
FB.7.2.1.1.c Fiziksel anlamda yapılan işin kuvvet ve yer değiştirmeye bağlı olduğunu yorumlar ve değerlendirir.	Enerji kullanımını etkileyen faktörlerin anlaşılmasını sağlar.	Değerlendirme	Verileri yorumlama ve sonuca ulaşma söz konusudur.
FB.7.2.1.2.a Kinetik ve potansiyel enerjinin özelliklerini belirler.	Enerji türlerinin verimli kullanımını anlamaya temel oluşturur.	Anlama	Enerji türlerinin özellikleri açıklanır.
FB.7.2.1.2.b Kinetik ve potansiyel enerjinin benzer özelliklerini listeler.	Enerji dönüşümlerinin ortak yönlerini fark etmeyi sağlar.	Analiz	Benzerliklerin belirlenmesi ve karşılaştırılması yapılır.
FB.7.2.1.2.c Kinetik ve potansiyel enerjinin farklı özelliklerini listeler.	Enerji türlerinin kullanım alanlarını ayırt etmeye yardımcı olur.	Analiz	Farklılıkların belirlenmesi ve sınıflandırılması yapılır.
FB.7.2.2.1.a Kinetik ve potansiyel enerjinin birbirine dönüşümüne yönelik örüntü bulur.	Enerji dönüşümlerinin verimlilik açısından anlaşılmasını sağlar.	Analiz	Enerji dönüşümlerindeki ilişkiler incelenir.
FB.7.2.2.1.b Enerjinin korunumuna yönelik genelleme yapar.	Enerjinin yok olmayıp dönüştüğünü kavrayarak enerji verimliliği bilinci geliştirir.	Yaratma (Sentez)	Gözlemlerden hareketle genel bir ilke oluşturulur.

5. Ünite Maddenin Doğasına Yolculuk: Maddenin Doğasına Yolculuk ünitesinde ekolojik verimlilik, karışımların ayrıştırılması, geri dönüşüm, atık yönetimi, su arıtma ve kaynak kullanımının verimliliğiyle ilişkilendirilmektedir. Karışımların niteliklerine göre ayrıştırılması, homojen ve heterojen olarak gruplandırılması ve çevredeki maddelerin bu özelliklere göre etiketlenmesi, öğrencilerin maddeleri sınıflandırma ve geri öğrenme çıktısı süreçlerini anlama becerilerini geliştirmektedir. Çözünme hızını etkileyen faktörlerin tanımlanması, neden-sonuç ilişkilerinin belirlenmesi, değişkenlerin kontrol edilmesi ve önermeler sunulması ise öğrencilerin kaynak kullanımı, enerji ve zaman tasarrufu gibi ekolojik verimlilik boyutlarını deneysel süreçlerle ilişkilendirmelerine olanak sağlamaktadır. Farklı karışımları ayırmak için deney tasarlanması ve deney verilerinin analiz edilmesi, bu ünitenin üst düzey düşünme becerilerini de desteklediğini göstermektedir.

Tablo 4.9 Maddenin doğasına yolculuk ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.7.5.3.1.b Farklı görünümlerdeki karışımları niteliklerine göre ayrıştırır.	Geri dönüşüm ve atıkların ayrıştırılmasında kullanılan temel beceriyi kazandırır.	Analiz	Maddeleri özelliklerine göre ayırmayı gerektirir.
FB.7.5.3.1.c Karışımları homojen ve heterojen olarak gruplandırır.	Atık yönetimi ve geri kazanım süreçlerinin anlaşılmasına katkı sağlar.	Analiz	Sınıflandırma ve ilişki kurma yapılır.
FB.7.5.3.1.ç Çevresindeki maddeleri homojen ve heterojen karışım olarak etiketler.	Günlük yaşamda geri dönüşüm ve kaynak yönetimi uygulamalarını destekler.	Uygulama	Bilginin gerçek yaşam durumlarına aktarılması beklenir.
FB.7.5.3.2.a Çözünme hızını etkileyen faktörleri tanımlar.	Endüstriyel süreçlerde enerji ve kaynak verimliliğinin anlaşılmasına katkı sağlar.	Anlama	Kavramların özelliklerini açıklamaya yöneliktir.
FB.7.5.3.2.b Çözünme hızı ile onu etkileyen faktörler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini belirler.	Üretim süreçlerinde kaynak kullanımının optimize edilmesine temel oluşturur.	Analiz	Değişkenler arasındaki ilişkiler incelenir.
FB.7.5.3.2.c Çözünme hızını etkileyen değişkenleri belirler.	Verimli üretim ve kaynak kullanımı için etkili faktörlerin belirlenmesini sağlar.	Analiz	Değişkenlerin ayrıştırılması yapılır.
FB.7.5.3.2.ç Temas yüzeyi, karıştırma ve sıcaklık değişkenlerini kontrol eder.	Enerji ve zaman tasarrufu sağlayan süreçlerin anlaşılmasına katkı sağlar.	Uygulama	Değişkenlerin deneysel olarak kontrol edilmesi gerekir.
FB.7.5.3.2.d Çözünme hızını etkileyen faktörlere ait önermeler sunar.	Kaynak kullanımının verimliliğine yönelik çıkarımlar yapılmasını sağlar.	Yaratma	Yeni önermeler geliştirilir.
FB.7.5.4.1.a Farklı karışımları ayırmak için deney tasarlar.	Geri dönüşüm, su arıtma ve atık yönetimi süreçlerinin temelini oluşturur.	Yaratma	Yeni bir deney veya yöntem tasarlanır.
FB.7.5.4.1.b Deney ile ilgili ölçme ve veri analizi yapar.	Ayrıştırma yöntemlerinin verimliliğini değerlendirmeyi sağlar.	Analiz	Veriler incelenir ve yorumlanır.

6. Ünite: Elektriklenme: Elektriklenme ünitesinde ekolojik verimlilikle ilişki daha dolaylıdır. Bu ünitedeki öğrenme çıktıları, elektrik olayları ve enerji teknolojileri hakkında bilimsel bilgiye ulaşma, bilgileri doğrulama, kaydetme, deney tasarlama ve deney sonuçlarını analiz etme becerileri üzerinden değerlendirilebilir. Elektriklenme çeşitlerinin gözlemlenmesine yönelik deney tasarlanması ve elektriklenme deney sonuçlarının analiz edilmesi, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmektedir. Cisimlerin yük durumlarının belirlenmesi, ayrıştırılması, gruplandırılması ve etiketlenmesi ise elektriksel olayların temel kavramlarının anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle Elektriklenme ünitesi, ekolojik verimlilikle doğrudan bir sürdürülebilirlik teması sunmasa da enerji ve elektrikle ilgili bilimsel okuryazarlığın gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Tablo 4.10 Elektriklenme ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.7.6.1.1.a Elektriklenme ile ilgili bilgiye ulaşmak için kullanacağı araçları belirler.	Elektrik ve enerji teknolojilerine ilişkin bilimsel bilgiye erişimi destekler.	Uygulama	Bilgi edinme sürecinde uygun araçların seçilmesi gerekir.
FB.7.6.1.1.b Belirlediği araçları kullanarak elektriklenme hakkında bilgileri bulur.	Enerjiyle ilgili bilimsel kavramların öğrenilmesine katkı sağlar.	Uygulama	Bilgi toplama ve kullanma süreci içerir.
FB.7.6.1.1.c Elektriklenme ile ilgili bulduğu bilgileri doğrular.	Bilimsel çevre ve enerji okuryazarlığını geliştirir.	Değerlendirme	Bilgilerin güvenilirliği sorgulanır.
FB.7.6.1.1.ç Elektriklenme ile ilgili bulduğu bilgileri kaydeder.	Bilimsel verilerin düzenlenmesini sağlar.	Uygulama	Toplanan bilgilerin sistemli şekilde kaydedilmesi gerekir.
FB.7.6.1.2.a Elektriklenme çeşitlerini gözlemleyebilecekleri bir deney tasarlar.	Elektrik olaylarının anlaşılmasına yönelik bilimsel süreç becerilerini geliştirir.	Yaratma	Yeni bir deney düzeneği oluşturulur.
FB.7.6.1.2.b Elektriklenme çeşitleri ile ilgili deney sonuçlarını analiz eder.	Elektrik olaylarının nedenlerini ve sonuçlarını incelemeyi sağlar.	Analiz	Deney verileri yorumlanır.
FB.7.6.1.3.a Cisimlerin elektrik yüklerinin niteliklerini belirler.	Elektriksel olayların temelini oluşturan kavramların anlaşılmasını sağlar.	Anlama	Özelliklerin tanınması ve açıklanması gerekir.
FB.7.6.1.3.b Cisimlerin yük durumlarını ayrıştırır.	Elektriksel özelliklerin sınıflandırılmasına temel oluşturur.	Analiz	Özelliklere göre ayırma yapılır.
FB.7.6.1.3.c Cisimlerin yük durumlarını gruplandırır.	Elektriksel davranışların sistematik olarak incelenmesini sağlar.	Analiz	Sınıflandırma yapılır.
FB.7.6.1.3.ç Cisimlerin yük durumlarını negatif, pozitif ve nötr olarak etiketler.	Elektrik yüklerinin doğru tanımlanmasını sağlar.	Uygulama	Öğrenilen bilginin sınıflandırmada kullanılması gerekir.

7. Ünite Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji: Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji ünitesi, 7. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilikle en doğrudan ilişkili ünite olarak öne çıkmaktadır. Besin zincirindeki canlılar arasındaki nedensel ilişkilerin ortaya konulması ve besin zincirinin uyumlu bir bütün olarak açıklanması, öğrencilerin ekosistemlerde enerji ve madde akışını anlamalarına katkı sağlamaktadır. Bu öğrenme çıktıları, ekolojik dengenin sürdürülebilirliği ve canlılar arasındaki enerji ilişkilerinin kavranması bakımından önemlidir.

Tablo 4.11 Sürdürülebilir yaşam ve enerji

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.7.7.1.1.a Besin zincirindeki canlılar arasındaki nedensel ilişkileri ortaya koyar.	Ekosistemlerde enerji ve madde akışının anlaşılmasını sağlar.	Analiz	Canlılar arasındaki neden-sonuç ilişkileri incelenir.
FB.7.7.1.1.b Besin zincirini uyumlu bir bütün olarak açıklar.	Ekolojik dengenin ve enerji akışının sürdürülebilirliğini anlamaya katkı sağlar.	Anlama	Sistemin bütüncül olarak açıklanması beklenir.
FB.7.7.2.1.a Kaynakların tasarruflu kullanımı ile ilgili problemi tanımlar.	Kaynak verimliliği sorunlarının fark edilmesini sağlar.	Anlama	Problemin tanımlanması ve açıklanması gerekir.
FB.7.7.2.1.b Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik çözüm bulmak için model geliştirir.	Sürdürülebilir kaynak kullanımına yönelik yeni yaklaşımlar oluşturur.	Yaratma	Yeni model ve çözüm geliştirilir.
FB.7.7.2.1.c Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik planladığı araştırmayı gerçekleştirir.	Kaynak verimliliğini artırmaya yönelik veri toplama sürecini içerir.	Uygulama	Planlanan araştırma uygulanır.
FB.7.7.2.1.ç Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik analiz ettiği verileri yorumlar.	Kaynak kullanımının etkilerini değerlendirmeyi sağlar.	Analiz	Verilerin incelenmesi ve yorumlanması yapılır.
FB.7.7.2.1.d Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik kanıta dayalı çözüm üretir.	Ekolojik verimliliği artıracak uygulamalar geliştirilmesini sağlar.	Yaratma	Kanıta dayalı yeni çözüm önerileri oluşturulur.
FB.7.7.2.1.e Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik bilgileri değerlendirir ve paylaşır.	Sürdürülebilir yaşam konusunda bilinç oluşturulmasını sağlar.	Değerlendirme	Bilgilerin doğruluğu ve kullanışlılığı değerlendirilir.

Aynı ünitede kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik problemin tanımlanması, çözüm bulmak için model geliştirilmesi, planlanan araştırmanın gerçekleştirilmesi, analiz edilen verilerin yorumlanması, kanıta dayalı çözüm üretilmesi ve bilgilerin değerlendirilerek paylaşılması, ekolojik verimlilik açısından oldukça güçlü öğrenme çıktılarıdır. Bu öğrenme çıktıları, öğrencilerin yalnızca kaynak tasarrufu konusunda bilgi edinmelerini değil, aynı zamanda problem belirleme, araştırma yapma, veri analiz etme, model geliştirme ve kanıta dayalı çözüm üretme gibi üst düzey beceriler geliştirmelerini sağlamaktadır. Bu yönüyle 7. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilik, sürdürülebilir kaynak kullanımı ve çözüm üretme becerileriyle daha somut hâle gelmektedir.

Bloom Taksonomisi açısından 7. sınıf öğrenme çıktılarının anlama, uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarına yayıldığı görülmektedir. “Tanımlar”, “belirler” ve “açıklar” gibi fiiller anlama basamağıyla; “verileri toplar ve kaydeder”, “araçları kullanır”, “araştırmayı gerçekleştirir” ve “etiketler” gibi fiiller uygulama basamağıyla; “ayrıştırır”, “gruplandırır”, “neden-sonuç ilişkilerini belirler”, “örüntü bulur”, “analiz eder” ve “verileri yorumlar” gibi fiiller analiz basamağıyla ilişkilendirilebilir. “Bilgileri doğrular”, “değerlendirir” ve “paylaşır” fiilleri değerlendirme basamağını desteklerken; “genelleme yapar”, “önermeler sunar”, “deney tasarlar”, “model geliştirir” ve “kanıta dayalı çözüm üretir” gibi fiiller yaratma basamağıyla ilişkilendirilebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, 7. sınıf öğrenme çıktıları ekolojik verimlilik açısından 5. ve 6. sınıflara göre daha kapsamlı ve çözüm odaklı bir yapı göstermektedir. 5. sınıfta ekolojik verimlilik daha çok geri dönüşüm, atık yönetimi ve temel enerji tasarrufu farkındalığı üzerinden ele alınırken; 6. sınıfta biyoçeşitlilik, bitkisel üretkenlik, enerji kayıpları ve çevre sorunları ön plana çıkmaktadır. 7. sınıfta ise enerji dönüşümleri, enerji korunumu, kaynak tasarrufu, karışımların ayrıştırılması, geri öğrenme çıktısı süreçleri, besin zinciri ve sürdürülebilir kaynak kullanımı gibi daha bütüncül konulara yer verilmektedir.

Bu bulgular, 7. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilik öğrenme çıktılarının öğrencileri yalnızca çevresel kavramları tanımaya değil, aynı zamanda problem çözmeye, model geliştirmeye, deney tasarlamaya ve kanıta dayalı çözüm üretmeye yönlendirdiğini göstermektedir. Özellikle “Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji” ünitesinde yer alan öğrenme çıktıları, ekolojik verimlilik bilincinin davranışa ve uygulamaya dönüştürülmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bu nedenle 7. sınıf Fen Bilimleri öğrenme çıktıları, öğrencilerin sürdürülebilir yaşam bilinci, enerji okuryazarlığı, kaynak tasarrufu farkındalığı ve bilimsel problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağlayan önemli bir aşama olarak değerlendirilebilir.

8. Sınıf Üniteleri: 8. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının özellikle Mevsimler ve İklim, Yaşamın Gizemi, Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi, Elektriğin Yolculuğu ile

Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri ünitelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu sınıf düzeyinde ekolojik verimlilik; iklim ve hava olayları, canlıların çevreye uyumu, kimyasal süreçlerin çevresel etkileri, pH, asit-baz etkileri, elektrik enerjisinin dönüşümü, enerji üretim santralleri, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları, fotosentez, solunum, madde döngüleri ve küresel iklim değişikliği gibi geniş bir konu alanı üzerinden ele alınmaktadır.

Mevsimler ve İklim ünitesinde ekolojik verimlilik daha çok iklim sistemlerinin, mevsimsel değişimlerin ve hava olaylarının çevre ve kaynak kullanımı üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik öğrenme çıktılarıyla ilişkilidir. Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi ve eksen eğikliği ile ilgili niteliklerin tanımlanması, bu konularda veri toplanması ve verilerin değerlendirilmesi; öğrencilerin iklim ve çevre süreçlerine veri temelli yaklaşmalarına katkı sağlamaktadır. Ayrıca iklim ve hava olaylarına ilişkin benzerlik ve farklılıkların listelenmesi, öğrencilerin kısa süreli hava olayları ile uzun süreli iklim özellikleri arasındaki farkı kavramalarına yardımcı olmaktadır. Bu durum, iklim değişikliği ve çevresel süreçlerin anlaşılması açısından temel bir zemin oluşturmaktadır.

Tablo 4.12 Mevsimler ve iklim ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.8.1.1.1.a Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi ve eksen eğikliği ile ilgili nitelikleri tanımlar.	Mevsimsel değişimlerin enerji kullanımı, tarım ve doğal kaynaklar üzerindeki etkilerinin anlaşılmasına temel oluşturur.	Anlama	Kavram ve özelliklerin açıklanması beklenir.
FB.8.1.1.1.b Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi ve eksen eğikliği ile ilgili topladığı verileri kaydeder.	İklim ve çevre süreçlerine ilişkin veri temelli düşünmeyi destekler.	Uygulama	Veri toplama ve kayıt işlemleri gerçekleştirilir.
FB.8.1.1.1.c Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi ve eksen eğikliği ile ilgili topladığı verileri değerlendirir.	Mevsimsel değişimlerin çevresel etkilerinin yorumlanmasını sağlar.	Değerlendirme	Verilerden sonuç çıkarılır ve yorum yapılır.
FB.8.1.2.1.a İklim ve hava olaylarına ilişkin nitelikleri belirler.	İklim sistemlerinin çevre ve kaynak kullanımı üzerindeki etkilerini anlamaya yardımcı olur.	Anlama	Özelliklerin tanımlanması ve açıklanması gerekir.
FB.8.1.2.1.b Belirlenen özelliklere ilişkin benzerlikleri listeler.	Hava olayları ve iklim arasındaki ilişkileri kavramayı sağlar.	Analiz	Ortak özellikler belirlenir ve karşılaştırılır.
FB.8.1.2.1.c Belirlenen özelliklere ilişkin farklılıkları listeler.	İklim değişikliği ve kısa süreli hava olaylarının ayrımını yapmayı sağlar.	Analiz	Farklılıklar incelenir ve sınıflandırılır.

3. Ünite Yaşamın Gizemi: Yaşamın Gizemi ünitesinde ekolojik verimlilik, canlıların çevresel değişimlere uyumu, adaptasyon süreçleri, mutasyon ve biyoçeşitlilikle ilişkilendirilmektedir. Mutasyonla ilgili bilgiye ulaşma, bilgileri doğrulama ve kaydetme öğrenme çıktıları, öğrencilerin biyolojik süreçler hakkında bilimsel bilgi edinmelerini desteklemektedir. Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarına ilişkin gözlem ve deneyimlerin ilişkilendirilmesi, çıkarım yapılması ve yargıda bulunulması ise ekosistemlerde canlıların çevresel koşullara uyumunu anlamaya katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle ünite, ekolojik verimlilikle doğrudan kaynak kullanımı üzerinden değil, ekosistemlerin devamlılığı ve canlıların çevreye uyum süreçleri üzerinden ilişkilendirilebilir.

Tablo 4.13 Yaşamın gizemi ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Taksonomisi Basamağı	Gerekçe
FB.8.3.4.1.a Mutasyon ile ilgili bilgiye ulaşmak için kullanacağı araçları belirler.	Türlerin değişen çevre koşullarına uyum süreçlerinin bilimsel temelini anlamaya katkı sağlar.	Uygulama	Bilgi edinme araçlarının seçilmesi gerekir.
FB.8.3.4.1.b Mutasyon hakkındaki bilgileri bulur.	Biyoçeşitlilik ve canlıların çevresel değişimlere tepkilerinin öğrenilmesini destekler.	Uygulama	Bilgi toplama süreci yürütülür.
FB.8.3.4.1.c Mutasyon hakkında bulduğu bilgileri doğrular.	Çevresel ve biyolojik süreçlerle ilgili bilimsel okuryazarlığı geliştirir.	Değerlendirme	Bilgilerin güvenilirliği sorgulanır.
FB.8.3.4.1.ç Mutasyon hakkında ulaşılan bilgileri kaydeder.	Bilimsel verilerin sistemli biçimde kullanılmasını sağlar.	Uygulama	Toplanan bilgilerin düzenlenmesi beklenir.
FB.8.3.4.2.a Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarına ilişkin ön gözlem ve deneyimi ilişkilendirir.	Ekosistemlerde canlıların çevresel koşullara uyumunu anlamayı sağlar.	Analiz	Gözlemler ve deneyimler arasında ilişki kurulur.
FB.8.3.4.2.b Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarına ilişkin çıkarım yapar.	Sürdürülebilir ekosistemlerin temelini oluşturan adaptasyon süreçlerini yorumlar.	Değerlendirme	Kanıtlardan sonuç çıkarılır.
FB.8.3.4.2.c Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarına ilişkin yargıda bulunur.	Çevresel değişimlerin canlılar üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi sağlar.	Değerlendirme	Bilgilere dayalı karar ve yargı oluşturulur.

5. Ünite Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi: Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi ünitesinde ekolojik verimlilik, fiziksel ve kimyasal değişimler, kimyasal tepkimelerin günlük yaşamdaki etkileri, pH değerleri, asit-baz etkileri, çevre kirliliği, su-toprak kalitesi ve sürdürülebilir üretim süreçleriyle ilişkilidir. Gözlem verilerinden sonuç çıkarma, gözlenmemiş durumlara ilişkin tahminde bulunma ve tahminlerin geçerliliğini sorgulama öğrenme çıktıları, öğrencilerin çevresel süreçlere bilimsel ve

eleştirel bir bakışla yaklaşmalarını desteklemektedir. Kimyasal tepkimelerin günlük yaşamdaki etkileri hakkında bilgiye ulaşma ve bu bilgileri doğrulama öğrenme çıktıları, çevre kirliliği ve geri dönüşüm gibi konularda bilimsel okuryazarlığı geliştirmektedir. Ayrıca maddelerin pH değerlerine ilişkin örüntü bulma, genelleme yapma, asit ve bazların çeşitli maddeler üzerindeki etkilerini gösteren deney tasarlama ve deney verilerini analiz etme öğrenme çıktıları; asit yağmurları, su kirliliği ve çevre kalitesi gibi konuların bilimsel olarak değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Tablo 4.14 Periyodik tablo ve maddenin etkileşimi ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.8.5.2.1.c Tahminlerini temellendirmek için gözlem verilerinden sonuç çıkarır.	Çevrede gerçekleşen fiziksel ve kimyasal değişimlerin etkilerini yorumlamayı sağlar.	Analiz	Gözlem verilerinden ilişki ve sonuç çıkarılır.
FB.8.5.2.1.ç Günlük yaşam ile ilişkili gözlenmemiş durumlara ilişkin tahminlerde bulunur.	Çevresel değişimlerin olası sonuçlarını öngörmeye yardımcı olur.	Yaratma	Verilerden hareketle yeni tahminler geliştirilir.
FB.8.5.2.1.d Tahminlerin geçerliliğini oluşturulan ölçütlere göre sorgular.	Çevresel süreçlerle ilgili bilimsel değerlendirme yapmayı sağlar.	Değerlendirme	Tahminlerin doğruluğu sorgulanır.
FB.8.5.3.1.c Deneyle ilgili verileri değerlendirir.	Kimyasal süreçlerin çevre üzerindeki etkilerini yorumlamaya katkı sağlar.	Değerlendirme	Verilere dayalı sonuç çıkarılır.
FB.8.5.3.2.a Kimyasal tepkimelerin günlük yaşamdaki etkileri ile ilgili bilgiye ulaşmak için araçları belirler.	Çevre kirliliği, geri dönüşüm ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin araştırılmasını destekler.	Uygulama	Bilgiye ulaşma yolları seçilir.
FB.8.5.3.2.b Kimyasal tepkimelerin günlük yaşamdaki etkileri hakkında bilgilere ulaşır.	Kimyasal süreçlerin çevresel etkileri konusunda farkındalık geliştirir.	Uygulama	Bilgi toplama süreci yürütülür.
FB.8.5.3.2.c Ulaştığı bilgileri doğrular.	Çevresel konularda bilimsel okuryazarlığı geliştirir.	Değerlendirme	Bilgilerin güvenilirliği değerlendirilir.
FB.8.5.4.3.a Maddelerin pH değerleri ile ilgili örüntü bulur.	Toprak, su ve çevre kalitesinin değerlendirilmesine temel oluşturur.	Analiz	Veriler arasındaki ilişkiler belirlenir.
FB.8.5.4.3.b Maddelerin pH değerlerini kullanarak genelleme yapar.	Çevresel koşulların yorumlanmasını sağlar.	Yaratma	Verilerden genel sonuçlara ulaşılır.
FB.8.5.4.4.a Asit ve bazların çeşitli maddeler üzerindeki etkilerini gösteren deney tasarlar.	Asit yağmurları, su kirliliği ve çevresel etkilerin araştırılmasını sağlar.	Yaratma	Yeni deney tasarımı geliştirilir.
FB.8.5.4.4.b Deney ile ilgili ölçme ve veri analizi yapar.	Çevresel etkilerin bilimsel olarak değerlendirilmesine katkı sağlar.	Analiz	Ölçüm sonuçları incelenir ve yorumlanır.

6. Ünite Elektriğin Yolculuğu: Elektriğin Yolculuğu ünitesi, 8. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilikle güçlü biçimde ilişkilendirilen ünitelerden biridir. Bu ünitede özgün bir aydınlatma aracı modeli önerme ve modeli geliştirme öğrenme çıktıları, enerji tasarruflu sistemler tasarlama açısından önemlidir. Elektrik enerjisinin dönüşümüne ait niteliklerin belirlenmesi, dönüşüm örneklerinin ayrıştırılması, gruplandırılması ve etiketlenmesi; öğrencilerin enerji dönüşümleri ve enerji verimliliği kavramlarını anlamalarına katkı sağlamaktadır. Elektrik enerjisinin dönüşümüne yönelik model tasarlama ve tasarlanan modeli geliştirme öğrenme çıktıları ise öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini desteklemektedir.

Tablo 4.15 Elektriğin yolculuğu ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.8.6.1.5.a Özgün bir aydınlatma aracı modeli önerir.	Enerji tasarruflu aydınlatma sistemleri geliştirmeye temel oluşturur.	Yaratma	Yeni bir ürün/model tasarlanır.
FB.8.6.1.5.b Aydınlatma aracı modelini geliştirir.	Enerji verimliliğini artıran çözümlerin iyileştirilmesini sağlar.	Yaratma	Mevcut model geliştirilir.
FB.8.6.2.1.a Elektrik enerjisinin dönüşümüne ait nitelikleri belirler.	Enerji kayıpları ve enerji verimliliğinin anlaşılmasına katkı sağlar.	Anlama	Kavramların özellikleri belirlenir.
FB.8.6.2.1.b Elektrik enerjisinin dönüşüm örneklerini ayrıştırır.	Enerjinin kullanım alanlarının verimlilik açısından incelenmesini sağlar.	Analiz	Dönüşüm örnekleri sınıflandırılır.
FB.8.6.2.1.c Elektrik enerjisinin dönüşüm örneklerini gruplandırır.	Enerji kullanım biçimlerinin karşılaştırılmasını sağlar.	Analiz	Benzer özelliklere göre gruplama yapılır.
FB.8.6.2.1.ç Elektrik enerjisinin dönüşüm örneklerini etiketlendirir.	Enerji türlerinin doğru tanınmasını sağlar.	Uygulama	Bilginin kullanılması beklenir.
FB.8.6.2.2.a Elektrik enerjisinin dönüşümüne yönelik model tasarlar.	Enerji verimliliğini artıran sistemlerin geliştirilmesine katkı sağlar.	Yaratma	Yeni model tasarlanır.
FB.8.6.2.2.b Tasarladığı modeli geliştirir.	Daha verimli enerji dönüşüm sistemleri oluşturmayı destekler.	Yaratma	Model iyileştirilir.
FB.8.6.2.3.a Elektrik üretimi için gerekli nitelikleri belirler.	Enerji üretim süreçlerinin anlaşılmasını sağlar.	Anlama	Temel özellikler belirlenir.
FB.8.6.2.3.b Elektrik üretim santrallerini enerji kaynaklarına göre ayrıştırır.	Yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynakların fark edilmesini sağlar.	Analiz	Santraller özelliklerine göre ayrılır.
FB.8.6.2.3.c Elektrik üretim santrallerini enerji kaynaklarına göre gruplandırır.	Sürdürülebilir enerji sistemlerini sınıflandırmayı sağlar.	Analiz	Sınıflandırma yapılır.

Tablo 4.15'in devamı

Kazanım	Ekolojik Verimlilik İlişkisi	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.8.6.2.3.ç Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre santralleri etiketler.	Temiz enerji kaynaklarının tanınmasını sağlar.	Uygulama	Bilgi uygulanır.
FB.8.6.2.4.a Elektrik üretim santralleri hakkında görüşlerini mantıksal temellendirme yapar.	Enerji politikalarının çevresel etkilerini değerlendirmeyi sağlar.	Değerlendirme	Görüşler gerekçelendirilir.
FB.8.6.2.4.b Kendi görüşlerini başka görüşlerle kıyaslar.	Farklı enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğini karşılaştırır.	Analiz	Karşılaştırma yapılır.
FB.8.6.2.4.c Elektrik üretim santrallerini avantaj ve dezavantajları bakımından tartışır.	Enerji kaynaklarının çevresel ve ekonomik etkilerini değerlendirir.	Değerlendirme	Eleştirel tartışma yürütülür.
FB.8.6.2.5.a Elektrik enerjisinin kullanılması hakkında görüşlerini mantıksal çerçevede sunar.	Enerji tasarrufu konusunda bilinç geliştirir.	Değerlendirme	Kanıta dayalı görüş oluşturulur.
FB.8.6.2.5.b Kendi görüşlerini başka görüşlerle kıyaslayarak mantıksal çelişkileri tespit eder.	Enerji tüketim alışkanlıklarını sorgulamayı sağlar.	Analiz	Görüşler karşılaştırılır.
FB.8.6.2.5.c Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasının aile ve ülke ekonomisine katkılarını kabul eder.	Ekolojik verimliliğin temel amacı olan enerji tasarrufunu doğrudan içerir.	Değerlendirme	Enerji tasarrufunun sonuçları değerlendirilir.

Aynı ünitede elektrik üretimi için gerekli niteliklerin belirlenmesi, elektrik üretim santrallerinin enerji kaynaklarına göre ayrıştırılması ve gruplandırılması, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre etiketlenmesi, enerji kaynaklarının sürdürülebilirlik açısından karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Elektrik üretim santrallerinin avantaj ve dezavantajları bakımından tartışılması, elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasının aile ve ülke ekonomisine katkılarının değerlendirilmesi, ekolojik verimlilik açısından oldukça önemlidir. Bu öğrenme çıktıları, öğrencilerin enerji üretimi, enerji tüketimi, kaynak tasarrufu ve sürdürülebilir enerji sistemleri arasında ilişki kurmalarını desteklemektedir.

7. Ünite Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri: Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri ünitesi, 8. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilikle en doğrudan ilişkili ünite olarak öne çıkmaktadır. Fotosentez ile besin üretimi arasındaki nedensel ilişkilerin ortaya konulması, fotosentezin öneminin açıklanması, fotosentez hızını etkileyen faktörlerin tanımlanması, değişkenlerin belirlenmesi ve kontrol edilmesi; ekosistemlerde enerji akışı, birincil üretim ve bitkisel üretkenlik açısından önemli

öğrenme çıktılarıdır. Fotosentez hızını etkileyen faktörlere yönelik önerme sunulması, öğrencilerin sürdürülebilir üretim süreçleri hakkında bilimsel düşünmelerine katkı sağlamaktadır.

Solunumun canlılardaki öneminin ortaya konulması ve açıklanması, enerji dönüşümü ve canlılarda enerji kullanımı açısından ekolojik verimlilikle ilişkilidir. Madde döngülerinin niteliklerinin tanımlanması, şema üzerinde incelenmesi, yorumlanması ve değerlendirilmesi; doğal kaynakların sürekliliği, ekosistem işleyişi ve sürdürülebilir çevre anlayışı açısından önemlidir. Madde döngülerinin yaşam açısından öneminin ortaya konulması ve açıklanması ise öğrencilerin ekolojik dengeyi ve kaynakların döngüsel yapısını anlamalarına katkı sağlamaktadır.

Bu ünitede küresel iklim değişikliği ile ilgili öğrenme çıktıları da ekolojik verimlilik açısından dikkat çekmektedir. Küresel iklim değişikliğinin neden ve sonuçlarına yönelik mantıksal temellendirme yapılması, mantıksal tutarsızlıkların tespit edilmesi ve geçerli fikir oluşturulması; öğrencilerin iklim değişikliği konusunda eleştirel ve kanıta dayalı düşünmelerini desteklemektedir. İklim değişikliğinin neden olduğu problemin yapılandırılması, problemin özetlenmesi, çözüme yönelik gözlem ve veriye dayalı tahmin yürütülmesi, önermeler üzerinden akıl yürütülmesi ve çözüm önerilerinin değerlendirilmesi; sürdürülebilir çevre yönetimi ve çevresel karar verme becerileri açısından oldukça güçlü öğrenme çıktılarıdır.

Bloom Taksonomisi açısından değerlendirildiğinde, 8. sınıf öğrenme çıktılarının anlama, uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarına geniş biçimde dağıldığı görülmektedir. “Tanımlar”, “belirler” ve “açıklar” gibi fiiller anlama basamağıyla; “verileri kaydeder”, “bilgilere ulaşır”, “etiketler” ve “değişkenleri kontrol eder” gibi fiiller uygulama basamağıyla ilişkilidir. “Benzerlikleri ve farklılıkları listeler”, “ayrıştırır”, “gruplandırır”, “örüntü bulur”, “analiz eder”, “ilişki kurar” ve “akıl yürütür” gibi fiiller analiz basamağını desteklemektedir. “Verileri değerlendirir”, “bilgileri doğrular”, “tahminlerin geçerliliğini sorgular”, “tartışır” ve “çözüme yönelik değerlendirme yapar” gibi fiiller değerlendirme basamağına karşılık gelmektedir. “Model önerir”, “model geliştirir”, “model tasarlar”, “genelleme yapar”,

“deney tasarlar”, “tahminde bulunur” ve “önerme sunar” gibi fiiller ise yaratma basamağıyla ilişkilendirilebilir.

Tablo 4.16 Sürdürülebilir yaşam ve madde döngüleri ünitesi

Kazanım	Ekolojik Verimlilik Boyutu	Bloom Basamağı	Gerekçe
FB.8.7.1.1.a Fotosentez ile besin üretimi arasındaki nedensel ilişkileri ortaya koyar.	Ekosistemlerde enerji akışı	Analiz	Neden-sonuç ilişkileri kurulur.
FB.8.7.1.1.b Fotosentezin önemini uyumlu bir bütün olarak açıklar.	Birincil üretim ve sürdürülebilir yaşam	Anlama	Bilgiler bütüncül şekilde açıklanır.
FB.8.7.1.2.a Fotosentez hızını etkileyen faktörleri tanımlar.	Bitkisel üretkenlik ve ekolojik verimlilik	Anlama	Faktörler tanımlanır.
FB.8.7.1.2.b Faktörlerle fotosentez arasındaki neden-sonuç ilişkilerini belirler.	Ekosistem verimliliği	Analiz	İlişkiler incelenir.
FB.8.7.1.2.c Fotosentez hızını etkileyen değişkenleri belirler.	Ekolojik üretkenlik	Analiz	Değişkenler ayrıştırılır.
FB.8.7.1.2.ç Fotosentez hızını etkileyen değişkenleri kontrol eder.	Bilimsel çevre araştırmaları	Uygulama	Değişken kontrolü yapılır.
FB.8.7.1.2.d Fotosentez hızını etkileyen faktörlere ait önerme sunar.	Sürdürülebilir üretim süreçleri	Yaratma	Yeni öneriler geliştirilir.
FB.8.7.1.3.a Solunumun canlılardaki önemi ile ilişkisini ortaya koyar.	Enerji dönüşümü	Analiz	İlişkiler belirlenir.
FB.8.7.1.3.b Solunumun önemini açıklar.	Ekosistemlerde enerji kullanımı	Anlama	Bilgiler açıklanır.
FB.8.7.2.1.a Madde döngülerinin niteliklerini tanımlar.	Doğal kaynakların sürekliliği	Anlama	Kavramlar tanımlanır.
FB.8.7.2.1.b Madde döngülerini şema üzerinde inceler.	Ekosistem işleyişi	Analiz	Süreçler incelenir.
FB.8.7.2.1.c Madde döngülerini yorumlayarak değerlendirir.	Kaynakların sürdürülebilirliği	Değerlendirme	Döngülerin önemi yorumlanır.
FB.8.7.2.2.a Madde döngülerinin yaşam açısından önemini ortaya koyar.	Ekolojik denge	Analiz	Yaşamla ilişkiler kurulur.
FB.8.7.2.2.b Madde döngülerinin önemini açıklar.	Sürdürülebilir ekosistemler	Anlama	Bilgiler bütünleştirilir.
FB.8.7.2.3.a Küresel iklim değişikliğinin neden ve sonuçlarına yönelik mantıksal temellendirme yapar.	İklim değişikliği farkındalığı	Değerlendirme	Kanıta dayalı görüş oluşturulur.
FB.8.7.2.3.b Mantıksal tutarsızlıkları tespit eder.	Çevre okuryazarlığı	Analiz	Görüşler sorgulanır.
FB.8.7.2.3.c Geçerli fikir oluşturur.	Sürdürülebilir çevre yaklaşımı	Değerlendirme	Sonuç ve yargı geliştirilir.
FB.8.7.2.4.a İklim değişikliğinin neden olduğu problemi yapılandırır.	Çevre sorunlarının belirlenmesi	Analiz	Problem tanımlanır.
FB.8.7.2.4.b Problemi özetler.	Çevresel farkındalık	Anlama	Problem açıklanır.
FB.8.7.2.4.c Çözüme yönelik gözlem ve veriye dayalı tahmin yürütür.	Sürdürülebilir çözüm geliştirme	Değerlendirme	Verilerden sonuç çıkarılır.
FB.8.7.2.4.ç Çözüme yönelik önermeler üzerinden akıl yürütür.	Çevresel karar verme	Analiz	Çözüm seçenekleri incelenir.
FB.8.7.2.4.d Çözüme yönelik değerlendirme yapar.	Sürdürülebilir çevre yönetimi	Değerlendirme	Çözüm önerileri değerlendirilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, 8. sınıf öğrenme çıktıları ekolojik verimlilik açısından oldukça kapsamlı ve bütüncül bir yapı göstermektedir. Bu sınıf düzeyinde ekolojik verimlilik yalnızca çevre bilinci ya da enerji tasarrufu ile sınırlı kalmamakta; iklim, biyolojik uyum, kimyasal süreçler, enerji üretimi, elektrik enerjisinin dönüşümü, fotosentez, solunum, madde döngüleri ve küresel iklim değişikliği gibi çok sayıda konu alanıyla ilişkilendirilmektedir. Bu durum, 8. sınıf Fen Bilimleri öğrenme çıktılarının öğrencilerde ekolojik okuryazarlık, enerji okuryazarlığı, çevresel problem çözme, bilimsel sorgulama ve sürdürülebilir yaşam bilinci geliştirme açısından güçlü bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Günümüzde iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı, doğal kaynakların azalması, enerji tüketiminin artması ve atık oluşumu gibi çevresel sorunlar, fen eğitiminin yalnızca bilimsel bilgi aktarımıyla sınırlı kalamayacağını göstermektedir. Richardson ve diğerleri (2023) ile Rockström ve diğerleri (2023), dünyanın ekolojik sınırlarının önemli ölçüde zorlandığını vurgulamakta; bu durum, eğitim sistemlerinin öğrencileri sürdürülebilir yaşam becerileriyle donatması gerektiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Reid ve diğerleri (2021), çevre eğitiminin günümüz sosyo-ekolojik krizleri karşısında yeniden düşünülmesi gerektiğini belirtmektedir. Dillon, Stevenson ve Wals (2016) ise çevreyle ilgili karmaşık sorunların çözümünde bireylerin yalnızca bilgi sahibi olmalarının değil, aynı zamanda aktif katılım, sorgulama ve çözüm üretme becerileri geliştirmelerinin önemli olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktılarının yer alması, çağdaş fen eğitiminin gereklilikleriyle örtüşmektedir.

Araştırma bulguları sınıf düzeyleri açısından değerlendirildiğinde, programın kademeli ve sarmal bir yapı gösterdiği görülmektedir. Alt sınıflarda daha çok çevresel farkındalık, temel kavram öğretimi ve günlük yaşamla ilişkilendirme öne çıkarken; üst sınıflarda analiz, değerlendirme, model geliştirme, kanıta dayalı çözüm üretme ve yaratıcı düşünme becerileri daha belirgin hâle gelmektedir. Bu durum, programın öğrencilerin yaş ve bilişsel gelişim düzeylerine uygun biçimde yapılandırıldığını göstermesi bakımından olumlu bir bulgudur. Bununla birlikte, ekolojik verimlilik gibi uygulama, davranış değişikliği ve sürdürülebilir yaşam alışkanlıkları gerektiren bir alanın yalnızca bilişsel düzeyde ele alınmasının yeterli olmadığı; öğrenme çıktılarının gerçek yaşam problemleri, okul dışı öğrenme ortamları ve proje temelli uygulamalarla desteklenmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

5.1 5. Sınıf Kazanımlarının Ekolojik Verimlilik Açısından Tartışılması

5. sınıf öğrenme çıktıları ekolojik verimlilik açısından değerlendirildiğinde, atık yönetimi, geri dönüşüm, kaynakların etkili kullanımı, enerji tasarrufu ve temel çevre bilinci boyutlarının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu sınıf düzeyinde ekolojik

verimlilikle en doğrudan ilişkili ünite "Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm" ünitesidir. Evsel atıkların tanımlanması, geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddelerin ayrıştırılması, gruplandırılması ve etiketlenmesi gibi öğrenme çıktıları, öğrencilerin atık yönetimi ve geri dönüşüm konusunda temel farkındalık geliştirmelerini desteklemektedir. Ayrıca kaynakların etkili kullanımı ve geri dönüşümün önemine ilişkin verilerin kaydedilmesi ve değerlendirilmesi, öğrencilerin çevresel sorunlara veri temelli yaklaşmalarına katkı sağlamaktadır.

Bu bulgu, sıfır atık ve 3R yaklaşımıyla uyumludur. Samiha (2013) ile Song vd. (2015), azaltma, yeniden kullanım ve geri dönüşüm ilkelerinin sürdürülebilir çevresel davranışların geliştirilmesinde temel bir rol oynadığını belirtmektedir. Harman ve Yenikalaycı (2020)'ya göre de azaltma, yeniden kullanım ve geri dönüşüm stratejileri; doğal kaynakların korunması, enerji kullanımının azaltılması, atık miktarının düşürülmesi ve sürdürülebilir atık yönetiminin sağlanması açısından önemlidir. Bu açıdan 5. sınıf düzeyindeki geri dönüşüm öğrenme çıktıları, ekolojik verimlilik anlayışının temelini oluşturan kaynak tasarrufu ve atık azaltma ilkeleriyle doğrudan ilişkilidir.

5. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilik yalnızca geri dönüşüm ve atık yönetimiyle sınırlı değildir. "Maddenin Yapısı" ünitesinde yer alan ısı iletkeni ve ısı yalıtkanı maddeleri belirleme, ayrıştırma ve gruplandırma öğrenme çıktıları; ısı kayıplarının azaltılması, uygun yalıtım malzemelerinin seçilmesi ve enerji tasarrufu bilincinin gelişmesi açısından ekolojik verimlilikle ilişkilendirilebilir. Benzer biçimde "Yaşamımızdaki Elektrik" ünitesinde elektrik devrelerinde ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin belirlenmesi, pil ve ampul sayısına bağlı değişimlerin incelenmesi ve deneysel verilerin analiz edilmesi; öğrencilerin enerji tüketimini etkileyen faktörleri anlamalarına katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle 5. sınıf öğrenme çıktıları, ekolojik verimlilik bilincinin erken yaşlarda atık yönetimi, kaynak kullanımı ve enerji tasarrufu üzerinden temellendirildiğini göstermektedir.

"Canlıların Yapısına Yolculuk" ünitesi ise ekolojik verimlilikle doğrudan ilişkili olmamakla birlikte, öğrencilerin canlıların yapısal özelliklerini, benzerlik ve farklılıklarını, organizasyon düzeylerini ve yapılar arasındaki ilişkileri kavramalarını

sağlamaktadır. Bu öğrenme çıktıları, öğrencilerin ilerleyen sınıflarda ekosistem, biyoçeşitlilik, canlı-çevre ilişkileri ve sürdürülebilir yaşam konularını anlamalarına temel oluşturması bakımından önemlidir. Ardoin ve Bowers (2020), erken yaşlarda verilen çevre eğitiminin çocuklarda doğayı anlama, çevreye yönelik olumlu tutum geliştirme ve çevresel okuryazarlık becerilerini desteklediğini belirtmektedir. Bu nedenle 5. sınıf düzeyi, ekolojik verimlilik bilincinin temellendirildiği başlangıç aşaması olarak değerlendirilebilir. Gezegenin karşı karşıya olduğu sosyo-ekolojik krizler bağlamında çevre içinde, çevreyle birlikte ve çevre hakkında öğrenmeyi desteklemenin değerli bir yolu olarak ilerleten çok disiplinli araştırmaların yanı sıra müfredatlar, programlar ve kuruluşlar da giderek artmaktadır (Dillon vd., 2016; Reid vd., 2021)

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi açısından bakıldığında, 5. sınıf öğrenme çıktılarının çoğunlukla anlama, uygulama, analiz ve kısmen değerlendirme basamaklarında yoğunlaştığı görülmektedir. “Tanımlar”, “belirler”, “ayrıştırır”, “gruplandırır”, “etiketler”, “verileri kaydeder” ve “verileri değerlendirir” gibi fiiller, öğrencilerin temel kavramları anlamalarını, bilgiyi somut durumlarda kullanmalarını ve belirli ölçütlere göre sınıflandırma yapmalarını desteklemektedir. Ancak yaratma basamağına yönelik öğrenme çıktılarının sınırlı olduğu görülmektedir. Isı yalıtımıyla ilgili model önerme veya elektrik devresine uygun deney düzeneği tasarlama gibi bazı öğrenme çıktıları yaratma düzeyiyle ilişkilendirilebilse de öğrencilerin ekolojik verimlilik bağlamında özgün çözüm önerileri geliştirmelerine daha fazla olanak sağlanmalıdır. Hodson (2003), fen eğitiminin öğrencileri çevresel karar alma ve eylem süreçlerine katılabilecek bireyler olarak yetiştirmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin okulda atık azaltma projesi hazırlamaları, geri dönüşüm modeli tasarlamaları veya enerji tasarrufuna yönelik sınıf içi uygulamalar geliştirmeleri, ekolojik verimlilik öğrenme çıktılarının davranışa dönüşmesini destekleyebilir.

5.2 6. Sınıf Kazanımlarının Ekolojik Verimlilik Açısından Tartışılması

6.sınıf öğrenme çıktıları ekolojik verimlilik açısından değerlendirildiğinde, öğrenme çıktılarının özellikle “Canlılarda Sistemler”, “Elektriğin İletimi ve Direnç” ile “Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim” ünitelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu sınıf

düzeyinde ekolojik verimlilik; bitkisel üretkenlik, tohum çimlenmesi, biyoçeşitlilik, enerji aktarımı, elektriksel iletim, direnç, enerji kaybı, yakıt kullanımı, çevre sorunları ve sürdürülebilir yaşam konuları üzerinden ele alınmaktadır. Böylece 6. sınıf öğrenme çıktıları, ekolojik verimlilik kavramını hem canlı sistemleri hem enerji sistemleri hem de çevresel sürdürülebilirlik bağlamında desteklemektedir.

"Canlılarda Sistemler" ünitesinde bitkilerde üreme, büyüme ve gelişmeye etki eden faktörlerin tanımlanması, bu faktörlere ilişkin verilerin kaydedilmesi ve değerlendirilmesi; öğrencilerin biyolojik üretkenlik ve ekosistem devamlılığı konularını bilimsel süreçlerle ilişkilendirmesine katkı sağlamaktadır. Tohum çimlenmesine etki eden faktörlerin belirlenmesi, değişkenlerin kontrol edilmesi ve çimlenmeye yönelik önermeler sunulması, öğrencilerin tarımsal verimlilik ve kaynak kullanımı konularını anlamalarına yardımcı olmaktadır. Bu açıdan söz konusu öğrenme çıktıları, ekolojik verimlilik kavramının biyolojik üretkenlik ve verimli kaynak kullanımı boyutlarıyla ilişkilendirilebilir.

"Elektriğin İletimi ve Direnç" ünitesinde ekolojik verimlilik daha çok enerji verimliliği, elektriksel iletim, uygun iletken ve yalıtkan malzeme seçimi, direnç ve enerji kayıpları üzerinden değerlendirilmektedir. Öğrencilerin elektrik devresi kurmaları, deney sonuçlarını analiz etmeleri, ampul parlaklığına etki eden değişkenleri belirlemeleri ve elektriksel direncin etkisini değerlendirmeleri; enerji tüketimini etkileyen faktörleri anlamalarına katkı sağlamaktadır. Bu öğrenme çıktıları, öğrencilerin enerji kayıplarını ve enerji tasarrufunun önemini bilimsel temelde kavramalarına olanak tanımaktadır.

6. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilikle en doğrudan ilişkili alanlardan biri "Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim" ünitesidir. Bu ünitede biyoçeşitliliğin doğal yaşam için öneminin sorgulanması, biyoçeşitliliği tehdit eden faktörlere yönelik önermeler oluşturulması, veriye dayalı olan ve olmayan önermelerin karşılaştırılması, çevre sorunlarının yapılandırılması ve çözüm önerilerinin değerlendirilmesi gibi öğrenme çıktıları yer almaktadır. Bu öğrenme çıktıları, öğrencilerin çevresel sorunları bilimsel ve sistematik biçimde ele almalarına katkı sağlamaktadır. Roth ve Calabrese Barton (2004), bilimsel okuryazarlığın günlük yaşam ve yerel çevre sorunlarıyla

ilişkilendirildiğinde daha anlamlı hâle geldiğini belirtmektedir. Bu açıdan 6. sınıf öğrenme çıktılarının öğrencileri veri toplama, sorgulama, tahminde bulunma ve çözüm önerisi geliştirme süreçlerine yönlendirmesi önemlidir.

Padilla (1990)'ya göre bilimsel süreç becerileri, öğrencilerin bilimsel bilgiyi yapılandırmalarında, araştırma süreçlerine aktif katılmalarında ve bilimsel düşünme alışkanlığı geliştirmelerinde önemli bir işleve sahiptir. Bu bağlamda 6. sınıf öğrenme çıktılarının da gözlem yapma, veri toplama, verileri kaydetme, değişkenleri belirleme, değişkenleri kontrol etme, neden-sonuç ilişkileri kurma, deney tasarlama, tahminlerde bulunma ve elde edilen verileri değerlendirme gibi becerilerin yer alması, ekolojik verimlilik açısından değerli bir yapı sunmaktadır. Öğrenciler bu düzeyde yalnızca çevresel kavramları öğrenmemekte, aynı zamanda çevresel olayları bilimsel veriler ışığında sorgulama ve değerlendirme fırsatı bulmaktadır. Örneğin, yerel akarsuların gönüllü su kalitesi izlemesi yoluyla, ekolojik ortamlarını kapsayan ve bunların ötesine uzanan bilimsel okuryazarlığı teşvik edebilir (Roth ve Calabrese Barton, 2004).

Ekolojik okuryazarlık açısından bakıldığında, 6. sınıf öğrenme çıktılarının da biyoçeşitlilik ve çevre sorunlarının belirgin biçimde yer alması dikkat çekicidir. Ekolojik okuryazarlık, bireyin doğa ile ilişkisini farkındalık içinde sürdürebilmesi ve doğal sistemler hakkında bilgi sahibi olmasıyla ilişkilidir (Aydın vd., 2016). Irianto ve diğerleri (2020) ile Khanal ve diğerleri (2020), ekolojik okuryazarlık eğitiminin erken yaşlardan itibaren verilmesi gerektiğini belirtmektedir. UNESCO (2017) ise sürdürülebilir kalkınma eğitiminin öğrencilerin sürdürülebilirlik sorunlarını anlamalarını, eleştirel düşünmelerini ve çözüm geliştirme becerilerini desteklemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda 6. sınıf öğrenme çıktıları, sürdürülebilir kalkınma eğitiminin amaçlarıyla uyumlu bir yapı göstermektedir.

Bloom Taksonomisi açısından değerlendirildiğinde, 6. sınıf öğrenme çıktılarının 5. sınıfa göre daha üst düzey bilişsel süreçleri içerdiği görülmektedir. "Tanımlar" fiili anlama; "verileri kaydeder", "devre kurar", "değişkenleri kontrol eder" ve "ölçüm yapar" fiilleri uygulama; "neden-sonuç ilişkilerini belirler", "analiz yapar", "karşılaştırır" ve "çelişkileri tespit eder" fiilleri analiz; "verileri değerlendirir" ve "tahminlerin geçerliğini sorgular" fiilleri değerlendirme basamağıyla

ilişkilendirilebilir. Bunun yanında "önerme sunar", "deney tasarlar" ve "tahminde bulunur" gibi fiiller yaratma basamağına geçişi desteklemektedir. Ancak çevresel sorunlara yönelik somut ürün, proje, model veya uygulama geliştirme boyutunun daha fazla güçlendirilmesi gerekmektedir. Lindgren vd. (2021), çevre ve fen eğitiminin bilimsel ve mühendislik uygulamalarıyla birlikte ele alınmasının öğrencilerin çevresel karar verme becerilerini geliştirebileceğini belirtmektedir. Bu nedenle 6. sınıf öğrenme çıktılarının okul içi ve okul dışı çevre projeleriyle desteklenmesi, ekolojik verimlilik bilincinin davranışa dönüşmesini kolaylaştırabilir.

5.3 7. Sınıf Kazanımlarının Ekolojik Verimlilik Açısından Tartışılması

7. sınıf öğrenme çıktıları ekolojik verimlilik açısından değerlendirildiğinde, enerji dönüşümleri, enerji korunumu, kaynakların tasarruflu kullanımı, karışımların ayrıştırılması, atık yönetimi, besin zinciri, ekosistemlerde enerji akışı ve sürdürülebilir yaşam konularının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu düzeyde "Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji" ünitesi, ekolojik verimlilikle doğrudan ilişkili en güçlü alan olarak değerlendirilebilir. Bunun yanında "Kuvvet ve Enerjiyi Keşfedelim", "Maddenin Doğasına Yolculuk" ve "Elektriklenme" üniteleri de ekolojik verimlilikle dolaylı ya da kısmen doğrudan ilişkilendirilebilecek öğrenme çıktıları içermektedir.

"Kuvvet ve Enerjiyi Keşfedelim" ünitesinde fiziksel anlamda iş, kinetik enerji, potansiyel enerji, enerji dönüşümü ve enerjinin korunumu gibi kavramlar ön plana çıkmaktadır. Bu öğrenme çıktıları, öğrencilerin enerji kullanımının bilimsel temellerini anlamalarına katkı sağlamaktadır. Enerjinin korunumu ilkesine ilişkin genelleme yapılması, öğrencilerin enerjinin yok olmadığı, farklı biçimlere dönüştüğü ve bu nedenle bilinçli kullanılmasının önemli olduğu yönünde farkındalık geliştirmelerini desteklemektedir. Bu bağlamda söz konusu ünite, ekolojik verimlilikle enerji okuryazarlığı ve enerji kullanımının temel ilkeleri üzerinden ilişkilendirilebilir.

"Maddenin Doğasına Yolculuk" ünitesi, karışımların ayrıştırılması, homojen ve heterojen karışımların gruplandırılması, çözünme hızını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve farklı karışımları ayırmaya yönelik deney tasarlanması bakımından ekolojik verimlilikle ilişkilidir. Bu öğrenme çıktıları, geri dönüşüm, atık ayrıştırma, su

arıtma, kaynakların yeniden kullanımı ve üretim süreçlerinde enerji-zaman tasarrufu gibi konulara temel oluşturmaktadır. Öğrencilerin karışımları özelliklerine göre ayırmaları ve ayrıştırma deneyleri tasarlamaları, atık yönetimi ve geri öğrenme çıktısı süreçlerini bilimsel bakış açısıyla anlamalarına katkı sağlayabilir.

"Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji" ünitesi ise 7. sınıf öğrenme çıktıları içinde ekolojik verimlilikle en güçlü ilişki kurulan alandır. Besin zincirindeki canlılar arasındaki nedensel ilişkilerin ortaya konulması ve besin zincirinin uyumlu bir bütün olarak açıklanması, ekosistemlerde madde ve enerji akışının anlaşılmasını desteklemektedir. Bunun yanında kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik problemin tanımlanması, çözüm için model geliştirilmesi, araştırmanın gerçekleştirilmesi, analiz edilen verilerin yorumlanması, kanıta dayalı çözüm üretilmesi ve bilgilerin paylaşılması; ekolojik verimlilik açısından oldukça güçlü öğrenme çıktılarıdır. Bu öğrenme çıktıları öğrencilerin yalnızca kaynak tasarrufunun önemini öğrenmelerini değil, aynı zamanda kaynak kullanımına ilişkin sorunları belirlemelerini, veri toplamalarını, model geliştirmelerini ve kanıta dayalı çözüm üretmelerini desteklemektedir.

Bloom Taksonomisi açısından değerlendirildiğinde, 7. sınıf öğrenme çıktılarınında uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarının belirgin biçimde yer aldığı görülmektedir. Öğrencilerin fiziksel iş ve enerjiye ilişkin verileri toplaması, karışımları ayrıştırması, çözünme hızını etkileyen değişkenleri kontrol etmesi, elektriklenme deneyleri tasarlaması, besin zincirindeki nedensel ilişkileri ortaya koyması ve kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik model geliştirmesi, üst düzey bilişsel becerilerin desteklendiğini göstermektedir. Joynes vd. (2019), 21. yüzyıl becerileri kapsamında problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim, iş birliği ve yaratıcılığın eğitim programlarında önemli olduğunu belirtmektedir. Bu açıdan 7. sınıf öğrenme çıktılarının da yer alan model geliştirme, deney tasarlama, veri yorumlama ve kanıta dayalı çözüm üretme becerileri, ekolojik verimlilikle ilişkili üst düzey bilişsel süreçleri destekleyen güçlü bir yapı sunmakta öğrencilerin akademik gelişimlerin de katkı sağlamaktadır.

5.4 8. Sınıf Kazanımlarının Ekolojik Verimlilik Açısından Tartışılması

8.sınıf öğrenme çıktıları ekolojik verimlilik açısından değerlendirildiğinde, öğrenme çıktılarının iklim, enerji, madde döngüleri, canlıların çevreye uyumu, kimyasal süreçlerin çevresel etkileri ve sürdürülebilir yaşam konuları etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. "Mevsimler ve İklim", "Elektriğin Yolculuğu" ve "Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri" üniteleri; iklim değişikliği, enerji üretimi, enerji tüketimi, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları, fotosentez, solunum, madde döngüleri, ekosistem dengesi ve sürdürülebilirlik gibi ekolojik verimlilikle doğrudan ilişkili konuları kapsamaktadır. Bu durum, 8. sınıf öğrenme çıktılarının öğrencilerin çevresel olayları yalnızca tanıma düzeyinde değil; analiz etme, değerlendirme, tartışma ve çözüm üretme düzeyinde ele almalarına imkân tanıdığını göstermektedir.

"Mevsimler ve İklim" ünitesinde öğrencilerin mevsimsel değişimler, iklim ve hava olayları arasındaki ilişkileri kavramaları hedeflenmektedir. Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi ve eksen eğikliği ile ilgili veri toplama ve değerlendirme süreçleri, öğrencilerin iklim ve çevre olaylarına veri temelli yaklaşmalarını desteklemektedir. IPCC (2023), iklim değişikliğinin yaygın etkileri, riskleri ve azaltım seçeneklerinin bilimsel kanıtlar ışığında değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda 8. sınıf düzeyinde iklim süreçlerine ilişkin öğrenme çıktıları, öğrencilerin çevresel sorunları kanıta dayalı biçimde anlamalarına katkı sağlayabilir. Forhad ve Alam (2026) da eğitimin bireylerin iklimle ilişkili risklere karşı uyum ve direnç geliştirmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmektedir.

"Yaşamın Gizemi" ünitesinde ekolojik verimlilik canlıların çevreye uyumu, adaptasyon süreçleri, mutasyon ve biyoçeşitlilik bağlamında dolaylı olarak ele alınmaktadır. Van Weelie ve Wals (2002), biyoçeşitliliğin çevre eğitimi yoluyla anlamlı hâle getirilmesinin sürdürülebilirlik açısından önemli olduğunu belirtmektedir. Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarına ilişkin gözlem ve çıkarım yapılması, öğrencilerin çevresel değişimlerin canlılar üzerindeki etkilerini değerlendirmelerine olanak tanımaktadır. Bu yönüyle ünite, ekolojik verimlilikle doğrudan enerji ya da kaynak tasarrufu üzerinden değil, ekosistemlerin devamlılığı ve

canlıların çevresel koşullara uyumu üzerinden ilişkilendirilebilir. Yli-Panula ve diğerleri (2018), uygulamalı eğitim, deneyimsel öğrenme ve öğretmen rehberliğindeki gözlemlerin öğrencilerin tür bilgisi ve ekolojik ilişkileri fark etme becerilerini geliştirebileceğini ifade etmektedir.

"Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi" ünitesi, kimyasal süreçlerin çevresel etkileri bakımından ekolojik verimlilikle ilişkilendirilebilir. Kimyasal tepkimelerin günlük yaşamdaki etkileri hakkında bilgiye ulaşma, pH değerlerinden örüntü bulma, asit ve bazların çeşitli maddeler üzerindeki etkilerini gösteren deney tasarlama ve deney verilerini analiz etme öğrenme çıktıları; su, toprak ve çevre kalitesinin değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu öğrenme çıktıları öğrencilerin asit yağmurları, su kirliliği, çevre kirliliği ve sürdürülebilir üretim süreçleri gibi konuları bilimsel verilerle ilişkilendirmelerine yardımcı olabilir.

8.sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilik açısından en güçlü yönlerinden biri, öğrencileri enerji üretimi ve tüketimi konusunda eleştirel düşünmeye yönlendirmesidir. "Elektriğin Yolculuğu" ünitesinde özgün aydınlatma aracı modeli önerme ve geliştirme, elektrik enerjisinin dönüşümüne yönelik model tasarlama, elektrik üretim santrallerini enerji kaynaklarına göre sınıflandırma, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını ayırt etme, santrallerin avantaj ve dezavantajlarını tartışma ve elektrik enerjisinin bilinçli kullanımının aile ve ülke ekonomisine katkılarını değerlendirme gibi öğrenme çıktıları yer almaktadır. Jennings (2009), yenilenebilir enerji teknolojilerinin etkili biçimde kullanılabilmesi için bireylerin bu konuda eğitilmesi gerektiğini belirtmektedir. Gao ve Chen (2023) ise yenilenebilir elektrik kaynaklarının sürdürülebilir enerji geçişi ve emisyonların azaltılması açısından önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu açıdan 8. sınıf öğrenme çıktıları, öğrencilerin enerji kaynaklarını çevresel, ekonomik ve sürdürülebilirlik boyutlarıyla karşılaştırmalarına katkı sağlamaktadır.

"Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri" ünitesi, 8. sınıf düzeyinde ekolojik verimlilikle en güçlü ilişki kurulan alanlardan biridir. Fotosentez ile besin üretimi arasındaki nedensel ilişkilerin ortaya konulması, fotosentezin öneminin açıklanması, fotosentez hızını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlere ilişkin önermeler

sunulması; ekosistemlerde enerji akışı, birincil üretim ve bitkisel üretkenlik açısından önemlidir. Solunumun canlılardaki öneminin açıklanması ise enerji dönüşümü ve canlılarda enerji kullanımıyla ilişkilidir. Madde döngülerinin şema üzerinde incelenmesi, yorumlanması ve değerlendirilmesi; doğal kaynakların sürekliliği, ekolojik denge ve sürdürülebilir ekosistem anlayışının gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Küresel iklim değişikliğine ilişkin öğrenme çıktıları da ekolojik verimlilik açısından oldukça önemlidir. Öğrencilerin iklim değişikliğinin neden ve sonuçlarına yönelik mantıksal temellendirme yapmaları, tutarsızlıkları tespit etmeleri, geçerli fikir oluşturmaları, iklim değişikliğinin neden olduğu problemi yapılandırmaları ve çözüme yönelik değerlendirme yapmaları; çevresel karar verme ve sürdürülebilir çevre yönetimi becerilerini desteklemektedir. Cerulli vd. (2020), eğitimin çevresel risklere yönelik farkındalığı artırmada ve doğal tehlikelerin etkilerini azaltmada önemli bir rol oynadığını belirtmektedir. UNESCO (2017) de sürdürülebilir kalkınma eğitiminin öğrencilerin sürdürülebilirlik sorunlarını anlamalarına, eleştirel düşünmelerine ve çözüm geliştirmelerine katkı sağlaması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda 8. sınıf öğrenme çıktıları, sürdürülebilir kalkınma eğitimiyle uyumlu biçimde öğrencilerin çevresel sorunları bilimsel, eleştirel ve çözüm odaklı bir yaklaşımla ele almalarına olanak sağlamaktadır.

Bloom Taksonomisi açısından incelendiğinde, 8. sınıf öğrenme çıktılarının da analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarının belirgin biçimde yer aldığı görülmektedir. “Verileri değerlendirir”, “örüntü bulur”, “tahminlerin geçerliliğini sorgular”, “avantaj ve dezavantajları tartışır”, “model tasarlar”, “model geliştirir”, “deney tasarlar”, “genelleme yapar” ve “önerme sunar” gibi fiiller, üst düzey bilişsel süreçlerin programda güçlü biçimde temsil edildiğini göstermektedir. Bu durum, 8. sınıf öğrenme çıktılarının ekolojik verimlilikle Yenilenmiş Bloom Taksonomisi’nin üst basamakları arasında güçlü bir ilişki kurduğunu göstermektedir.

5.5 Sınıf Düzeylerine Göre Karşılaştırma

5, 6, 7 ve 8. sınıf Fen Bilimleri öğrenme çıktıları ekolojik verimlilik açısından karşılaştırıldığında, sınıf düzeyi yükseldikçe öğrenme çıktılarının kapsamının genişlediği, ekolojik verimlilikle kurulan ilişkinin daha belirgin hâle geldiği ve bilişsel düzeyin daha üst basamaklara taşındığı görülmektedir. 5. sınıfta ekolojik verimlilik daha çok temel çevre bilinci, geri dönüşüm, atık yönetimi ve enerji tasarrufu farkındalığı üzerinden ele alınırken; 6. sınıfta biyoçeşitlilik, bitkisel üretkenlik, çevre sorunları, elektriksel iletim ve enerji kayıpları öne çıkmaktadır. 7. sınıfta kaynakların tasarruflu kullanımı, enerji dönüşümleri, karışımların ayrıştırılması, besin zinciri ve kanıta dayalı çözüm üretme öğrenme çıktıları belirginleşmektedir. 8. sınıfta ise iklim değişikliği, enerji üretimi, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları, fotosentez, solunum, madde döngüleri, kimyasal süreçlerin çevresel etkileri ve sürdürülebilir yaşam konuları bütüncül biçimde ele alınmaktadır. Bireysel ve toplumsal olarak ekolojik verimliliğin çeşitli konularda ele alan çıkarımlar görülmektedir.

Bloom Taksonomisi açısından karşılaştırıldığında, 5. sınıfta anlama, uygulama ve analiz basamaklarının ağırlıkta olduğu; 6. sınıfta uygulama ve analiz basamaklarının yanında değerlendirme ve yaratma basamaklarına geçişin başladığı; 7. sınıfta yaratma basamağının daha görünür hâle geldiği; 8. sınıfta ise analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarının daha yoğun biçimde temsil edildiği görülmektedir. Anderson ve Krathwohl (2001)'a göre öğrenme çıktılarında kullanılan fiiller bilişsel süreç boyutunu göstermektedir. Bu araştırmada da öğrenme çıktılarının sınıflandırılmasında öğrenme çıktısı ifadelerindeki fiiller temel ölçütlerden biri olarak dikkate alınmıştır. Bu bağlamda programın, sınıf düzeyi ilerledikçe öğrencileri daha fazla sorgulama, analiz etme, değerlendirme ve çözüm üretme süreçlerine yönlendirdiği söylenebilir. Bu bulgu, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin öğretim programlarını incelemede işlevsel bir araç olduğunu gösteren çalışmalarla uyumludur. Arı (2011)'ya göre Yenilenmiş Bloom Taksonomisi, öğretim programlarındaki öğrenme çıktılarının, öğretme-öğrenme etkinliklerinin ve ölçme-değerlendirme süreçlerinin tutarlılığını analiz etmede kullanılabilecek önemli bir çerçevedir. Yaz ve Kurnaz (2013)'ın 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı öğrenme çıktılarını incelendiği çalışmada, öğrenme

çıktılarının önemli bir bölümünün alt bilişsel düzeylerde yer aldığı belirtilmiştir. Cangüven vd. (2017) Fen Bilimleri taslak programı üzerine yaptıkları çalışmada da öğrenme çıktılarının hatırlama, anlama ve uygulama basamaklarında yoğunlaştığı, üst düzey basamakların ise daha sınırlı olduğu görülmüştür. Bu araştırmada ulaşılan bulgular, 2024 programında ekolojik verimlilikle ilişkili öğrenme çıktıları da alt düzey bilişsel basamakların hâlen önemli bir yer tuttuğunu; ancak üst düzey becerilerin özellikle 7. ve 8. sınıf düzeylerinde daha görünür hâle geldiğini göstermektedir. Öğrencinin bilgi birikimi ve gelişimine uygun olarak taksonomi basamakları değişmektedir.

Çevre eğitimi literatürü de bu durumu desteklemektedir. Hollweg vd. (2011), çevre okuryazarlığının bilgi, tutum, eğilim ve yeterlilik gibi bilişsel ve duyuşsal boyutları içerdiğini vurgulamaktadır. Stern vd. (2014) ile Ardoin vd. (2015) da çevre eğitiminde bilişsel, sosyal, duyuşsal ve davranışsal boyutların birlikte ele alınması gerektiğini belirtmektedir. Özata Yücel vd. (2016) çalışmasında öğrencilerin çevreye yönelik olumlu düşüncelerinin her zaman davranışa dönüşmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki ekolojik verimlilik öğrenme çıktılarının davranışsal boyutu güçlendirecek etkinliklerle desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu noktada okul dışı öğrenme ortamları ve proje temelli uygulamalar önem kazanmaktadır. Oğurlu (2016)'ya göre çevre eğitimi, enerji üretimi ve atık yönetimi gibi konular yalnızca okul sınırları içinde ele alındığında yüzeysel kalabilmekte; okul dışı öğrenme ortamları ise öğrencilerin ilgisini artırmakta ve öğrenmeyi daha anlamlı hâle getirmektedir. Bu nedenle ekolojik verimlilik öğrenme çıktılarının doğa gezileri, enerji verimliliği gözlemleri, atık yönetimi uygulamaları, geri dönüşüm tesisleri ziyaretleri, okul bahçesi projeleri ve yerel çevre sorunlarına yönelik araştırmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Ekolojik verimlilik öğrenme çıktılarının disiplinler arası etkinliklerle desteklenmesi de önemlidir. Fen Bilimleri Programı'nda enerji, geri dönüşüm, elektrik iletimi, insan-çevre etkileşimleri, enerji dönüşümleri, evsel atıklar, güneş enerjisi, küresel iklim değişikliği, sürdürülebilir yaşam, kaynakların tasarruflu kullanımı ve yenilenebilir-

yenilenemeyen enerji kaynakları gibi birçok konu farklı disiplinlerle ilişkilendirilebilir. STEM yaklaşımı bu noktada önemli bir fırsat sunmaktadır. Akbaba (2017) ve Çepni (2017) STEM eğitiminin öğrencilerin kavramsal bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerine ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkı sağladığını belirtmektedir. Bu nedenle ekolojik verimlilik öğrenme çıktılarının STEM tabanlı projelerle desteklenmesi, öğrencilerin hem çevresel hem de bilimsel problem çözme becerilerini geliştirebilir.

Araştırmanın genel sonucu olarak, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın ekolojik verimlilik bilincini geliştirme açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Programda yer alan öğrenme çıktıları, öğrencilerin çevre, enerji, kaynak kullanımı ve sürdürülebilirlik konularında farkındalık geliştirmelerine; bilimsel süreç becerilerini kullanmalarına, çevresel sorunlara eleştirel ve çözüm odaklı yaklaşmalarına katkı sağlayabilecek niteliktedir. Bununla birlikte, ekolojik verimlilik kavramının programda çoğunlukla dolaylı biçimde yer aldığı, farklı üniteler ve öğrenme çıktıları aracılığıyla temsil edildiği görülmektedir. Bu nedenle öğretim sürecinde ekolojik verimlilik kavramını geri dönüşüm, enerji tasarrufu, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği, madde döngüleri ve sürdürülebilir yaşam temalarıyla açık biçimde ilişkilendirilmesi daha anlamlı olacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 Sonuç

Bu araştırmada, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda bulunan öğrenme çıktıları ekolojik verimlilik kavramı etrafında ele alınıp Yenilenmiş Bloom Taksonomisi ışığında değerlendirme altına alınmıştır. Analizlerin sonucunda, program içerisinde ekolojik verimlilik ile doğrudan ya da dolaylı bağlantılı olan öğrenme çıktılarının bulunduğu görülmektedir. Söz konusu husus, çevre eğitimi ile sürdürülebilirlik gibi bazı hususların programda tamamıyla göz ardı edilmediğini göstermesi açısından oldukça dikkat çekmektedir.

Öğrenme çıktılarının içerik ile bilişsel seviyedeki dağılımları incelendiği zaman öne çıkan bazı mühim noktalar yer almaktadır. Özellikle öğrenme çıktılarının büyük bir kısmının anlama, hatırlama ile kısmen uygulama basamaklarında yoğunlaştığı görülür. Bu, çocukların ana çevresel kavramları öğrenmesi ve bu hususta da farkındalık geliştirebilmeleri bakımından belirli bir fayda sağlamaktadır. Fakat analiz etme, değerlendirme ile yaratma gibi daha üst düzey bilişsel süreçleri amaçlayan öğrenme çıktılarının sınırlı kalması, bu bilgilerin derinlemesine anlaşılmasını, çeşitli durumlara uyarlamalarını ve yaratıcı çözümler üretilmesini zorlaştırabilir.

Bununla beraber programın genel yapısı incelendiği zaman öğrenci merkezli bir yaklaşım benimsendiği ve aktif öğrenmeyi teşvik eden bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Söz konusu husus, mevcut olan öğrenme çıktılarının doğru üretim yöntemi ile etkili etkinlikler ile desteklenmesi durumunda daha üst seviye bilişsel yetenekler kazandırılabileceğini işaret eder. Buradan yola çıkarak program ile sınıf içi uygulamalarının arasında güçlü bir ilişki olduğu söylenmektedir.

Öğretmenlerin kullanmış oldukları yöntemler, destekleyici materyaller ile oluşturdukları öğrenme mekânları, öğrenme çıktılarının hangi seviyede hayata geçirileceği hususunda belirleyici bir rol oynayacaktır.

Ekolojik verimlilik gibi yaşamış olduğumuz son dönemde günden güne daha fazla önem kazanan bir konunun sadece teorik bilgi seviyesinde ele alınması yeterli kalmayabilir. Öğrencilerin çevresel problemleri tanımaları, bu problemler hakkında bilinçli bir biçimde düşünmeleri ve olası çözümler üretebilmek amacı ile girişimlerde bulunmaları beklenir. Bu noktada, programda bulunan öğrenme çıktılarının niteliği kadar bu öğrenme çıktılarının işlenme biçimi sonuca etki edecek önem arz eder. Genellikle sorgulamaya dayalı, sorunları çözme yeteneğini geliştiren ve öğrenciyi aktif bir biçimde sürece dahil eden etkinliklerin kullanılması, mevcut olan sınırlıların aşılmasına katkıda bulunabilir.

Sonuç itibarıyla bu çalışma, hem programın mevcut olan durumuna dair genel bir perspektif sunmakta hem de gelecek zamanda yapılabilecek olan düzenlemeleri yönelik bazı ipuçları vermektedir. Ekolojik verimlilik gibi disiplinler arası ve güncel konuların eğitim programlarında daha güçlü bir biçimde ele alınması, yalnızca akademik bakımdan değil, aynı zamanda toplumsal ve çevresel bakımdan da önemli bir gereksinimdir. Bu alandaki öğrenme çıktılarının niteliğinin ve çeşitliliğinin artırılması, daha bilinçli ve yükümlülük sahibi kişilerin yetiştirilmesine katkı sağlamaktadır.

6.2 Öneriler

Ekolojik verimlilik konuları sınıf düzeyleri arasında sarmal bir yapı ile güçlendirilmelidir. 5. ve 6. sınıf düzeylerinde çevre farkındalığı, temel kavram bilgisi ve günlük yaşamla bağlantılı uygulamalara; 7. ve 8. sınıf düzeylerinde ise analiz, değerlendirme, model geliştirme ve çözüm üretme becerilerine daha fazla yer verilmelidir. Böylece öğrenciler alt sınıflarda temel çevre bilinci kazanırken, üst sınıflarda çevresel sorunlara yönelik bilimsel ve yaratıcı çözümler geliştirebilir.

Ekolojik verimlilik öğrenme çıktıları yalnızca teorik anlatımlarla işlenmemeli, uygulamaya dayalı etkinliklerle desteklenmelidir. Öğrencilerin okulda ve yakın çevrelerinde enerji tüketimi, su kullanımı, atık miktarı, geri dönüşüm alışkanlıkları ve kaynak kullanımı gibi konularda gözlem yapmaları sağlanabilir. Bu tür etkinlikler,

öğrencilerin ekolojik verimlilik kavramını günlük yaşamla ilişkilendirmesine katkı sağlayacaktır.

Okul temelli geri dönüşüm, sıfır atık, enerji tasarrufu ve su verimliliği projeleri yaygınlaştırılmalıdır. Öğrencilerin sınıf, okul ve aile çevresinde uygulanabilir projeler geliştirmeleri desteklenmelidir. Örneğin öğrenciler okulun atık haritasını çıkarabilir, enerji tüketimini izleyebilir, geri dönüşüm kutularının kullanımını değerlendirebilir veya okul için sürdürülebilir yaşam planı hazırlayabilir.

STEM ve proje tabanlı öğrenme uygulamaları ekolojik verimlilik öğrenme çıktılarıyla bütünleştirilmelidir. Öğrenciler enerji tasarruflu aydınlatma modeli, su tasarrufu sağlayan sistem, geri dönüşüm materyallerinden ürün tasarımı, okul bahçesi için sürdürülebilir ekosistem modeli veya yenilenebilir enerji düzeneği geliştirebilir. Bu tür uygulamalar hem fen bilimleri öğrenme çıktılarını destekler hem de öğrencilerin yaratma basamağındaki becerilerini geliştirir.

Okul dışı öğrenme ortamlarından daha fazla yararlanılmalıdır. Geri dönüşüm tesisleri, enerji üretim merkezleri, doğa parkları, bilim merkezleri, botanik bahçeleri, su arıtma tesisleri ve çevre laboratuvarları öğrencilerin ekolojik verimlilik konularını somut olarak gözlemlemelerine katkı sağlayabilir. Bu tür öğrenme ortamları, çevre eğitiminin yalnızca sınıf içinde kalmasını önleyerek öğrencilerin gerçek yaşam deneyimleri edinmesine yardımcı olur.

KAYNAKLAR

Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice.* Teachers College Press.

Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice.* Teachers College Press.

Akdur, R. (2005). *Çevre sağlık ve temel kavramlar*. Ankara Üniversitesi Basımevi.

Akıllı, M., & Genç, M. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4*(1), 226-241.

Amsel, S. (2018). *Exploring ecosystems with science*. Exploring Nature Press.

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives.* Longman.

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives.* Longman.

Ateş, H. (2019). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi Açısından Analizi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16*(1), 101-127. https://izlik.org/JA99DU99LX

Aydoğdu, B., & Kesercioğlu, T. (2020). *Fen eğitiminde sosyo-bilimsel konular.* Pegem Akademi.

Aydoğdu, M., & Kesercioğlu, T. (2020). *Fen bilgisi öğretiminde özel yöntemler*. Anı Yayıncılık.

Ayvacı, H. Ş., & Türkdoğan, A. (2010). Yeniden yapılandırılan Bloom taksonomisinin fen ve teknoloji dersinde ölçme ve değerlendirme aracı olarak kullanılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7*(1), 1-12.

Ayvacı, H. Ş., & Türkdoğan, A. (2010). Yeniden yapılandırılan Bloom Taksonomisi'nin fen ve teknoloji dersi öğretim programı öğrenme çıktıları açısından incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7*(1), 13-25.

Bacanlı, H. (2019). *Eğitim psikolojisi* (25. baskı). Pegem Akademi.

Ben-Zvi Assaraf, O. & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(5), 518-560. https://doi.org/10.1002/tea.20061

Ben-Zvi Assaraf, O. & Orion, N. (2010). Four case studies, six years later: Developing system thinking skills in junior high school and sustaining them over time. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(10), 1253-1280.

Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 21*(1), 5-31.

Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 21*(1), 5-31.

Boardman, J., & Sauser, B. (2008). *Systems thinking: Coping with 21st century complexity.* CRC Press.

Boyd, D. (2014). *Çocuk gelişimi psikolojisi* (G. Haktanır, Çev.). Kaknüs Yayınları.

Boyd, D. (2014). *It's complicated: The social lives of networked teens*. Yale University Press.

Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.

Bruner, J. S. (1996). *The culture of education*. Harvard University Press.

Bruner, J. S. (1996). *The culture of education*. Harvard University Press.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities.* NSTA Press.

Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Castells, M. (2010). *The rise of the network society*. Wiley-Blackwell.

Çetin, A., & Günay, R. (2022). *Fen bilimleri eğitiminde güncel yaklaşımlar ve uygulamalar*. Pegem Akademi.

Çetin, G., & Yıldırım, M. C. (2017). Fen bilimleri dersi öğretim programı öğrenme çıktılarının yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre analizi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi, 3*(3), 1-15.

Çetin, O., & Günay, A. (2022). Dijital okuryazarlık ve fen eğitimi: Öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Bilim, 47*(210), 1-25.

Demirel, Ö. (2018). *Kuramdan uygulamaya eğitimde program geliştirme* (26. baskı). Pegem Akademi.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education, 84*(3), 287-312.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education, 84*(3), 287-312.

Elmas, R., Arslan, H. Ö., Pamuk, S., Pesman, H., & Sözbilir, M. (2021). Fen Eğitiminde Yeni Bir Yaklaşım Olarak Sistemsel Düşünme. *Journal of the*

Turkish Chemical Society Section C: Chemical Education, 6(1), 107-132. https://doi.org/10.37995/jotcsc.889340

Erten, S. (2012). Okul öncesi öğretmen adaylarının çevre dostu davranışlarının kuramsal bir çerçevede incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 42, 183-194.

Farmer, J., Knapp, D., & Benton, G. M. (2007). An elementary school environmental education field trip: Long-term effects on ecological and environmental knowledge and attitude. *The Journal of Environmental Education, 38*(3), 33-42.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906-911.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906-911.

Garcia-Carmona, A. (2020). From STEM to STEAM education: A critique of the inclusion of the arts in science education. *Science & Education, 29*(4), 813-828.

Gökçe, N., Kaya, H., Aktay, S., & Özden, M. (2007). İlköğretim öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik tutumları. *İlköğretim Online, 6*(3), 452-468.

Gültekin, G., & Kılıç, S. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının çevre okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13*(4), 583-605.

Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education.* Association for Science Education.

Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education.* Association for Science Education.

Harris, A. (2009). *Creative leadership: A review of the literature.* Center for Educational Development.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education, 88*(1), 28-54.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education, 88*(1), 28-54.

Huitt, W. (2009). Bloom et al.'s taxonomy of the cognitive domain. *Educational Psychology Interactive, 1*(1), 1-8.

Huitt, W. (2009). *Bloom et al.'s taxonomy of the cognitive domain*. Educational Psychology Interactive.

Intel Corporation. (2011). *Yenilenmiş Bloom taksonomisi ve teknoloji entegrasyonu*. Intel Eğitim Programları.

Intel. (2011). *Intel® education: Thinking with data*. Intel Corporation.

Karaarslan, G., Semiz, G., & Teksöz, G. (2020). Adaptation of systems thinking scale to Turkish for middle school students. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi, 10*(1), 63-82.

Karataş, A., & Aslan, G. (2012). Ekoloji eğitiminin önemi ve çevre bilinci. *Marmara Coğrafya Dergisi,* 26, 120-135.

Kaya, E. (2015). *Fen eğitiminde argümantasyon: Teori ve uygulama*. Anı Yayıncılık.

Kaya, H. (2015). *Bilim etiği ve araştırma süreçleri*. Anı Yayıncılık.

Kaya, V. H., & Aydın, F. (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı öğrenme çıktılarının revize edilmiş Bloom Taksonomisine göre incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 26*(3), 855-866.

Keleş, Ö., Hamamcı, Ö., & Çoban, A. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre okuryazarlık düzeyleri ve çevre sorunlarına yönelik tutumlarının belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi, 2*(5), 444-458.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell, N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Lawrence Erlbaum Associates.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. *Handbook of Research on Science Education,* 831-879.

Mahaffy, P. G., Ho, F. M., Haack, J. A., & Brush, E. J. (2019). Can systems thinking help us move from the molecular to the global? *Journal of Chemical Education, 96*(12), 2679-2681.

MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2024). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.

OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.

Oğuz, D., Çakcı, I., & Kavas, S. (2011). Yükseköğretimde çevre bilinci: Ankara Üniversitesi Örneği. *Eğitim ve Bilim, 36*(160), 100-112.

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science, 328*(5977), 463-466.

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science, 328*(5977), 463-466.

Özçelik, D. A. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.

Özçelik, D. A. (2010). *Ölçme ve değerlendirme* (5. baskı). Pegem Akademi.

Özdemir, O. (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre bilinci ve çevre eğitimi konusundaki görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28*(28), 133-144.

Penner, D. E. (2000). Explaining systems: Investigating middle school students' understanding of emergent phenomena. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 37*(8), 784-806.

Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.

Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223-231.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223-231.

Richmond, B. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review, 9*(2), 113-133.

Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 55, 657-687.

Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology, 55*(1), 657-687.

Sadık, F., Çakan, H., & Artut, K. (2011). Çocuk resimlerine yansıyan çevre sorunlarının analizi. *İlköğretim Online, 10*(3), 1066-1080.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(5), 513-536.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(5), 513-536.

Seferoğlu, S. S., & Akbıyık, C. (2019). *Eleştirel düşünme ve öğretimi* (3. baskı). Anı Yayıncılık.

Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization.* Doubleday.

Sivrikaya, K. B. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarının çevreye yönelik tutum ve çevre okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8*(111), 350-365.

Steinberg, L. (2014). *Ergenlik* (F. Çok, Çev.). İmge Kitabevi.

Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world.* McGraw-Hill.

Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world.* McGraw-Hill.

Sweeney, L. B., & Sterman, J. D. (2000). Bathtub dynamics: Initial results of a systems thinking inventory. *System Dynamics Review, 16(*4), 249-286.

Şimşek, H. (2017). *Eğitimde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Şimşek, H. (2017). *Eğitimde program geliştirme ve öğretim tasarımı*. Nobel Akademik Yayıncılık.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. (2004). *Türkiye çevre atlası*. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli fen bilimleri dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Teksöz, G., Şahin, E., & Ertepınar, H. (2010). Çevre okuryazarlığı öğretmen adayları ve yeni bir bakış açısı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 39, 307-320.

UNDP Türkiye. (2021). *Sürdürülebilir kalkınma amaçları raporu.* Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı.

Uzun, N., & Sağlam, N. (2006). Ortaöğretim öğrencileri için çevresel tutum ölçeği geliştirme ve geçerliliği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30*(30), 240-250.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Harvard University Press.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Harvard University Press.

Yardımcı, E., & Bağcı Kılıç, G. (2010). Fen ve teknoloji programındaki (4-5. sınıflar) çevre konularının çevre eğitimi amaçları açısından incelenmesi. İlköğ*retim Online, 9*(3), 1122-1136.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Zaraza, R. J. (1995). *Integrating systems thinking and dynamic modeling into the secondary school curriculum.* Portland State University.