

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPRAKSIZ TARIM
UYGULAMALARINA (HİDROPONİK VE AKUAPONİK)
YÖNELİK GELİŞTİRİLEN EĞİTİM İÇERİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİLAY TAŞTAN

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Naciye Somuncu Demir

BOLU, TEMMUZ - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Nilay TAŞTAN tarafından hazırlanan “**SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPRAKSIZ TARIM UYGULAMALARINA (HİDROPONİK VE AKUAPONİK) YÖNELİK GELİŞTİRİLEN EĞİTİM İÇERİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği/ oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 22/07/2024

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Naciye SOMUNCU DEMİR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Sedat KARAÇAM
Düzce Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Yunus ÖZYURT
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimlerde Araştırmalar Etik Kurulundan 2023/332 sayısı ile etik izin alınmıştır.

.....
NİLAY TAŞTAN

ÖZET

**SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPRAKSIZ TARIM UYGULAMALARINA
(HİDROPONİK VE AKUAPONİK) YÖNELİK GELİŞTİRİLEN EĞİTİM
İÇERİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
NİLAY TAŞTAN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ NACİYE SOMUNCU DEMİR)
BOLU, TEMMUZ - 2024
XIII + 136**

Bu çalışmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin, sürdürülebilir akuaponik ve hidroponik sistem konularının ilişkili olduğu ana kavramlar üzerinden bilişsel yapılarını incelemek ve bu doğrultuda geliştirilen öğretim sürecine yönelik öğrenci görüşlerini belirlemektir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2023-2024 eğitim öğretim yılı, İzmir ili Urla İlçesine bağlı bir ortaokulun 6. sınıfında öğrenim görmekte olan 20 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden bütüncül tekli durum çalışma deseni kullanılmıştır. Sürdürülebilir akuaponik ve hidroponik sistemler ve ilişkili olduğu kavramlara yönelik 6 haftalık bir uygulama süreci tasarlanmış, Matematik ve Bilim Uygulamaları dersinde etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinde, akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinlikleri yapılmış ve okul dışı öğrenme ortamı olarak topraksız tarım çilek serasına eğitim gezisi düzenlenmiştir. Veri toplama aracı olarak, 10 anahtar kavramdan oluşan (Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde Döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem) kelime ilişkilendirme testi ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin STEM etkinliklerine, okul dışı öğrenme ortamına yapılan eğitim gezisine ve topraksız tarıma yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak için yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Kelime ilişkilendirme testinde üretilen kelimelerin frekans tablosu hazırlanarak kesme noktası tekniğine göre kavram ağları oluşturulmuştur. Yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenerek değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçları, etkinlik öncesinde öğrencilerin bazı kavramlar hakkında bilgi sahibi olmamakla beraber kavram yanlışlarının olduğunu, etkinlik sonrasında ise anlamlı öğrenmeler sağlandığını ve kavram yanlışlarının giderildiğini göstermektedir. Bu çalışma sonunda sürdürülebilir akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinliklerinin, öğrencilerin, “Geri Dönüşüm, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde Döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem, Akuaponik Sistem” konularının temel kavramlarını anlamalarına yardımcı olduğu, öğrenciler tarafından ilgi çekici ve eğlenceli bulunduğu, sorumluluk kazandırdığı ve işbirlikçi çalışmayı desteklediği tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Sürdürülebilir Kalkınma, Akuaponik Sistem, Hidroponik Sistem, STEM, Topraksız Tarım, İnfomal Öğrenme Ortamı

ABSTRACT

EVALUATION OF THE EDUCATIONAL CONTENT DEVELOPED FOR SUSTAINABLE SOILLESS FARMING PRACTICES (HYDROPONICS AND AQUAPONICS)

MSC THESIS

NİLAY TAŞTAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

(SUPERVISOR: ASIST. PROF. DR. NACİYE SOMUNCU DEMİR)

BOLU, JULY 2024

XIII + 136

The aim of this study is to examine the cognitive structures of secondary school students through the main concepts related to sustainable aquaponics and hydroponic system topics and to determine student views on the teaching process developed in this direction. The study group of the research consists of 20 students studying in the 6th grade of a middle school in Urla District of Izmir Province in the 2023-2024 academic year. The holistic single case study design, one of the qualitative research methods, was used in the research. A 6-week implementation process was designed for sustainable aquaponic and hydroponic systems and related concepts, and activities were carried out in the Mathematics and Science Applications course. During the implementation process, aquaponic and hydroponic system STEM activities were carried out and an educational trip to a soilless agriculture strawberry greenhouse was organised as an out-of-school learning environment. As a data collection tool, a word association test consisting of 10 key concepts (Aquaponic System, Recycling, Fertiliser, Global Climate Change, Nitrogen Cycle, Saving, Sustainable Development, Matter Cycle, Agriculture, Hydroponic System) was applied as a pre-test and post-test. A structured interview form was used to reveal the students' views on STEM activities, the educational trip to the out-of-school learning environment and soilless agriculture. The frequency table of the words produced in the word association test was prepared and concept networks were created according to cut-off point technique. The data obtained from the structured interview form were analysed and evaluated by content analysis method. The results of the research show that students had misconceptions about some concepts before the activity, but after the activity, meaningful learning was achieved and misconceptions were eliminated. At the end of this study, it was determined that sustainable aquaponic and hydroponic system STEM activities helped students understand the basic concepts of 'Recycling, Global Climate Change, Nitrogen Cycle, Saving, Sustainable Development, Matter Cycle, Agriculture, Hydroponic System, Aquaponic System', were found interesting and fun by the students, gained responsibility and supported collaborative work.

KEYWORDS: Sustainable Development, Aquaponics System, Hydroponic System, STEM, Soilless Farming, Informal Learning Environment

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu	1
1.2 Araştırma Problemi.....	3
1.2.1 Alt Problemler	3
1.3 Araştırmanın Önemi ve Özgün Değeri	3
1.4 Araştırmanın Amacı	4
1.5 Sınırlılıklar.....	5
1.6 Varsayımlar	5
1.7 Tanımlar.....	5
2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ	
ARAŞTIRMALAR.....	7
2.1 Kavramsal Çerçeve.....	7
2.1.1 Kavram Öğretimi.....	7
2.1.2 Kavramsal Değişim	8
2.1.3 STEM.....	9
2.1.3.1 Öğretim Yaklaşımları ve STEM	11
2.1.4 Topraksız Tarım	15
2.1.4.1 Hidroponik Sistemler	16
2.1.4.1.1 Hidroponik Sistemlerin Avantajları ve Dezavantajları.....	18
2.1.4.2 Akuaponik Sistemler.....	19
2.1.4.2.1 Akuaponik Sistemlerin Avantajları ve Dezavantajları	20
2.1.5 Akuaponik ve Hidroponik Sistemlerin Eğitimde Kullanılması.....	21
2.1.5.1 Akuaponik ve Hidroponik Sistemleri Deneyimleyen Öğrencilerin	
Haberleri.....	23
2.1.6 Okul Dışı Öğrenme Ortamları	27
2.1.7 İlgili Araştırmalar	28
2.1.7.1 Akauponik ve Hidroponik Sistemlerin Eğitimde Kullanılmasına	
İlişkin Çalışmalar	28

2.1.7.2 Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Eğitimde Kullanılmasına İlişkin Çalışmalar	34
3. YÖNTEM.....	37
3.1 Araştırmanın Modeli.....	37
3.2 Çalışma Grubu.....	38
3.3 Araştırmacının Rolü	38
3.4 Veri Toplama Araçları.....	39
3.4.1 Yapılandırılmış Açık Uçlu Soru Formu	39
3.4.2 Kelime İlişkilendirme Testi	40
3.5 Veri Toplama Süreci.....	42
3.6 Verilerin Analizi	43
3.6.1 Kelime İlişkilendirme Testinin Analizi	43
3.6.2 Yapılandırılmış Açık Uçlu Soru Formu	44
3.7 Akuaponik ve Hidroponik Sistem STEM Etkinliklerini Geliştirilme Süreci	44
3.8 Uygulama Süreci	46
3.9 Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği.....	61
4. BULGULAR	63
4.1 Birinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular	63
4.1.1 Ön Kelime İlişkilendirme Test Uygulamasından Elde Edilen Bulgular	63
4.1.2 Son Kelime İlişkilendirme Test Uygulamasından Elde Edilen Bulgular	67
4.2 İkinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular	74
4.3 Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular.....	78
4.3.1 STEM Etkinliklerine Yönelik Öğrenci Görüşleri.....	78
4.3.2 Okul Dışı Öğrenme Ortamına Yönelik Öğrenci Görüşleri.....	86
5. TARTIŞMA	89
5.1 Ön Kelime İlişkilendirme Testi Sonuçları.....	89
5.2 Son Kelime İlişkilendirme Testi Sonuçları	92
5.3 Öğrencilerin Topraksız Tarım Algıları.....	101
5.4 Akuaponik ve Hidroponik Sistem STEM Etkinliklerine Yönelik Öğrenci Görüşleri.....	102
5.5 Okul Dışı Öğrenme Ortamı Eğitim Gezisine Yönelik Öğrenci Görüşleri.....	104
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	106
6.1 Sonuçlar	106
6.2 Öneriler.....	107
7. KAYNAKLAR.....	108
8. EKLER.....	121

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. STEM eğitimi alanları ve STEM eğitiminin hedeflediği beceriler	9
Şekil 2.2. Mühendislik tasarım süreci basamakları	12
Şekil 2.3. Farklı topraksız tarım türleri	16
Şekil 2.4. Hidroponik sistem örneği	17
Şekil 2.5. Akuaponik sistem şeması	19
Şekil 2.6. Akuaponik sistemlerde azot döngüsü	20
Şekil 2.7. Akuaponik sistemde balıklar, hidroponik bitkiler ve nitrifiye bakterileri için tolerans değerleri	20
Şekil 4.1. Kesme noktası 20 ve üzeri için oluşturulan kavram ağı	64
Şekil 4.2. Kesme noktası 19-16 arası için oluşturulan kavram ağı	64
Şekil 4.3. Kesme noktası 15-12 arası için oluşturulan kavram ağı	65
Şekil 4.4. Kesme noktası 11-8 arası için oluşturulan kavram ağı	66
Şekil 4.5. Kesme noktası 20 ve üzeri için oluşturulan kavram ağı	68
Şekil 4.6. Kesme noktası 19-16 arası için oluşturulan kavram ağı	69
Şekil 4.7. Kesme noktası 15-12 arası için oluşturulan kavram ağı	71
Şekil 4.8. Kesme noktası 11-8 arası için oluşturulan kavram ağı	73

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Farklı topraksız kültür bitkileri için pH değerleri	18
Tablo 3.1. Veri toplama süreci	43
Tablo 3.2. Kesme noktaları ve kavram ağı rengi.....	44
Tablo 3.3. Akuaponik ve hidroponik sistem etkinliğinin STEM entegrasyonu	45
Tablo 3.4. Uygulama Süreci.....	46
Tablo 3.5. Akuaponik ve hidroponik sistem malzemeleri ve maliyeti.....	50
Tablo 4.1. Topraksız tarıma yönelik öğrenci görüşleri	75
Tablo 4.2. Akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşleri.....	79
Tablo 4.3. Akuaponik ve hidroponik sistemlerin STEM ile ilişkisine yönelik öğrenci görüşleri.....	84
Tablo 4.4. Topraksız tarım çilek serasına yapılan okul dışı öğrenme ortamı eğitim gezisi sonrası öğrenci görüşleri.....	86

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 2.1. Büyüyen sisteme genel bakış	23
Fotoğraf 2.2. Hidroponik tarım yapan öğrenciler	24
Fotoğraf 2.3. Öğrenciler akuaponik sistemle ilgilenirken	25
Fotoğraf 2.4. Akuaponik sistemler ve öğrenciler	25
Fotoğraf 2.5. Öğrenciler sistemle ilgilenirken	26
Fotoğraf 2.6. Sistem kurulumu	26
Fotoğraf 3.1. Kelime ilişkilendirme testi örneği	41
Fotoğraf 3.2. Kelime ilişkilendirme testine verilen örnek bir cevap	42
Fotoğraf 3.3. Akuaponik ve hidroponik sistem powerpoint sunumu.....	48
Fotoğraf 3.4. Topraksız tarım çilek serasına gezi	49
Fotoğraf 3.5. Öğrenci tasarımlarından örnekler.....	50
Fotoğraf 3.6. Hidroponik sistem kurulumu.....	52
Fotoğraf 3.7. Hidroponik sistem kurulumu.....	53
Fotoğraf 3.8. Akuaponik sistem kurulumu	54
Fotoğraf 3.9. Akuaponik sistem kurulumu	55
Fotoğraf 3.10. Örnek su kalitesi analizi	56
Fotoğraf 3.11. Sistemlerdeki yaprak boylarının ölçümü.....	57
Fotoğraf 3.12. Sistemlerin su kalitesi değerlerinin kit ile ölçümü	57
Fotoğraf 3.13. Sistemlerin kontrolü ve değerlerin tartışılması	58
Fotoğraf 3.14. Marul yapraklarının gelişim takip tablosu	59
Fotoğraf 3.15. Akuaponik sistemlerin ilk ve son durumları	59
Fotoğraf 3.16. Hidroponik sistemlerin ilk ve son durumları	60
Fotoğraf 3.17. 1.Grup öğrencilerinin su analizi tabloları.....	60
Fotoğraf 3.18. 2. Grup öğrencilerinin su analizi tabloları.....	61

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
KİT	: Kelime İlişkilendirme Testi
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
STEM	: Science, Technology, Engineering, Mathematics



TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca samimiyeti, tecrübesi ve sabrı ile bana destek olan, yardımlarını esirgemeyerek beni cesaretlendiren çok kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Naciye SOMUNCU DEMİR' e,

Hoşgörüsü ve sabrıyla her zaman olduğu gibi bu süreçte de bana en büyük desteği veren sevgili eşim Sinan TAŞTAN'a, beraber geçireceğimiz zamandan feragat ederek bana anlayış gösteren canım oğlum Emir TAŞTAN'a,

Her kararımda yanımda olan, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen annem Ümran ERCAN, babam Muharrem ERCAN ve ağabeyim Koray ERCAN'a,

Duaları ve iyi dilekleriyle her daim bana destek olan kayınvalidem Gül TAŞTAN ve eşimin ailesine,

Tez çalışmam boyunca stresimi paylaşan ve tecrübesiyle yanımda olan sevgili arkadaşım Taliye CEHDİOĞLU'na

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi ve özgün değeri, sınırlılıklar, varsayımlar ve tanımlar sunulmuştur.

1.1 Problem Durumu

Günümüzde meslekler ve beceriler, teknolojiye yaşanan gelişmeler ile büyük bir değişime uğramaktadır. Teknolojik ilerlemeler, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik dallarında, kendini geliştirmiş bireylere olan talebin artmasına yol açmaktadır. Endüstrideki yenilik hareketleri eğitim düzenlemelerinde de hızlı ve çözüm hedefli değişiklikleri gerektirmektedir (Altunel, 2018). Bu nedenle, öğrencilerin bu değişime aktif olarak katılabilmeleri, eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliğinde bulunma, problemleri çözmede bilimsel süreç basamaklarını kullanma gibi becerilere sahip, araştıran, inceleyen, sorgulayan, üretken bireyler olmalarıyla mümkündür. Bu doğrultuda; sorgulayan, araştıran, üreten ve yeni buluşlar yapabilen bireylerin yetişebilmesi için, mühendislik ve teknolojinin, fen ve matematik ile bütünleştirildiği eğitim planlarının hazırlanması başlıca bir gerekliliktir.

Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonunu sağlayan; 21.yy. becerilerinin gelişiminde önemli rol oynayan STEM eğitimi, yenilikçi bir yaklaşım olmakla birlikte, bilim ve teknoloji okuryazarı bireylerin yetiştirilmesini desteklemektedir (Bybee, 2013; Uğraş, 2017). STEM; Science (Bilim/Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) kelimelerinin İngilizce baş harflerinin kısaltmalarından oluşmuştur. STEM alanları ile ilgili alanyazında iki farklı görüş bulunmaktadır: Birinci görüş göre STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından oluşmaktadır. İkinci görüş göre STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından oluşmaktadır. İki görüş arasında, çevirideki farklılık gibi görünen bu nokta son derece önemlidir. STEM eğitiminde “Science” kelimesini fen olarak kabul etmek, alanı deney yöntemine dayanan fizik, kimya, biyoloji gibi pozitif bilimlerle sınırlandırmaktadır. “Science” kelimesini bilim olarak kabul etmek ise, alana pozitif bilimlere ilaveten beşerî ve sosyal bilimleri de ilave etmektedir (Altunel, 2018). Fen, doğa ve fiziksel dünya ile ilgili temel bilgileri içerirken, bilim bu bilgileri sistematik bir şekilde inceleyerek ve analiz ederek daha derin ve geniş bir

anlayışa ulaşmaya çalışmaktadır. Fen, bilimin bir parçası olmakla birlikte, bilimsel araştırmaların temellerini oluşturmaktadır. Bu durum dikkate alındığında, STEM eğitimi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak kabul etmek daha kapsayıcı olmaktadır (Altunel, 2018).

STEM eğitimi; okul öncesinden yükseköğrenime kadar tüm eğitim sürecini kapsayan disiplinler arası yaklaşımla bireylerin; problem çözme becerilerini geliştirmelerini, öğrendiği bilgileri günlük hayat ile ilişkilendirebilmelerini, farklı alanlarda üst düzey ve eleştirel düşünebilmesini ve işbirlikçi çalışmalarını hedefleyen bir eğitim yaklaşımıdır (Altunel, 2018; Chesloff, 2013; Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Yıldırım ve Altun, 2015). Chesloff'a (2013) göre STEM'in kalbindeki kavramlar, merak, yaratıcılık, iş birliği ve eleştirel düşünmedir.

STEM bazlı etkinliklerle yapılandırılmış bir eğitim; fen ve matematik konularının somutlaştırılmasını sağlayabilmekte, mühendislik alanında dizayn etme ve model geliştirme olanağı verebilmekte ve teknolojinin de eklenmesiyle beraber dersler kapsam ve yapı bakımından zengin, öğrenciler için daha eğlenceli olabilmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Schaefer vd., 2003).

Bu çalışma ile Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ortaokul 6. sınıf Seçmeli Matematik ve Bilim Uygulamaları Dersi Öğretim Programı ile ulaşılması beklenen özel amaçları da kapsayacak şekilde, topraksız tarım (akuaponik ve hidroponik sistemler) ve ilişkili olduğu ana kavramlar üzerinden öğrencilerin bilişsel yapılarını inceleme üzerine bir süreç tasarlanmıştır. Bu tasarımda öğrencilerin belirlenen kavramlara yönelik hatalı ve eksik şemaları tespit edilerek akuaponik, hidroponik sistemler ve okul dışı öğrenme ortamı ile zenginleştirilmiş bir öğretim süreci sunularak, öğrencilerdeki bilişsel yapı gelişimleri gözlemlenmiştir.

Hidroponik sistem basitçe, bitkilerin topraksız yetiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bitkinin büyümek ve gelişmek için toprağa değil, toprağın bitkiye sağlayacağı vitamin, mineral ve suya ihtiyacı bulunmaktadır. Hidroponik sistemler, bitkinin gelişimi için gerekli olan suyu ve mineralleri içeren besin çözeltisinin dışarıdan takviyesi ile bitkisel üretimin yapıldığı bir yöntemdir (El Kazzaz ve El Kazzaz, 2017).

Akuaponik sistem, su ürünleri yetiştiriciliği ve topraksız tarım entegrasyonu ile oluşturulan sürdürülebilir bir üretim yöntemidir (Kargın ve Bilgüven, 2018).

Akuaponik ve hidroponik sistemler, öğrencilerin STEM içeriğini incelemeleri için eğlenceli ve etkili bir yol haline gelebilir, STEM becerilerini

geliştirebilir ve aynı zamanda işletme, ekonomi gibi konuların öğretilmesi ve sürdürülebilir kalkınma, çevre bilimi, tarım, gıda sistemleri ve sağlık gibi konuların ele alınması için de kullanılabilir (Junge vd., 2019).

1.2 Araştırma Problemi

“Ortaokul öğrencilerine yönelik topraksız tarım uygulamaları bağlamında tasarlanan eğitim içeriğinin, öğrencilerde kavramsal değişime etkisi ve öğrencilerin bu eğitim içeriğine yönelik görüşleri nedir?”

1.2.1 Alt Problemler

Bu çalışmada aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

1. Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin topraksız tarım konusu ile ilişkili bazı anahtar kavramlara (Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde Döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem) yönelik bilişsel yapıları eğitim içeriği uygulaması sürecinde nasıl değişmiştir?
2. Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin uygulamalar süresince topraksız tarım algıları nasıl değişmiştir?
3. Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin, eğitim içeriklerine yönelik görüşleri nelerdir?

1.3 Araştırmanın Önemi ve Özgün Değeri

Nitelikli bireylerde araştırma, sorgulama, eleştirel ve analitik düşünme, yaratıcılık, karar verme ve problem çözme gibi beceriler aranan özelliklerdendir. STEM eğitimi, çağa ve günün teknolojisine uyum sağlayabilen, üretken ve nitelikli bireyler yetiştirmeyi hedefler. Bu hedeflere ulaşabilmek için uygun eğitim programları ve ortamlarının hazırlanması öncelikli bir gereksinimdir.

Okulların bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarında daha özgün, uygulamalı ve daha fazla proje tabanlı araştırma ortamları sağlamasına ihtiyaç vardır (Thompson vd., 2023b). Okul bahçeleri eğitimde deneyimsel öğrenme için öğrencilerin ilgisini çeken bir ortamdır. Açık hava bahçeciliği yapmak için fiziksel alana veya iklime sahip olmayan okullarda, su kültürü ve hidroponik tarımın (topraksız tarım) birleşimi olan akuaponik sistemler ya da hidroponik sistemler dikkat çekici bir eğitim aracı olabilir çünkü bu sistemler, okul öncesinden yüksek öğretime kadar her seviyede bilimsel okuryazarlığı teşvik edebilir, doğa ve çevre bilimlerinin öğrenilmesine katkı sağlayabilir. Bir akuaponik ve hidroponik tarım sistemi, öğrencilerin STEM içeriğini öğrenmeleri için eğlenceli ve etkili bir

yol olabilir ve ayrıca sürdürülebilir kalkınma, çevre bilimi, tarım, sağlık ve gıda sistemleri gibi konuları ele almak için kullanılabilir (Genello vd., 2016; Junge vd., 2019). Bu doğrultuda bu çalışma ile Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ortaokul 6. sınıf seçmeli matematik ve bilim uygulamaları dersinde bir STEM etkinliği geliştirilmiştir. Bu etkinlik ile akuaponik ve hidroponik sistemlerin ilişkili olduğu “Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem” anahtar kavramlar üzerinden öğrencilerin bilişsel yapılarını anlamak ve STEM becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmak için akuaponik ve hidroponik sistemler tasarlanmıştır.

Ülkemizde akuaponik ve hidroponik sistemlerin eğitimde öğretim materyali olarak kullanıldığı oldukça kısıtlı çalışma olmasına rağmen uluslararası arenada öğretim materyali olarak bu sistemlerin her yaş düzeyinde eğitimde kullanıldığı, projeler ve programlar dahilinde çalışıldığı, disiplinler arası entegrasyonunun yanı sıra çevre bilinci ve farkındalığına olan katkısı ile birçok akademik çalışmanın konusu olduğu görülmektedir (Baykır, 2022; Genello vd., 2016; Hart, 2013; Junge vd., 2014; Viktor, 2018). Ulusal alanyazında topraksız tarım sistemlerinin eğitime entegrasyonu ile ilgili Baykır’ın (2022) çalışması haricinde çalışma bulunmamakla birlikte, bu çalışmayı Baykır’ın (2022) yapmış olduğu çalışmadan ayıran yani araştırmanın özgünlüğünü oluşturan unsurlar şöyledir; araştırmanın çalışma grubunu ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır, bu çalışmada sürdürülebilir kalkınma bağlamında topraksız tarım uygulamaları hem akuaponik hem de hidroponik sistemler üzerinden kurgulanmıştır. Topraksız tarım ve ilişkili olduğu kavramlara yönelik bilişsel yapılarının incelenmesi üzerine tasarlanan eğitim içeriği STEM etkinlikleri ve okul dışı öğrenme ortamlarından oluşmaktadır. Ayrıca öğrencilerin kendi topraksız tarım sistem tasarımlarını çizmesi ve geri dönüştürülebilir malzemelerle sistemleri oluşturması alanyazındaki çalışmadan farklılık göstermektedir. Çalışmanın bu özelliği ile öğretim materyali olarak çeşitli yaş gruplarındaki bireylere ve farklı alanlardaki araştırmalara yol göstereceği ve alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin topraksız tarım uygulamalarına ilişkin sahip oldukları bilişsel yapılarının geliştirilmesi ve bu

gelişim için kullanılan eğitim içeriğinin öğrenci görüşleri temelinde değerlendirilmesidir.

1.5 Sınırlılıklar

2023-2024 eğitim öğretim yılının 1. döneminde yürütülen araştırma;

1. İzmir İli Urla İlçesinde bulunan Millî Eğitim Bakanlığına bağlı bir ortaokulun 6. sınıfında öğrenim gören 11 erkek ve 9 kız öğrenci ile sınırlıdır. Araştırma süresince araştırmacının öğrenciler ile daha iyi iletişim kurması ve sürecin içinde dinamik bir şekilde yer alması için katılımcılar araştırmacının görev yaptığı okuldaki öğrencilerle sınırlıdır.

2. Seçmeli Matematik ve Bilim Uygulamaları dersi haftada 2 ders saati olduğundan ve dersin kendi müfredatından da geri kalmamak için araştırma 12 ders saati boyunca gerçekleştirilen etkinlikler ile sınırlıdır.

3. Öğrencilere sunulan kelime ilişkilendirme testi; “Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde Döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem” olmak üzere on anahtar kavramla sınırlıdır.

4. İl içinde akuaponik sistem ile üretim yapan bir sera olmaması sebebiyle okul dışı öğrenme ortamları eğitim gezisi hidroponik sistem ile üretim yapan sera ile sınırlıdır.

1.6 Varsayımlar

Bu araştırmada aşağıda yer alan varsayımlar kabul edilmiştir.

1. Öğrencilerin 6 hafta süresince, topraksız tarım ile ilgili bilgileri sadece eğitim içeriklerinden edindiği, okul dışında kendilerinin araştırma yapmadığı varsayılmaktadır.

2. Okul dışı öğrenme ortamı eğitim gezisinde öğrencilere bilgi veren sera yetkilisinin öğrenci seviyesine uygun ve güvenilir bilgilendirmelerde bulunduğu varsayılmaktadır.

1.7 Tanımlar

Topraksız Tarım: Bitkilerin toprak kullanılmadan, yetiştiricinin tercihiyle göre destekleyici ortamların kullanıldığı veya kullanılmadığı, bitkinin ihtiyaç duyduğu organik ya da inorganik besin maddelerinin kontrol altında bitkiye verilerek üretim yapılması topraksız tarımdır (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (Megep), 2008). Bu çalışmada topraksız tarım kavramı, akuaponik ve hidroponik sistemler üzerinden kurgulanmıştır.

Hidroponik Sistem: Hidroponik sistem, bitkilerin topraksız bir ortamda, besin bakımından zengin bir solüsyon içinde yetiştirildiği bir yöntemdir. Bu uygulamada bitkiler ihtiyaçları olan besinleri toprağa alternatif olarak mineralli solüsyondan karşılar. Hidroponik (topraksız) sistemde bitkilerin kök yapılarını destek amacıyla toprak yerine, genişletilmiş kil, cam yünü, çakıl, perlit, ponza, taş yünü, kum, vermikülit, volkanik tuf, perlit, hindistan cevizi lifi(kokopit), turba, talaş, kaya yünü agregası benzeri üretim ortamlarından yararlanılır (Megep, 2008). Bu çalışmada hidroponik sistemler; hidroton (kil topu), pet şişeler ve su motorunun olduğu bir sistem olarak tasarlanmıştır.

Akuaponik Sistem: Akuaponik sistem, topraksız tarım (hidroponik sistem) ile su ürünleri yetiştiriciliğinin (akuakültür) birleştirilmesiyle elde edilen alternatif ve sürdürülebilir bir üretim yöntemidir (Baykır, 2022; Kargın ve Bilgüven, 2018). Bu çalışmada akuaponik sistemler, hidroton (kil topu), cam fanus ve japon balığının içinde olduğu bir su sistemi olarak tasarlanmıştır.

2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde araştırma ile ilgili “Kavram Öğretimi”, “Kavramsal Değişim”, “STEM”, “Öğretim Yaklaşımları ve STEM”, “Topraksız Tarım”, “Hidroponik Sistemler”, “Hidroponik Sistemlerin Avantajları ve Dezavantajları”, “Akuaponik Sistemler”, “Akuaponik Sistemlerin Avantajları ve Dezavantajları”, “Akuaponik ve Hidroponik Sistemlerin Eğitimde Kullanılması”, “Akuaponik ve Hidroponik Sistemleri Deneyimleyen Öğrencilerin Haberleri”, “Okul Dışı Öğrenme Ortamları” konuları incelenmiş ve alanyazındaki ilgili çalışmalar sunulmuştur.

2.1 Kavramsal Çerçeve

2.1.1 Kavram Öğretimi

Bilgi çağı olarak adlandırılan günümüz dünyasında, bilgiler hızla üretilip aktarılmakta fakat güncelliğinin de hızlı bir şekilde kaybetmektedir. İnsanlar bilgiye hızlı bir şekilde ulaşabilsede bilgiyi kullanma konusunda zorlanabilmektedirler (Akbaş, 2013). Bireylerin bir alanda bilgi sahibi olabilmeleri ve bu bilgiyi kullanarak yeni fikirler geliştirebilmeleri için alanın temel kavramlarını doğru ve bilimsel bir şekilde öğrenmeleri gerekmektedir (Uzunöz ve Akbaş, 2011).

Kavram; bir nesne, olay ya da fikri betimleyen genel bir düşüncedir (Öner, 1991). Kavram, bir nesne ya da olayın zihinsel bir yansımasıdır ve ekseriyetle belirli özellikler veya nitelikler içermektedir. Kavramlar, düşünceleri koordine etmek ve iletişim kurmak için kullanılmaktadır (Senemoğlu, 2011). Kavramlar, dil ve fikirler arasında bağlantı kurarak, bilgi ve deneyimleri gruplandırmaya ve anlamaya yardımcı olmaktadır (Karadüz, 2004).

Yeni bilgileri halihazırda var olan bilgi yapıları ile ilişkilendirip, daha geniş bir anlayış geliştirmek ve farklılıkları tespit etmek, kavram öğrenme olarak tanımlanmaktadır (Schunk, 2014). Kavramları öğrenmeye insanlar, çocukluktan çevrelerini keşfederek, gözlem yaparak, nesneleri ve olayları sınıflandırarak ve ayırt ederek başlamakta, zihinlerindeki mevcut kavramlarla yeni öğrendikleri kavramları ilişkilendirmektedirler (Çaycı, 2007). Kavram öğretimi sürecinin, öğrenci merkez odaklı ve doğru öğretim stratejileri ile gerçekleştirilmesi, öğrencilerin hayat boyu yararlanabilecekleri doğru bilişsel yapılar oluşturmalarına yardımcı olmaktadır (Ayas, 2006). Kavram öğretiminde öğrencilerin önceki

bilgilerinin yeterli düzeyde olması, kavramlar arası bağlantıları kurabilmeleri önemlidir (Demirel, 2000). Kavram öğrenimi hayat boyu kullanılabilecek, yeni bilgilere temel oluşturan bir süreçtir. Bu bağlamda kavram öğretimine başlamadan önce öğrencilerin konu hakkındaki mevcut bilgileri tespit edilmelidir. Çünkü öğrenciler sahip olduğu ön bilgilerle yeni bilgileri yapılandırdığı için var olan bir yanlış bilgi, sonraki bilgilerinde hatalı öğrenilmesine sebep olabilmektedir (Akbaş, 2013). Alanyazında kavram öğretimi ile ilgili çok sayıda yöntem ve yaklaşım sunulmaktadır. YÖK/Dünya Bankası'na (1997) göre sunuş yoluyla ve buluş yoluyla öğretim kavram öğretiminde etkilidir. Ragan ve Smith'e (1999) göre araştırmacı ve sorgulayıcı yaklaşım kavram öğretiminde kullanılan iki temel yaklaşımdır. Hamilton ve Ghatala'ya (1994) göre klasik yaklaşım, prototipçi yaklaşım ve örnekleyeci yaklaşım kavram öğretiminde etkili olmaktadır.

2.1.2 Kavramsal Değişim

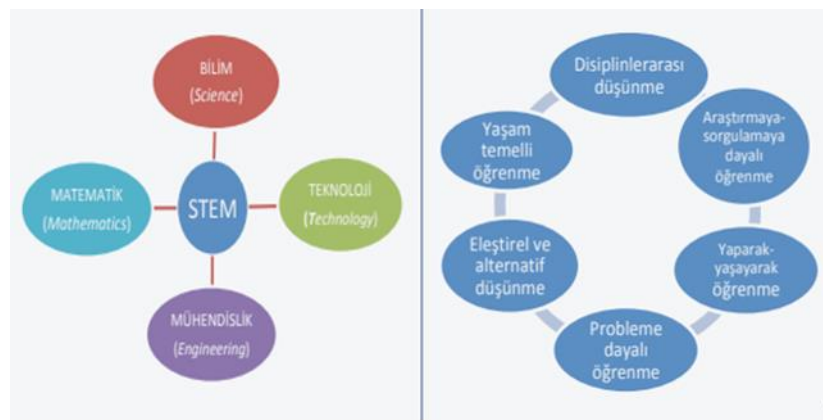
Bireylerin mevcut bilgi ve inançlarını yeni bilgilerle revize ederek veya tamamen değiştirerek daha doğru ve geniş kapsamlı bir anlayış geliştirme süreci kavramsal değişim olarak tanımlanmaktadır (Balcı, 2005). Kavramsal değişim, zihindeki parçalar halindeki ön bilgiyi, düzenleme sürecidir. Kavramsal değişim için farklı öğretim model ve stratejileri savunulmuştur (Dole ve Sinatra, 1998; Posner vd., 1982). Posner ve diğerleri (1982) tarafından geliştirilen kavramsal değişim stratejisi, öğrencilerin var olan kavramlarını yeni ve doğru kavramlarla değiştirmelerini sağlamak maksadı ile oluşturulmuştur, diğer stratejilerin birçoğu da bu model üzerinden geliştirilmiştir (Smith vd., 1993). Posner vd. tarafından geliştirilen bu strateji kavramsal değişim için dört ana bileşen üzerinde durmaktadır: Var Olan Kavramın Yetersizliği: Öğrenciler var olan bilgilerinin belirli durumları açıklamadaki eksikliklerini ve yetersizliklerini görmesi. Yeni Kavramın Anlaşılabilirliği: Öğrenciler için yeni kavramların açık olması, anlamakta zorlanmamaları. Kavramın Mantıklı ve Tutarlı Olması: Yeni kavramın akla uygun ve tutarlı olması. Verimli Olması: Yeni kavramın daha kullanışlı ve yararlı olması.

Kavramsal değişim sürecinde, başarılı bir sonuç elde etmek için öğrencilerin ön bilgilerinin ya da yanlış bilgilerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu tespitten sonra yanlış anlamaları gidermeye yönelik ve kavramların öğrencilerin zihninde doğru bir şekilde yapılandırılmasını destekleyen öğretim teknikleri kullanılmaktadır. Kavramsal değişim sürecinde yalnızca geleneksel öğretim

yöntem ve tekniklerin kullanılması başarıyı olumsuz yönde etkilemektedir (Hürsoy ve Demir, 2023). Bu süreçte gerçek ve fiziksel deneyimlere dayanan, öğrenciyi merkeze alan yöntemler kullanılması yararlı olmaktadır (Micallef & Newton, 2022). Kavramsal değişim sürecinde öğrencilerin kavramları nasıl anladıklarını ya da eksik, yanlış bilgilerini ortaya çıkarmak için kavram haritaları, analogiler, çizimler, metaforlar, tahmin-gözlem-açıklama, kelime ilişkilendirme gibi farklı ölçme ve değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır (Şahin, 2010).

2.1.3 STEM

Gelişmiş ülkelerin teknolojik, ekonomik ve savunma sanayii alanlarındaki rekabeti bu ülkeleri yenilikçiliğe, bilime ve mühendisliğe yatırım yapmaya yönlendirmiştir. Bu amaç doğrultusunda, ABD öncü bir rol üstlenerek çeşitli reform girişimleri başlatmıştır. Bunlardan en popülerleri hem ABD’de hem de diğer ülkelerde büyük yankı uyandıran, sınıflarda öğrencilere sorgulayıcı araştırmaya dayalı bir öğrenme ortamı sunan bir müfredat programıdır (National Research Council (NRC), 1996). Fakat hedeflenen başarının gerçekleşmemesi, bilimsel ve teknolojik kapasitesini artıran Çin’in tehdit olarak algılanması, Amerikalı mühendis ve işçilerde iş dünyasının istenilen kaliteyi bulamaması, ilgiyi eğitime çekmiştir ve iş dünyasının bu konuda raporlar yayınlamasına neden olmuştur. Bu raporlar okullara baskı yaratmış ve ilk olarak mühendisliğin öğretim kurumlarında yaygınlaştırılmasına yönelik uygulamalar başlatılmıştır. Mühendisliğin matematik, fen ve teknoloji eğitimi ile çok iyi entegre olacağı düşünülmüş böylece STEM akımı popüler olmuştur (Akgündüz vd., 2015).



Şekil 2.1. STEM eğitimi alanları ve STEM eğitiminin hedeflediği beceriler (Altunel, 2018)

STEM; Science (Bilim/Fen Bilimleri), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) kelimelerinin İngilizce baş harflerinin kısaltmalarından oluşan ve bu dört disiplinin entegrasyonunu sağlayan bir eğitim modelidir. STEM eğitimi ile öğrencilerin 21. yy. becerileri olarak adlandırılan yaratıcılık, eleştirel düşünme, iş birliği ve iletişim becerilerini kazanması hedeflenmektedir (Dönmez, 2020).

Ülkeler tarafından STEM eğitiminin tercih edilme nedenleri STEM Eğitim Raporu'nda (Yıldırım, 2018) şu şekilde belirtilmiştir:

- Mühendislik, fen ve matematik alanlarının birleşimi teknolojiyi ortaya çıkarmaktadır, teknolojisi gelişmiş ülkeler, ekonomik olarak da güçlüdür bu yüzden STEM eğitimi gereklidir.
- Sanayide ara eleman eksikliği bulunmasının ardında okul– sanayi bağlantı kopukluğu vardır, okul- sanayi bağlantısının sağlanması için STEM eğitimi uygulanmalıdır.
- Mesleki okulları aktif hale getirip, nitelikli ara eleman açığını kapatmak için STEM eğitimi gerekmektedir.
- Öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini kullanarak, öğrendiği bilgileri günlük hayat ile ilişkilendirebilmeleri için STEM eğitimi gereklidir.

Eğitim ve öğretim sürecinde hem öğretmenlere hem de öğrencilere birçok katkısı bulunan STEM eğitiminin alanyazında;

- Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği (Aydın ve Karşlı, 2019; Bahşi ve Fırat, 2020; Çimentepe, 2019; İzgi, 2020; Kapan, 2019; Kızılay vd., 2020; Yamak vd., 2014)
- Öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı (Ayaz vd., 2020; Çetin, 2019; Çimentepe, 2019; Eroğlu ve Bektaş 2016; İzgi, 2020; Kapan, 2019; Kurtuluş, 2019)
- Öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını geliştirdiği (Çiftçi, 2018; Doğan ve Kahraman, 2021; Eroğlu ve Bektaş 2016; Gülhan ve Şahin, 2018; Kurtuluş, 2019)
- Öğrencilerin problem çözme becerilerini arttırdığı (Bolat, 2020; Hişmi, 2022; Kurt, 2019; Kurtuluş, 2019)
- Öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerilerini arttırdığı (Aydın ve Karşlı, 2019; Demir, 2021)

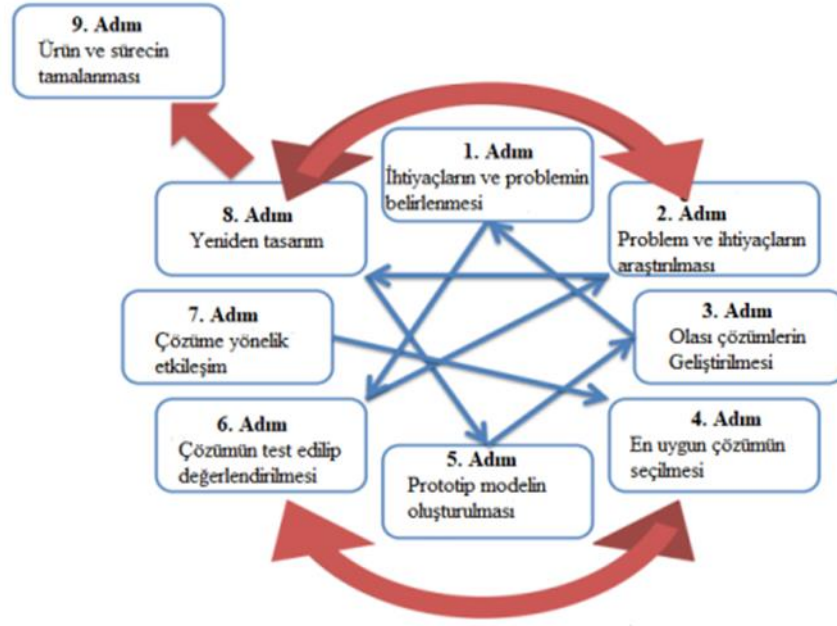
- STEM mesleklerine ve alanlarına ilgilerini arttırdığı (Bolat, 2020; Çiftçi, 2018; Demir, 2021; Doğan ve Kahraman, 2021; Gülhan ve Şahin, 2016; Sarı vd., 2018)
- Öğrencilerin mühendislik yaklaşımını kullanarak yeni çözümler, projeler ve tasarımlar geliştirerek üreten bireyler olarak yetiştirilmelerini sağladığı (Adanır ve Hacıoğlu, 2021; Karakaya, 2022; Uyanık, 2021; Yalçın ve Akbulut, 2021)
- Öğrencileri derse motive ettiği (Aydın ve Karslı, 2019; Doğan ve Kahraman, 2021; Kapan, 2019; Keçeci vd., 2017; Şanlı, 2019)
- Öğrencilerin öğrendiklerinin kalıcılığını arttırdığı belirtilmektedir (Aysu, 2019; Gökçe, 2019; Gürbüz ve Karadeniz, 2019).

2.1.3.1 Öğretim Yaklaşımları ve STEM

Alanyazında STEM eğitiminin farklı uygulama şekilleri görülmektedir, bunlardan mühendislik tasarım süreci, 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, STEM SOS (Students on the Stage- Öğrenciler Sahnede) modelinin çoğunlukla uygulandığı görülmektedir (Capraro vd., 2013; Han vd., 2015; Yıldırım ve Selvi 2017).

Mühendislik Tasarım Süreci Temelinde STEM:

Bu süreçte öğrenciler ilk olarak, kendilerine bir senaryo içinde verilen gerçek bir hayat problemini tanımlamakta (Akarsu vd., 2020), beyin fırtınası yaparak probleme çözüm yollarını araştırmaktadırlar (National Academy of Engineering and the National Research Council (NAE ve NRC), 2009). Sonrasında olası çözümleri geliştirerek, en iyi çözümü seçip, hazırladıkları tasarımların taslağı ile prototip oluşturmaktadırlar. Prototipi test ettikten sonra sonuçlarını değerlendirmektedirler. Test sırasında prototipte eksik ve zayıf yön bulunduysa önceki basamaklara geri dönmekte, eğer prototip başarılı ise sonuç paylaşarak değerlendirilmektedir.



Şekil 2.2. Mühendislik tasarım süreci basamakları (Hynes vd., 2011)

Mühendislik uygulamalarının, fen ve matematik derslerine entegre edilmesi öğrencilerin problem çözme ve iletişim becerilerini geliştirmekte, üretken ve yaratıcı olmalarını sağlamakta, mühendisliğe olan ilgilerini artırıp böylece yeteneklerine uygun meslek seçiminde yardımcı olmaktadır (Ekici, 2022).

5E Öğrenme Modeli temelinde STEM:

Yapılandırmacı yaklaşımı temel alan ve Bybee (2009) tarafından geliştirilen 5E öğrenme modeli STEM eğitiminde kullanıldığında öğrencilerin araştırmaya olan isteklerini ve konuya olan ilgileri artırmakta, yaparak yaşayarak öğrenen öğrenciler kendi kavramlarını yapılandırmakta ve öğrendikleri bilgileri günlük hayata aktarabilmektedirler (Bilen vd., 2021, Dass, 2015; Ong vd., 2020; Sanjaya, 2018). STEM entegreli 5E öğrenme modeli, normal 5E öğrenme modelinden farklı olarak doğrusal değil döngüseldir ve değerlendirme süreç boyunca devam etmektedir. STEM entegreli 5E öğrenme modelinin aşamalarını Altunışık ve Ekici (2022) şu şekilde açıklamaktadır:

Giriş (Engage): Olası bir problem sunulur, öğrenciler beyin fırtınası yaparak ilgili çözümleri tartışırlar.

Keşfetme (Explore): STEM disiplinleri arası bağlantı kurulur, keşfedilir ve çözüm önerilerini geliştirmek için sistematik yaklaşımlar kullanılır ve uygulanır.

Açıklama (Explain): verilerin analiz edildiği, yorumlandığı, olası çözümlerin bildirildiği, analiz için uygun teknolojilerin kullanıldığı aşamadır.

Derinleştirme (Elaborate): STEM yaklaşımına göre prototiplerin, modellerin, deneysel prosedürlerin geliştirildiği aşamadır.

Değerlendirme (Evaluate): Problemin çözümlerinin, anlayışların gösterildiği, akran değerlendirilmesinin yapıldığı aşamadır.

Proje Tabanlı Öğrenme Temelinde STEM:

Proje tabanlı öğrenme; teknoloji tabanlı, hayatı sınıfa taşıyan hem akademik hem de sosyal ve duygusal gelişimi destekleyen bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Erdem, 2002). Proje tabanlı bir sınıfta, öğrenciler olayları keşfetmekte, sorunları araştırmakta, hipotezler kurmakta, fikirlerini tartışıp, yeni fikirler üretmekte, yaparak ve uygulayarak öğrenmektedirler (Krajcik ve Blumenfeld, 2006). Proje tabanlı öğrenme ile STEM in kazandırmayı hedeflediği davranışlar ve proje tabanlı öğrenmenin temel prensipleri, STEM öğrenme deneyimlerine benzemektedir (Siew vd., 2015). Proje tabanlı STEM eğitimi, öğrencilerin karmaşık problemleri çözmelerine yardımcı olan, öğrencilerin eleştirel, analitik ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlayan, öğrencilere iş birliğini, iletişimi, problem çözmeyi öğreten bir yaklaşım olarak ifade edilmektedir (Capraro vd., 2013; Çevik, 2018).

Proje temelli STEM aşamaları şu şekildedir; (1) problemin belirlenmesi, (2) problemin araştırılması, (3) tasarıma karar verilmesi, (4) fikirlerin analiz edilmesi, (5) yapım aşaması, (6) test etme ve yeniden dizayn, (7) iletişim ve sunma.

Probleme Dayalı Öğrenme Temelinde STEM:

Probleme dayalı öğrenme, günlük hayattan alınan, gerçek ya da gerçeğe yakın problemlerin iş birliği içinde çözülmeye çalışıldığı bir öğretim yaklaşımı olarak ifade edilmektedir (Şenocak ve Taşkesenligil, 2005). Probleme dayalı öğrenmede, öğrenci bilgiye kendisi ulaşmaktadır bunun içinde öğrenciye problem sunulmakta, problemle karşılaşan öğrenci çözüm sürecinde araştırma yaparken, öğretmen rehberliğinde bilgiye ulaşmaktadır ve bu süreçte problemi analiz ederek, eleştirel düşünme ve değerlendirme becerilerini geliştirmektedir (Kartal Taşoğlu ve Bakaç, 2023; Sönmez ve Lee, 2003).

STEM yaklaşımında da öğrenciler, günlük hayattan seçilen bir probleme çözüm geliştirmek için disiplinler arası bağlantı kurarak, tasarım, mühendislik aşamalarını kullanarak problemi çözmeye çalışmaktadırlar. Bu açıdan bakıldığında probleme dayalı öğrenmenin amaçları ile STEM eğitiminin amaçları örtüşmektedir (Ekici, 2022). Probleme dayalı öğrenme ile gerçekleştirilen STEM uygulamalarının

etkilerinin araştırıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır, bu çalışmalarda probleme dayalı öğrenme ile gerçekleştirilen STEM uygulamalarının, STEM becerilerinin kazandırılmasında ve problem çözme becerilerinin gelişimine olumlu yönde etki sağladığı belirtilmektedir (Alıcı, 2018; Aysu, 2019; Chen, 2007; Erden ve Yalçın, 2021; Lou vd., 2011; Tsai, 2007). Probleme dayalı öğrenmenin STEM yaklaşımında uygulama basamaklarını Ekici (2022) şu şekilde sıralamaktadır:

Problem durumu: Öğrencilere ön bilgisinin olduğu ve ders hedefleri ile ilişkili gerçek bir yaşam problemi sunulur.

Sorular: Öğrenciler problem durumunu inceler. “Problem hakkında ne biliyorum?”, “Problemi çözebilmek için neleri bilmeye ihtiyacım var?”, “İhtiyacım olan bilgiyi nereden bulabilirim?” gibi sorularla öğretmen öğrenciyi yönlendirir. Bu aşamada öğrenci problemle ilgili kendi sorularını da yazabilir ve cevap bulma yollarını tartışır.

Eylem planı: Öğrenciler problemin araştırma süreci için bir eylem planı oluşturur. Takip edecekleri aşamaları planlayarak, gerekli materyal, bilgi ve kaynakları belirlerler.

Araştırma: Öğrenciler problemin çözümü için araştırma yapar, gerekli bilgileri toplarlar. Öğretmen bu aşamada gerekli bilgiye ulaşabilmeleri için etkinlikler planlayabilir.

Probleme yönelik çözüm önerileri: Öğrenciler topladığı bilgileri analiz eder, problem durumuna çözümler üretir, gruplar arasında tartışmalar ve değerlendirmeler yapılır.

Ürün/Çözüm ya da performans: Çözüm önerilerinin olumlu ya da olumsuz yönlerini değerlendirerek, en uygun çözüm önerisine ulaşırlar.

Son değerlendirme ve geri bildirim: Çözüm önerilerini arkadaşlarıyla paylaşırlar. Kendi çözümlerini ve arkadaşlarının çözümlerini değerlendirirler.

STEM SOS modeli (Students on the Stage- Öğrenciler Sahnede):

STEM SOS modeli; ABD’de Harmony Devlet Okulları tarafından geliştirilen, proje tabanlı öğrenme ve sorgulamaya dayalı öğrenmeyi birleştiren bir modeldir (Akgül ve Yıldırım, 2018; Dede, 2022). STEM SOS modeli, öğrencilerin STEM eğitimine ilgisini artırmak, STEM’i daha iyi öğretmek, kendini motive eden ve kendi öğrenmelerini düzenleyen öğrenciler yetiştirmek amacıyla geliştirilmiştir (Harmony STEM Programı, 2013, aktaran Şahin ve Top, 2015).

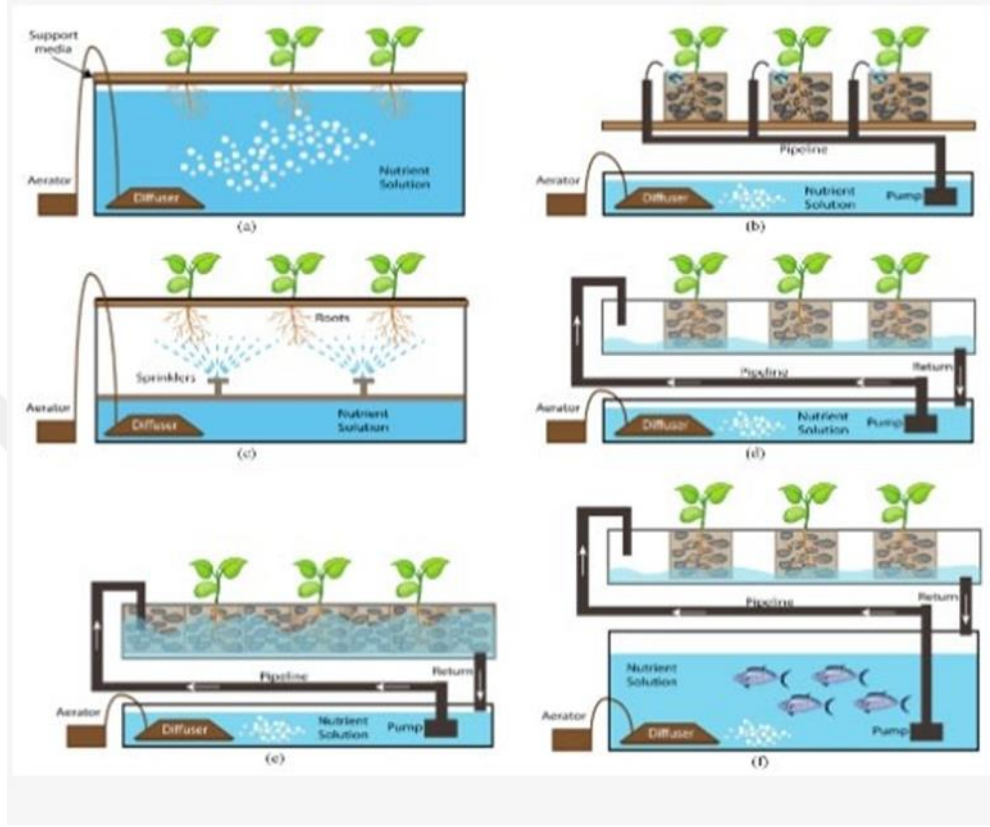
STEM SOS modelinde öğrenciler, Seviye I, II ve III olmak üzere üç farklı seviyede proje deneyimlemektedirler. Seviye I, 21. yüzyıl becerilerini hedefleyen, dersin müfredatı kapsamında, kısa vadeli, 3-4 kişilik öğrenci gruplarıyla yapılması tavsiye edilen, sınıf içi projelerdir. Seviye II de öğrenciler, bir yıl içinde matematik veya fen konularına dayalı disiplinler arası aynı zamanda sosyal bilimler ve dil sanatlarına da (okuma, dinleme, yazma ve konuşma) entegre bir proje tamamlamakta, projelerini tamamladıktan sonra bulgularını e-portfolyolar aracılığıyla kısa bir sunum videosu ve web içeriği olarak sunmaktadırlar. Seviye III, öğrencilerin yıl boyunca bireysel veya küçük gruplar halinde çalıştıkları uzun vadeli projelerdir. Seviye III projeleri tamamen öğrenci tarafından oluşturulan, öğrenci odaklı projelerdir. Öğrenciler, profesörler, mühendisler, doktora öğrencileri ve STEM endüstrisi liderleri gibi mentorlardan projelerine danışmanlık alabilmektedirler. Seviye III projeleri, bilim fuarları, bilim olimpiyatları gibi ileri düzey araştırma projeleridir. STEM SOS modelinde teknoloji her seviyede kullanılmaktadır. Seviye I de teknoloji, proje hazırlama sürecinde sunum ve galeri oluşturmada kullanılırken, seviye II ve seviye III de teknoloji iki şekilde kullanılmaktadır; birincisinde poster hazırlamak, video çekmek, Youtube' a video yüklemek için teknoloji sürece entegre edilirken ikincisinde fen, matematik ve teknoloji bilgileri üzerine mühendislik tasarım süreçleri de entegre edilerek ortaya bir ürün çıkarılmaktadır (Selvi ve Yıldırım, 2017; Şahin ve Top, 2015).

2.1.4 Topraksız Tarım

Günümüzde nüfusun hızla artmasının yanı sıra küresel ısınma sonucu değişen iklim koşulları, su kaynaklarındaki azalma, artan kuraklık ve çölleşme, erozyonla toprağın tarıma elverişli verimli kısımlarının kaybı, tarım arazilerine yerleşim yeri kurularak buraların betonlaştırılması, yanlış tarım uygulamaları ve topraktaki tuzluluk oranının yükselmesi, geniş verimli arazi ihtiyacı gibi faktörler, topraklarımızın artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalacağını düşündürmektedir. Bundan dolayı alternatif tarımsal üretim arayışlarına geçilmiştir. Bitkilerin toprak kullanılmadan, yetiştiricinin tercihine göre destekleyici ortamların kullanıldığı veya kullanılmadığı, bitkinin ihtiyaç duyduğu organik ya da inorganik besin maddelerinin kontrol altında bitkiye verilerek üretim yapılması topraksız tarımdır (Megep, 2008). Topraksız tarımın tarihi, eski Mısır, Çin uygarlıklarından bu yana M.Ö. birkaç yüzyıla kadar uzanmaktadır. Aztekler 10. ve 11. yüzyılda göl üzerinde hidroponiğe dayalı asma bahçe yöntemini

uygulamışlardır. Ticari olarak ise daha yakın tarihe sahip bir üretim şeklidir (El Kazzaz ve El Kazzaz, 2017).

Topraksız tarımın çeşitli yetiştirme teknikleri bulunmaktadır. Bunlar şekil 2.3'te gösterilmektedir.

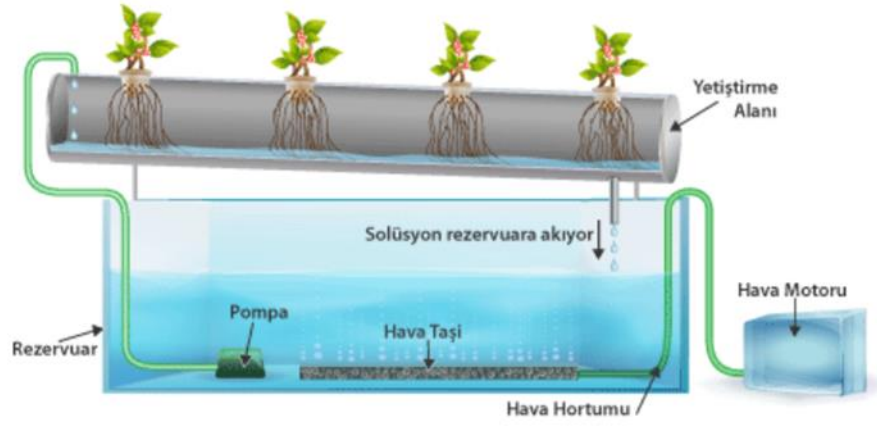


Şekil 2.3. Farklı topraksız tarım türleri (a) Derin su kültürü (b) Damlama sistemi (c) Aeroponik (d) Besin film tekniği (NFT) (e) Gelgit ve akış (f) Akuaponik (Velazquez-Gonzalez vd., 2022)

Şekil 2.3'te görüldüğü gibi topraksız tarımın birçok türü bulunmaktadır. Bu çalışmada akuaponik ve hidroponik sistemlerle ilgili etkinlikler düzenlendiği için kavramsal çerçevede hidroponik ve akuaponik sistemlere yer verilmiştir.

2.1.4.1 Hidroponik Sistemler

Hidroponik sistemler, topraksız tarımın ilk tekniği olduğundan topraksız tarım birçok kaynakta hidroponik tarım olarak da isimlendirilmektedir (Okur, 2015). Bitkiler fotosentez için ışık, su, karbondioksit ve bazı minerallere ihtiyaç duymaktadırlar. Suyu ve mineralleri topraktan kökleriye almaktadırlar. Hidroponik sistemlerde ise ihtiyaç duyduğu suyu ve mineralleri içeren bir besin çözeltisinden yararlanmaktadırlar.



Şekil 2.4. Hidroponik sistem örneği (*İnce Besin Tabakası Sistemi – NFT – Toprakvesu.com Bilgi Bankası, t.y.*)

Hidroponik sistemler besin çözeltisinin uygulanaşına göre ve destekleyici ortam kullanımına göre çeşitlere ayrılmaktadır. Besin çözeltisinin uygulanaşına göre açık sistemler ve kapalı sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Açık sistemlerde bitki köklerine besin çözeltisi bir kez verilmekte ve yeniden kullanılmamakta; kapalı sistemlerde ise fazla çözelti toplanarak tekrar dolaşıma sokulmaktadır (Megep, 2008). Destekleyici ortam kullanımına göre ise hidroponik sistemler; sıvı sistemler ve agregat sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Sıvı sistemler, bitkilerin köklerini destekleyecek katı bir ortam bulunmayan yapılarda, belli aralıklarla besin çözeltilerinin bitki köklerine püskürtülmesi ile ürünlerin yetiştirilmesi yöntemidir. Agregat modelde ise bitkiler; viyol, saksı benzeri kaplara doldurulan perlit, kil, torf, kokopit gibi substratlara ekilmektedir. Besin çözeltileri, damla sulama veya yağmurlama sulama yoluyla sisteme verilmektedir. Bütün bu tekniklerde temel prensip, bitkilerin köklerine yeterli miktarda besin maddesi içeren çözeltilerin ulaştırılmasıdır (Megep, 2008).

Marul, nane, ıspanak, frenk soğanı, salatalık, domates ve çilek hidroponik sistemlerde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Bingöl, 2019).

Hidroponik sistemlerde bitkinin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için besin çözeltisi hazırlanırken çok dikkat edilmektedir. Her bitki grubu için farklı besin içeriği reçetesi bulunmaktadır. Üreticiler yetiştirecekleri ürüne göre gerekli kimyasalları reçeteler doğrultusunda kendileri hazırlayabilecekleri gibi, ilgili reçeteye göre hazırlanmış hazır besinleri piyasadan temin edebilmektedirler. Bitkilerin sağlıklı gelişimi için besin çözeltisinin EC (tuzluluk değeri) ve pH (asitlik derecesi) değerlerinin belirli sınırlar içinde tutulması gerekmektedir. Bu değerler,

EC metre ve pH metre adı verilen cihazlarla ölçülmektedir. EC değeri istenen seviyenin üzerinde ise su, altında ise gübre ilave edilmektedir. Çözeltinin pH değerini düşürmek için nitrik asit veya fosforik asit, yükseltmek için öğütülmüş kireç taşı kullanılabilir (Megep, 2008). Tablo 1’de hidroponik sistemlerde bitkilerin sağlıklı gelişimi için olması gereken EC ve pH değerleri verilmiştir.

Tablo 2.1. Farklı topraksız kültür bitkileri için pH değerleri (Velazquez Gonzalez vd., 2022)

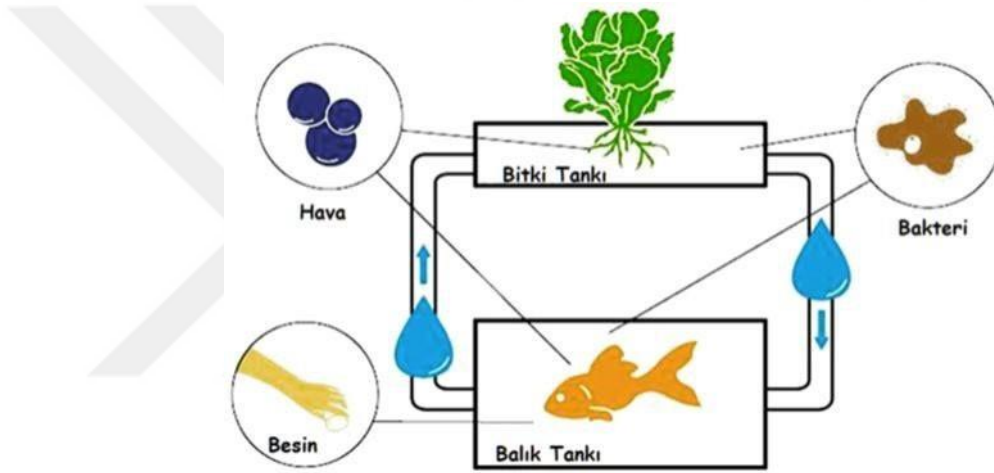
Ürün	Optimum EC	Optimum pH
Marul	1,2 – 1,8	6,0 – 7,0
Maydanoz	1,8 – 2,2	6,0 – 6,5
Ispanak	1,8 – 2,3	6,0 – 7,0
Çilek	1,8 – 2,2	6,0
Domates	2,0 – 4,0	6,0 – 6,5
Biber	0,8 – 1,8	5,5 – 6,0

2.1.4.1.1 Hidroponik Sistemlerin Avantajları ve Dezavantajları

Hidroponik sistemler; su ve besin bitkiye doğrudan verildiği için kök yayılımına gerek olmamasıyla, daha küçük bir alanda daha fazla bitki yetişmesi ve böylece araziden tasarruf edilmesiyle, su kontrollü bir şekilde verildiği için az su kullanımıyla, yeterli suyun olmadığı ortamlarda bile üretim yapılabilmesiyle, genellikle iç mekanlarda yapıldığı için zararlı organizmalara, yabancı otlara maruz kalma azalacağından daha az kimyasal kullanımıyla, bitki; ihtiyacı oranında besin aldığından ve iç mekanda hava olaylarından daha az etkileneceğinden daha hızlı ve verimli büyümesiyle, küçük alanlarda daha fazla bitki üretimi sağlandığından daha fazla verim elde edilmesiyle, toprağa ihtiyaç duymadığı için toprağı verimsiz olan veya iklimin elverişli olmadığı yerlerde tarım yapılabilmesiyle ve kent ortamında da yapılabilirdiği için ulaşım maliyetlerini azaltmasıyla geleneksel tarıma göre daha avantajlı bulunmaktadır. Bütün bunlar göz önüne alındığında hidroponik sistemler sürdürülebilir, çevre dostu tarım uygulamalarıdır. Avantajlarının yanında dezavantajları da olan hidroponik sistemlere, özel bilgi ve tecrübe gerektirmesi, kurulumunun maliyetli olması, jeotermal enerjinin kullanılmadığı yerlerde enerji kullanım maliyetinin yüksek olması, her ürünün topraksız tarıma uygun olmaması ve tüketicilerin topraksız tarıma karşı şüpheci yaklaşımı sebebiyle üreticiler tarafından temkinli yaklaşılmaktadır.

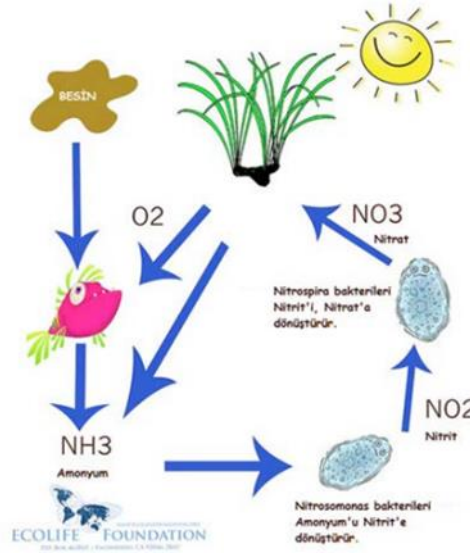
2.1.4.2 Akuaponik Sistemler

Akuaponik, su ürünleri yetiştiriciliğini (balık gibi suda yaşayan organizmaların yetiştirilmesi), hidroponik (besin açısından zengin suda topraksız bitki yetiştirilmesi) ile birleştiren sürdürülebilir bir tarım yöntemidir (Kargın ve Bilgüven, 2018). Bu kombinasyon, balıkların ve bitkilerin birlikte geliştiği kapalı döngü ortamı yaratmak için her iki sistemde de meydana gelen biyolojik süreçleri oluşturmaktadır. Sistemde kullanılan su, bitkiler ile tanklar arasında dolaşmaktadır. Balık atığı bitkiler için doğal bir gübredir. Bitkiler, amonyak ve diğer azotlu bileşikleri faydalı bakterilerin yardımıyla besin maddelerine dönüştürmekte ve suyu biyolojik olarak arındırmaktadır. Böylece balıklar için su temizlenmiş olmaktadır (Kargın ve Bilgüven, 2018; Mukherjee, 2013).



Şekil 2.5. Akuaponik sistem şeması (Aquaponicsplan, 2015; akt. Kargın ve Bilgüven, 2018)

Dengeli ve verimli bir sistemin oluşması için akuaponik sistemler azot döngüsünü kullanmaktadır. Balıkların besinleri sindirdikten sonra oluşturduğu atık, balıklar için zehirli olan amonyak formundadır. Balık atıklarındaki amonyak Nitrosomonas bakterileri tarafından nitrite, nitrit ise Nitrospira bakterileri tarafından nitrara dönüştürülmektedir. Bitki büyümesi için gerekli olan azot, sudaki bitki köklerinden alınan nitritlerden elde edilmektedir. Azot formlarından arıtılmış su, balıklar için gerekli su kalitesine ulaştığında tanklara girmektedir (Kargın ve Bilgüven, 2018).



Şekil 2.6. Akuaponik sistemlerde azot döngüsü (Ecolife, 2012; akt. Kargın ve Bilgüven, 2018)

Akuaponik sistemlerde, sisteme daha uyumlu olduğu düşünülen tatlı su balıkları tercih edilmekle birlikte acı su balıkları da kullanılmaktadır. Tatlı su çipurası, sazan balığı, yayın balığı, pervane balığı, Japon balığı, lepistes, alabalık, tilapia ve levrek gibi balıklar tercih edilebilmektedir (Dede ve Türkan, 2009). Bitki türlerinden ise; marul, nane, roka, domates, biber gibi bitkiler seçilebilmektedir (Rakocy vd., 1993).

Akuaponik sistemlerde su kalitesinin sabit olmasına önem verilmektedir. Su kalitesini test eden kitler vasıtasıyla çözülmüş oksijen, karbondioksit, amonyak, nitrat, nitrit, pH, klor gibi parametrelerin değerleri ölçülmektedir. Şekil 2.6’da Akuaponik sistemde balıklar, hidroponik bitkiler ve nitrifiye bakteriler için genel tolerans değerleri verilmiştir (Sommerville vd., 2014).

Organizma	Sıcaklık (°C)	pH	Amonyak (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Çözülmüş oksijen (mg/l)
Ilık su balıkları	22-32	6-8,5	< 3	<1	< 400	4-6
Soğuk su balıkları	10-18	6-8,5	< 1	< 0,1	< 400	6-8
Bitkiler	16-30	5,5-7,5	< 30	< 1		> 3
Bakteriler	14-34	6-8,5	< 3	< 1	-	4-8

Şekil 2.7. Akuaponik sistemde balıklar, hidroponik bitkiler ve nitrifiye bakterileri için tolerans değerleri (Sommerville vd., 2014)

2.1.4.2.1 Akuaponik Sistemlerin Avantajları ve Dezavantajları

Akuaponik sistemlerde, geleneksel tarımla aynı miktarda tarımsal üretime ulaşmak için su tüketiminin yalnızca %2'sine ihtiyaç duyulmaktadır bu da su

tasarrufu açısından önemli bir değerdir. Gübreleme için balık atığı içeren su, organik gübre olarak kullanılmakta, su ürünleri yetiştiriciliğinden kaynaklanan atıklar sistemde değerlendirilmektedir böylece tahliye edilen kirli sular yer altı ya da yer üstü su kaynaklarını kirletmemiş olacaktır. Zemin sistemi sayesinde daha küçük alanda daha fazla bitki ve sucul canlı elde edilebilmektedir. Akuaponik sistemler, toprağı verimsiz bölgelerde de uygulanabilmektedir böylece verimsiz arazilerde değerlendirilebilmektedir. Sistemin organik ürünlerin satıldığı pazarların yakınına kurulması nakliye maliyetlerini azaltabilmektedir. Pestisit, hormon ve suni gübre kullanılmadığı için daha sağlıklı bitkiler yetiştirilmektedir. Sonuç itibarıyla akuaponik sistemler sürdürülebilir ekolojik ve çevre dostu bir üretim modelidir. Bunun yanı sıra; ilk sistemin kurulumunun maliyetli olması, başarılı olmak için sadece sebzelerin nasıl yetiştirildiğini değil, aynı zamanda balık ve bakterilerinde nasıl yetiştirildiğinin bilinmesinin gerekliliğı, kurulan sistemde sorun giderme, onarım ve bakım işlemlerinin aynı zamanda kurulum bilgisi ve el becerisi gerektirmesi, balıkların ve bitkilerin ihtiyaçlarını ayarlamaya yönelik net bir formül olmayışı, sistemin işleyişindeki hataların, hızlı bir şekilde tüm sistemi olumsuz yönde etkileyebileceğı ve hatta ölüme yol açabileceğı ve günlük denetimlerin düzenli olarak yapılması ve her zaman dikkatli olunması gerekliliğı akuaponik sistemlerin dezavantajı olarak görülebilmektedir (Kargın ve Bilgüven, 2018; Nelson 2008; Uslu,2019).

2.1.5 Akuaponik ve Hidroponik Sistemlerin Eğitimde Kullanılması

Akuaponik ve hidroponik sistemler, yalnızca gıda üretimi için son teknoloji olmakla kalmayacak, aynı zamanda disiplinler arası iş birliği yoluyla öğrencilerin STEM becerilerini geliştirecek ve öğrencilerin anaokulundan diğer tüm eğitim düzeylerine kadar bilim ve teknolojiye, bilimsel ve çevresel bilgilerin edinilmesine ve kullanılmasına yol açacaktır. Akuaponik ve hidroponik sistemler öğrencilerin STEM becerilerini geliştirmede ve öğretmede etkili bir şekilde kullanılabilmektedir çünkü bu sistemler bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi birçok disiplini entegre edebilen ve uygulamalı deneyimler sağlayabilen sistemlerdir. Akuaponik ve hidroponik sistemlerin STEM eğitimindeki kullanım alanları şöyle olabilir:

Ekoloji, biyoloji ve kimya: Akuaponik sistemin temeli bitki ve balık yetiştiriciliğidir. Bu iki sistemin bir arada işleyişini gözlemlemek, ekolojik ve doğal dengenin nasıl korunduğunu anlamak, ekosistemlerin birbirine bağıllığı, enerji akışı

ve sistemdeki madde döngülerini öğrenmek biyoloji dersi açısından önemlidir. Ayrıca akuaponik ve hidroponik sistemlerde su kalitesi çok önemlidir ve suyun pH değerinin ölçülmesi, amonyak, nitrit ve nitrat gibi seviyelerinin belirlenmesi kimya dersi için uygulamalı bir örnek olabilmektedir.

Teknoloji: Sistemlere sensörler yerleştirilirse ve veri izleme programları kullanılırsa teknoloji alanında öğrencilerin gelişimleri desteklenebilmektedir.

Mühendislik ve Tasarım: Öğrencilere mühendislik ve tasarım becerileri kazandırmak için akuaponik ve hidroponik sistemlerin kurulumu ve yönetimi kullanılabilir. Sistemleri en uygun şekilde kullanmak ve geliştirmek için çeşitli mühendislik ilkelerini uygulama fırsatı sağlanabilmektedir.

Matematik: Sistemdeki bitki ve balık büyüme hızı, su sıcaklığı, pH, nitrat, nitrit gibi ölçüm verilerini toplamak, grafiklerini ve analizlerini yapmak öğrencilerin matematiksel becerilerini geliştirebilmektedir.

Akuaponik ve hidroponik sistemler birçok ülkede, çok çeşitli akademik seviyelere hitap eden eğitim araçları olarak hizmet vermektedir. Bu sistemler ilk ve orta dereceli okullarda, özellikle ileri sınıflarda, biyoloji ve kimya derslerinde bilimsel projelerde kullanılmaktadır. Akuaponik sistemlerin liselerde ve üniversitelerde ise gıda sistemleri ve çevre bilimi gibi multidisipliner bir yaklaşım gerektiren karmaşık konularda eğitim vermede çok değerli olduğu kanıtlanmıştır (Baykır, 2022; Hart, 2013; Junge vd., 2014; Junge vd., 2019; Viktor, 2018). Akuaponik ve hidroponik sistemler işletme, ekonomi, sürdürülebilir kalkınma, çevre bilimi, tarım, gıda sistemleri ve sağlık gibi konuların öğretimine katkı sağlayabilmektedir (Junge vd., 2019). Akuaponik sistemler, biyoloji ve doğa bilimleri müfredatında belirtilen eğitimsel hedeflerin gerçekleştirilmesine katkıda bulunarak madde döngüleri üzerine tartışma imkânı sağlamaktadır (European Commission, 2009).

Sınıf veya okul ortamında akuaponik veya hidroponik sisteminin uygulanması öğrencilere çok sayıda fayda sağlamaktadır. Doğayı deneyimlemek öğrencilerin duygusal ve zihinsel gelişimini şekillendirmekte, bitki ve hayvanlarla uğraşmak kişiliklerine ve psikolojik gelişimlerine olumlu katkı sağlamaktadır (Albin ve Bamert, 2005). Sistem düşüncesinin gelişimini teşvik etmekte ve bilimsel okuryazarlığı artırmaktadır (Hofstetter, 2007). Ek olarak öğrencilere plan oluşturma ve uygulama gücü vermekte, özgüven duygusu aşılama ve gruplar içinde bağımsız ama işbirlikçi çalışmayı teşvik etmektedir (Baykır, 2022). Balıkların ve

bitkilerin sisteme dahil edilmesi, öğrencilere uygulamalı çevre eğitimi sağlamakta ve günlük yaşamla bağlantıları kolaylaştırmaktadır. Ayrıca sistem, öğrenciler ve öğretmenler arasındaki diyalogu teşvik ederek bilimsel konularda daha fazla tartışma fırsatı yaratmaktadır. (Hofstetter, 2008; Junge vd., 2014). Bu nedenle, kapalı alanda akuaponik ve hidroponik sistemlerin kullanımı yoluyla deneysel bahçe temelli öğrenmenin öğretilmesi, öğrencilere sürdürülebilir gıda sistemleri ve toplumsal çevre sorunlarının tanıtılması için alternatif bir çerçeve sağlayabilmektedir (Carver ve Wasserman, 2012).

Eğer öğretmenler geleneksel olmayan öğretim yöntemleriyle ilgilenme esnekliğine sahipse, akuaponik ve hidroponik kullanan kapalı bahçe öğrenme programları devlet okulu sınıflarında uygulanabilir. Okul uygulamasının önündeki engeller arasında ek zaman ihtiyacı, fon, ekipman ve alan kaynaklarının eksikliği, idari destek eksikliği ve sınav standartlarının dayattığı eğitim sınırlamaları yer almaktadır (Genello, 2016; Hart, 2013).

2.1.5.1 Akuaponik ve Hidroponik Sistemleri Deneyimleyen Öğrencilerin Haberleri

- *Lisans öğrencisi, yetim çocuklara hidroponik tarımı öğretmeye yardımcı oluyor. (30 Mayıs 2017)*



Fotoğraf 2.1. Büyüyen sisteme genel bakış (URL-1)

Wisconsin Madison Üniversitesi, Tarım ve Yaşam Bilimleri Fakültesi öğrencisi Jacob Kruse bitirme projesinde Peru'nun Lima kentinde yetim çocuklarla birlikte bir hidroponik yetiştirme sistemi kurmak ve işletmek üzere bir yaz geçirdi.

60'tan fazla çocuk, domates, biber, Çin lahanası ve marul gibi mahsullerin yetiştirilmesine katıldı ve hidroponik hakkında bilgi edindi. Kruse, amacının çocuklara su ve doğal kaynak kullanımı ve yeniden kullanımı hakkında bilgi vermek, ortak ilgi alanları ve projeler aracılığıyla aileler ile arkadaşlar arasında bağlantılar kurmak ve çocukların sorumluluk geliştirmesine yardımcı olmak olduğunu belirtti.

- *Bir grup genç Cebuano öğrencisinin su tasarrufu yaparken nasıl çiftçilik yaptığı (13 Temmuz 2023)*



Fotoğraf 2.2. Hidroponik tarım yapan öğrenciler (URL-2)

Bir grup genç Cebuanos, El Niño kasırgası nedeniyle olası bir su kaynağı sıkıntısıyla karşı karşıya kaldıkları için mahsul verimini artırmak için hidroponik tarım teknolojisini kullanıyor. Girişimcilik öğrencileri çevreye fayda sağlayacak ve eyaletin su kıtlığı sorununa yardımcı olacak tarımsal çözümler üretmek amacıyla 2022'nin sonlarında 100.00 Pound'luk ilk yatırımla, 115 metrekare alana ve yaklaşık 1.500 ürün üretim kapasitesine sahip Agri-Minds Hidroponik Çiftliğini kurdu.

- *Caltex “Fuel Your School” projesi akıllı akuaponik sistemler sağlıyor. (15 Mart 2024)*

Malezya'daki Chevron Malaysia Ltd, okullar arasında STEM'e (Bilim, Teknoloji, İngilizce ve Matematik) olan ilgiyi yeniden canlandırmak amacıyla “Caltex Fuel Your School” projesini başlattı. Proje akademik odağının ötesinde, özellikle gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarım gibi hayati alanlardaki toplumun ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde etkisini genişletmeyi de amaçlıyor. Projenin;

akuaponik sistemler üzerinden öğrencilere sürdürülebilir tarım, su ürünleri yetiştiriciliği ve ekolojik bağımlılıklar konularında derinlemesine bir anlayış kazandırdığı ve öğrencilerin bilim ile teknolojinin gerçek hayattaki uygulamalarını daha iyi anlamalarına yardımcı olduğu projedeki öğretmenler tarafından dile getiriliyor.



Fotoğraf 2.3. Öğrenciler akuaponik sistemle ilgilenirken (URL-3)

- *Okul tabanlı akuaponik, öğrencilere sağlıklı bir gelecek sağlıyor. (7 Eylül 2017)*



Fotoğraf 2.4. Akuaponik sistemler ve öğrenciler (URL-4)

“InMed Partnerships for Children, InMed South Africa ve Air Products South Africa” tarafından başlatılan yeni akuaponik bahçelerine Kempton Park İlkokulu öğrencileri fidan diktiler. Topluluk Güney Afrika'daki dezavantajlı

topluluklardaki çocukların beslenmesini ve gıda güvenliğini iyileştirmek için 10 yıldan uzun süredir okul tabanlı akuaponik kullanımına öncülük ediyor. Okullar çocukların yemeklerinde sebzeleri, otları ve balıkları kullanıyor ve birçok okul gelir elde etmek için hasat fazlası ürünleri de satıyor.

- *Mersin’de lise öğrencileri Çocuk Bilim Teknoloji Atölyesinde “Topraksız Tarım” yapıyor. (26 Haziran 2023)*



Fotoğraf 2.5. Öğrenciler sistemle ilgilenirken (URL-5)

Mersin Büyükşehir Belediyesi Kadın ve Aile Hizmetleri Dairesi Başkanlığı’na bağlı Tarsus Kadın ve Çocuk Bilim Teknoloji Atölyesi’nde yürütülen proje kapsamında lise öğrencileri hem geleceğin teknolojilerini öğreniyor hem de topraksız tarım uygulamaları hakkında bilgileniyor.

- *Üniversite – belediye iş birliği ile topraksız tarım (18 Ağustos 2021)*



Fotoğraf 2.6. Sistem kurulumu (URL-6)

Beykoz Üniversitesi İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi Araştırma ve Geliştirme Kulübü öğrencileri ve Beykoz Belediyesi iş birliği ile “Topraksız Tarım AR-GE Uygulamaları Serası” kuruldu. Proje ile teknolojinin tarımda kullanımının üretime katkısı, kaynakların tasarrufu gibi konularda öğrencilerin bilgi sahibi olmaları ve üretim sonrası edindikleri tecrübelerini, tarım yapan ve ilgisi olan kesime, workshoplar aracılığıyla aktarmaları hedefleniyor. Ayrıca serada yetiştirilen ürünlerin, ihtiyaç sahiplerine gönderilmesi planlanıyor.

2.1.6 Okul Dışı Öğrenme Ortamları

Son yıllarda, öğretim programlarındaki ve eğitim anlayışlarındaki değişiklikler, öğrenmenin yalnızca sınıfla sınırlı kalmamasının önemini vurgulamaktadır. Bilhassa fen bilimleri günlük deneyimlerimiz ve gözlemlerimizle doğrudan ilgili olan bir çalışma alanıdır. Günlük yaşamımızda karşılaştığımız olgu ve olayları içermektedir. Öğrencilerin fen derslerinde zorlanmasının sebebi, fen konularının genellikle soyut olması ve öğretim sürecinin günlük yaşam deneyimleriyle ilişkilendirilememesi olarak görülmektedir (Şimşek, 2011). Yapılan çalışmalarda fen eğitiminin daha iyi nasıl yapılabilceği araştırılmış, sınıf içi farklı yöntem ve tekniklerin etkililiği denenmiştir (Duit, 2009). Son zamanlarda formal eğitim kadar okul dışı öğrenme ortamlarında etkisi tartışılmaya başlanmıştır. Laçın ve Şimşek (2011) okul dışı öğrenme ortamlarını, belirli bir plan dâhilinde ve okul duvarlarının dışında gerçekleşen eğitim-öğretim olayı olarak tanımlamıştır. Okul dışı öğrenme ortamlarından bazıları; müzeler, kütüphaneler, doğa ve milli parklar, bilim merkezleri, sanat galerileri, tiyatrolar ve konser salonları, tarihi mekanlar, hayvanat bahçeleri, akvaryumlar, atölyeler, çiftlikler ve botanik bahçeleridir. Okul dışı öğrenme ortamlarının birçok faydası bulunmaktadır. Okul dışı öğrenme ortamları, öğrencilere gerçek dünya deneyimleri sunarak, sınıf ortamında öğrendikleri bilgileri yaparak ve yaşayarak uygulama fırsatı vermektedir.

Bu sayede, bilgiler anlaşılır ve kalıcı hale gelmektedir (Martin, 2004). Farklı ve ilginç öğrenme ortamları, öğrencilerin ilgisini çekmekte ve motivasyonlarını arttırmaktadır (Andiema, 2016). Bilhassa uygulamalı etkinlikler, öğrenme sürecini daha keyifli hale getirmektedir (Minner, 2010). Okul dışı etkinlikler, öğrencilerin bir tek akademik değil, aynı zamanda sosyal, duygusal becerilerine de katkı sağlamaktadır. Takım çalışması, yaratıcılık ve liderlik gibi yeteneklerin pekişmesine de yardımcı olmaktadır (Henriksen ve Froyland, 2000). Ayrıca öğrencilerin ders dışındaki ilgi alanlarının keşfine de olanak tanımaktadır.

Müze ve tarihi mekanlar, farklı kültür ve tarihi dönemler ile ilgili bilgiler vererek sosyal ve kültürel bilinci attırabilir. Sera gezileri ve doğa yürüyüşleri çevre bilincinin kazandırılmasında etkili olabilir, bitki yetiştirilme teknikleri hakkında bilgi verebilir. Sanayi tesislerine ve iş yerlerine yapılan geziler ile öğrenciler farklı meslek seçimleri konusunda fikir sahibi olabilir. Buradan yola çıkarak okul dışı öğrenme ortamlarının formal eğitimi destekleyici olarak işe koşulduğunda değişen öğrenme ortamı sayesinde öğrencilerin ilgi ve merakı artmakta; bu da öğrencinin derse karşı olan tutumunu değiştirebilmektedir.

2.1.7 İlgili Araştırmalar

2.1.7.1 Akauponik ve Hidroponik Sistemlerin Eğitimde

Kullanılmasına İlişkin Çalışmalar

Wardlow vd. (2002) yaptıkları çalışmada, sınıflarında akuaponik sistem kurulan on öğretmenin akuaponik programına ilişkin algılarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, öğretmenlerin sisteme karşı son derece olumlu duygular geliştirdiği görülmüştür. Öğretmenler; meslektaşlarına sistemi kullanmalarını tavsiye ettiklerini, sınıflarında sistemin olmasından mutlu olduklarını, öğrencilerin ve idarecilerin sisteme ilgi duyduğunu, öğrencilerin hepsinin akuaponik sisteme ilgi duyduğunu, sistemden dolayı öğrencilerin bilimle ilgili sorular sorduklarını ve bir yıl daha sistemi sürdürmek istediklerini, balıklar ve bitkileri düzenli olarak öğrencilerin kontrol ettiklerini bildirmişlerdir.

Albin ve Bamert (2005) yaptıkları çalışmada, 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin sistemin kurulması, yönetilmesi ve izlenmesinden sorumlu olduğu bir akuaponik sistem oluşturmuşlardır. Öğrencilere sistemle ilgili sorumluluklar verilmiştir, bunlar günlük olarak balıkları beslemek, balıkların davranışlarını izlemek, bitkilerin boyunu ölçmek, bitkilerin sağlığını kontrol etmek, su sıcaklığını ölçmek ve akvaryuma su eklemektir. Araştırma sonucunda akuaponik sistemin okullarda ve sınıflarda kullanılabileceği, biyoloji ve fizik bilimlerinin öğretilmesi için mükemmel bir araç olduğu, küçük bir sistem olmasına rağmen kullanımının zor olmadığı ve farklı duyulara hitap ederek, çevre bilimine ve ekolojiye olan ilgiyi artırdığı, çevrenin insanlar için öneminin anlaşılmasına yardımcı olan bir sistem olduğu ortaya çıkmıştır.

Hofstetter (2007), Zürih'te yedinci sınıfa giden 32 kız 36 erkek toplam 68 öğrenci ile yaptığı çalışmasında akuaponik sistemlerin öğretime dahil edilmesinin öğrenci sistem düşüncesine etkisini ve sistem düşüncesinin geliştirilmesinde

cinsiyetin etkili olup olmadığını araştırmıştır. Modellerle düşünmek, birbiriyle ilişkili sistemik düşünmek, dinamik süreçleri düşünmek ve yönlendirme sistemleri, sistem düşüncesinin dört merkezi boyutunu içermektedir. Çalışma sonucunda akuaponik sistemlerin eğitime dahil edilmesinin sistem düşüncesinde artış gösterdiği, kız öğrencilerin erkek öğrencilerden daha iyi sonuçlar elde etme eğiliminde olduğu görülmüştür.

Synder vd. (2012), 20 lisans öğrencisi ile yaptığı çalışmada öğrenciler Honduras Roatán adasında hidroponik olarak yetiştirilen bitkilerle ilgili bir çiftlik işletmesinde doğrudan çalışarak girişimcilik eğitimi almışlardır. Lisans öğrencileri sera verilerini toplamak için çiftler halinde çalışmışlar ve yerel pazarlara satmak üzere marul ve nane hasadına ve paketlenmesine yardımcı olmuşlardır. Çalışma sonunda öğrencilerin fen bilgisi puanlarında artış olduğu ve öğrencilerin süreçten keyif aldıkları belirtilmiştir. Öğrenciler tarımsal işletmeyle olan kapsamlı etkileşimi beğendiklerini ve tarımda girişimcilğe ilişkin kişisel farkındalık kazandıklarını ifade etmişlerdir.

Hart (2013), yaptığı çalışmada, akuaponik eğitimindeki zorlukları ve çözümleri uygulamaya odaklanarak değerlendirmişlerdir. Daha önce Kuzey Amerika'daki eğitim ortamlarında akuaponik kullanmış olan veya şu anda teknolojiyi eğitim ortamlarında kullanan 10 eğitimci ile telefon aracılığıyla derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Katılımcılar akuaponik kullanımıyla ilgili iki zorluk bildirmişlerdir: Akuaponiğin doğasında olan teknik zorluklar ve okul ortamının getirdiği sınırlamalar. Katılımcı çözümleri arasında; akuaponik sistemler ile ilgilenen topluluk bağlantılarını kurarak akuaponik uzmanlığını geliştirmek, akuaponik konusunda heves, finansman ve alan ihtiyacını gidermek yer almıştır.

Junge vd. (2014) Ekim 2007 ile Ocak 2008 tarihleri arasında İsviçre'nin Zürih kentindeki 3 sınıfta 7. sınıf öğrencileriyle bir dizi ders gerçekleştirmiştir. Derste sınıf modelleri aracılığıyla çeşitli konular tanıtılmıştır bunlar: Sistem nedir? Sistem bileşenleri arasındaki ilişki nedir? Geri bildirim döngüleri ve öz düzenleme ve son olarak bir akuaponik sınıf sisteminin planlanması ve inşası. Daha sonra öğrenciler sistemi kurmuş ve gözlemlemişlerdir. Öğretim dizisinin sistem düşünme becerileri üzerindeki etkisi, öğretim dizisinin başında ve sonunda değerlendirilmiştir. Ön testle karşılaştırıldığında, öğrencilerin doğrusal ve sıralı düşünme yerine sistematik düşünme yeteneği son testte önemli ölçüde gelişmiştir. Öğrenme sistemleri düşüncesindeki cinsiyet farklılıkları da karşılaştırılmıştır. Kız

öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha iyi performans gösterdiği ancak bunun nedenlerinin tam olarak belirlenemediği bildirilmiştir.

Schneller vd. (2015) yaptıkları çalışmada 2015/2016 eğitim öğretim yılında New York'un kuzeyindeki iki okulun 5. ve 6. sınıf öğrencileriyle çalışmışlardır. Eyalet dışındaki bir kolejden profesörler ve öğrenciler ile yerel bir okuldan bir öğretmen, beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerinden oluşan birleşik bir sınıf için üç kapalı hidroponik ve akuaponik sistemin çevre eğitimi müfredatını tasarlamış ve uygulamıştır. Çevre eğitimi müfredatı alan öğrencilerin çevresel bilgi puanlarında artış olduğu, çevre sorunları ve çevre yanlısı davranışlar konusunda bilinçlendiği, öğrenme güçlüğü bulunan öğrenciler için de konunun ilgi çekici ve öğrenmeyi desteklediği, akuaponik- hidroponik sistemlerin kapalı bahçe temelli öğrenme müfredatı için tesirli bir eğitim aracı olduğu çalışmanın sonucunda bildirilmiştir.

Genello vd. (2016) yaptıkları çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'nde eğitimde akuaponik sistemlerin kullanımını tanımlamak için çevrimiçi bir anket kullanmıştır. Araştırmaya katılan eğitimciler arasında ilkokullar, ortaokullar, kolejler, meslek veya ticaret okulları ve üniversiteler yer almıştır. Çalışma sonuçları; eğitimcilerin, öğrencilerin STEM konularına ilgisini çekmek için akuaponik sistem kullandığını, eğitimcilerin akuaponik kullanımı için iş birliği, teknik destek ve eğitime ihtiyaç duyduğunu ve akuaponiğin giderek büyüyen bir eğitim aracı olduğunu göstermiştir.

Clayborn vd. (2017) yaptıkları çalışmada 6 haftalık akuaponik projesine 14 öğretmeni dahil ederek, eğitim ortamlarında akuaponik sistemlerin kurulmasına yönelik eğitimcilerin içerik geliştirmelerini, anlayışlarını, ilgilerini ve motivasyonlarını incelemişlerdir. Çalışma sonuçları eğitimcilerin akuaponik sistemleri derslerde kullanılmasının öğrencilerin matematik ve fen derslerine ilgisini artıracığını, akuaponik sistemi evde veya okulda kullanabileceklerini ve sistemin bakımının kolay olduğunu düşündüklerini göstermiştir.

Patchen vd. (2017) yaptıkları çalışmada, ilkokul öğrencilerini okul sonrası bir program ile hidroponik bitki yetiştirmeye teşvik ederek bilime karşı olumlu tutum geliştirmeyi amaçlamıştır. Program, çalışmaya katılan 234 öğrenciyi kaygı, arzu ve benlik kavramı dahil olmak üzere bilime yönelik tutumlarını incelemiştir. Veriler, program boyunca her iki cinsiyetteki öğrencilerinde kaygılarının azaldığını ve isteklerinin arttığını göstermiştir. Ayrıca kız öğrencilerin benlik kavramının

arttığı ancak erkek öğrenciler için benlik kavramında değişiklik olmadığı görülmüştür.

Mikkelsen ve Toth (2018) yaptıkları çalışmada, dijital sensörlerle donatılmış düşük maliyetli bir akuaponik sistemi müfredatın bir parçası olarak ders ortamına entegre ederek öğrencilerin 4 hafta boyunca sistemle ilgilenmelerini sağlamışlardır. Öğrencilere balıkların beslenmesi, bitkilerin büyümesi ve sağlığının izlenmesi, akuaponik sistemde pH, sıcaklık, nitrat ve amonyak seviyelerini ölçülmesi görevleri verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sistemin; STEM eğitimi için kullanışlı bir araç olduğunu, kentsel gıda üretiminin ilkelerini gösterme potansiyeline sahip olduğu, gıda okuryazarlığı ve becerilerini geliştirmede etkili bir araç olduğunu belirtmiştir.

Viktor (2018) tarafından bir ilkokulda 6 hafta boyunca yürütülen çalışma; akuaponik sistemlerin öğretim aracı olarak kullanılıp kullanılamayacağını, STEM eğitimine katkı sağlayıp sağlamayacağını ve öğrencilerin gıda okuryazarlığı ve sürdürülebilir tarıma ilişkin algılarını araştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışma sonunda, akuaponik sistemlerin STEM eğitimine katkı sağladığı, öğretim amaçlı geliştirilebileceğini, sekizinci sınıfın akuaponik, gıda okuryazarlığı ve özellikle de sürdürülebilirlik konusunda bilgi edinmek için uygun yaş aralığı olduğu, sistemde sensörlerin kullanılması, pH, toplam nitrojen seviyesi, sıcaklık gibi parametrelerin ölçümlerinin STEM disiplinlerine katkı sağladığı, akuaponik gibi uygulamalı bir proje ile öğrencilerin bilimsel konulara katılımını sağlayacağı sonuçlarına varılmıştır.

Carrozzo vd. (2018) tarafından 93 ilkokul ve anaokulu öğrencisi ile yapılan çalışmada, öğrencilerin hem bitki yetiştirip hem de oyun oynayarak eğitmek için akıllı bir hidroponik sistem geliştirmişlerdir. Lcd ekrana ve bitkiye bağlı sensörler ile öğrenciler sistemle iletişime geçmişlerdir. Yapılan çalışma sonunda akıllı hidroponik sistemin duyuşal etkileşim yoluyla öğrencilerin eğlenmesine olanak sağladığı ve doğal dünya hakkındaki bilgilerini genişlettiği belirtilmiştir.

Burt vd. (2019) yaptıkları yarı deneysel araştırma çalışmasıyla, 2014/2015'te NYSW (New York Sun Works) programını alan 638 4. sınıf ilkokul öğrencisinin, New York Eyaleti Bilim Başarı testi puanlarını, programı almayan öğrenciler ile karşılaştırmışlardır. NYSW (New York Sun Works) programı, biyolojik çeşitlilik ve kirlilik gibi topluluklarla ilgili gerçek dünya sorunlarını hidroponik tarım ve proje tabanlı bir müfredat aracılığıyla belirlemek ve tartışmak

için öğrencileri iklim değişikliği ve kentsel sürdürülebilirlik hakkında eğitmeyi hedeflemektedir. Programın asıl amacı bilimle etkileşimi ve başarıyı teşvik etmektir. NYSW programını bünyesine katan okullarda, STEM tabanlı müfredatı geliştirmek için bir sınıf, programın bir bileşeni olarak hidroponik veya akuaponik teknolojisi kullanılarak bir bilim laboratuvarına dönüştürülmektedir. Müfredat, kentsel çiftçilikle ilgili faaliyetler yoluyla biyoloji, kimya, fizik, yer bilimleri ve çevreye odaklanmaktadır. Çalışma sonuçları, NYSW müfredatını alan okullardaki öğrencilerin, almayan okullardaki öğrencilere oranla daha yüksek başarı puanına sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Dinçer (2018) tarafından yapılan çalışmada çocukların bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarına katkıda bulunabilmek amacıyla, hidroponik temelli bir akıllı sistem tasarlanmıştır. Bu çalışma ile hidroponik temelli akıllı eğitim sistemi, aile tarafından çocuk kontrolünde sağlanarak görev odaklı şekilde tasarlanmıştır. 10 yaşındaki erkek bir çocuk ve ailesiyle yapılan çalışmada, hidroponik sisteme yerleştirilen ortamın sıcaklığını, nemini, tanktaki besleyici su seviyesi belirleyen sensörler, dokunmatik bir ekran ile çocuğun kullanımına sunulmuştur. Çocuk sensörlerden gelen uyarılara göre bitkinin sağlıklı büyümesi için gereken görevleri yerine getirmiştir. Yapılan çalışma sonucunda sistemde bulunan çeşitli özellikler ile çocukların kendilerini bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarında geliştirebilecekleri belirtilmiştir.

Junge vd. (2019) farklı ülkelerden vaka çalışmaları ile akuaponik sistemlerin farklı eğitim seviyelerinde kullanımına ilişkin öğrenci ve öğretmen değerlendirmelerini kullanarak, akuaponik sistemlerin bir eğitim aracı olarak gereklilerini yerine getirip getirmediği sorusunu yanıtlamaya çalışmışlardır ve şu sonuçlara ulaşmışlardır; akuaponik sistemler ilkokuldan üniversiteye kadar her seviyede doğa bilimlerinin öğretilmesi için yararlı bir eğitim kaynağı olarak kullanılabilmekte ve bilimsel okuryazarlığa özendirebilmektedir. Akuaponik sınıf sistemi, sınıfta bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin (STEM) geliştirilmesinin yanı sıra akuaponik sistemlerin günlük bakımları deneyimsel öğrenmeyi de sağlayabilmektedir. Sonuç olarak akuaponik, STEM içeriğini öğrenmek isteyen öğrenciler için eğlenceli ve faydalı bir öğrenme yöntemi haline gelebilmekte ve aynı zamanda işletme, ekonomi, sürdürülebilir kalkınma, çevre bilimi, tarım, gıda sistemleri ve sağlık gibi konuları öğretmek için de kullanılabilir.

Baykır (2022) yaptığı çalışmada, 14 adet 10. Sınıf öğrencisi, 1 idareci, 5 adet biyoloji, 3 adet fen bilimleri öğretmeni ile çalışmıştır. Çalışmada karma araştırma deseni kullanılmıştır. Akuaponik STEM etkinliğinin, uygulama sonrası öğrencilerin akademik performansı üzerine etkisi ve etkinliğe ilişkin öğrenci ve öğretmen görüşleri belirlenmek istenmiştir. Farklı okullarda çalışan öğretmenler bir araya getirilerek, yüz yüze akuaponik sistemler hakkında teorik bilgi verilmiş ve sonrasında sistemlere yönelik görüşleri alınmıştır. Akuaponik STEM etkinlikleri öğrencilerle 6 haftalık bir süre boyunca "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları" ünitesine yönelik olarak ders dışı etkinlik olarak tasarlanmıştır. Sistemlerin tasarımını araştırmacı yapmış öğrenciler ise sistemin kurulumunda ve sistemin işleyişinde görev almışlardır. Öğrenciler balıkların beslenmesinden, su analizlerinin yapılmasından sorumlu olmuşlardır. Araştırmacı süreç boyunca öğrencilerle whatsapp görüşmeleri ile iletişim kurmuş bu süreçte sistemlerin genel değerlendirilmesi yapılmış ve "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları" ünitesine ait konular üzerinden tartışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonrasında öğrencilerin başarı testi puanlarında etkinlikler öncesi puanlarına nazaran artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrenci ve öğretmenlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelere göre akuaponik sistem STEM etkinliğinin eğlenceli, heyecanlı ve eğlendirici bir etkinlik olduğu, öğrencilerin merak duygusunu harekete geçirdiği, öğrencilere güven ve sorumluluk kazandırdığı, öğrenciler arasındaki ilişkileri geliştirdiği, iş paylaşımı ve iş birliğini geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, akuaponik sistemin ilgi çekici ve ilham verici olması, bilgiyi somutlaştırabilmesi, Millî Eğitim Bakanlığı müfredat planının sonuçlarını sunabilmesi, STEM içeriğini öğretebilmesi ve üç boyutlu olması nedeniyle bir öğretim materyali olarak kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

Shaharuddin vd. (2022) Kota Bharu, Kelantan, Malezya'daki bir devlet okulunda 70 lise öğrencisi ile yaptıkları çalışmada proje tabanlı öğrenme yöntemi aracılığıyla hidroponik kit kullanarak öğrencilerin STEM eğitimi yoluyla bilgilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin genel bilgi, sistemin avantaj dezavantaj bilgileri ve pratik bilgi puanlarında anlamlı bir artış olduğu, projede benimsenen öğretme ve öğrenme yaklaşımı öğrencilerin öğrenme yeteneğini geliştirdiği ve artırdığı çalışma sonucunda belirlenmiştir.

Suwandari vd. (2023) tarafından Endonezya'da yapılan çalışma, SLB BC Bina Kasih Bandung Şehrindeki 7. sınıf hafif zihinsel engelli çocuklar için öğrenme

becerilerini nasıl etkilediğini araştırmak için hazırlanmıştır. Sonuçlar, 7. sınıftaki hafif zihinsel engelli çocukların, öğretmenin yardımı veya yönlendirmesi ile hidroponik fitil sistemi yetiştirme basamaklarını takip edebildiklerini, yetiştirme becerilerini öğrenebildiklerini, çocukların hidroponik fitil sistemi ile ıspanak yetiştirme uygulamasının öğrenmeye katılmada ilgi çekici bulduklarını göstermiştir.

Thompson vd. (2023a) tarafından, Amerika Birleşik Devleti Kentucky eyaletinde 88 lise öğrencisiyle 10 hafta boyunca yapılan çalışmada, akuaponik proje tabanlı araştırma müfredatının, öğrencilerin ekolojik ilişkiler ve kavramları anlamalarını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, müfredatın standartlara dayalı ekolojik kavram ve ilişkilerin anlamlı öğrenmesini ve içerik anlayışını sağlamada etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

Thompson vd. (2023b) tarafından Amerika Birleşik Devleti orta güney kırsal bölgesinde 55 lise öğrencisiyle yapılan 10 haftalık çalışmada, akuaponik proje tabanlı araştırmanın, lise öğrencilerinin STEM, su ürünleri yetiştiriciliği ve akuaponik sistemlere yönelik tutumlarını, gelecekteki STEM ile ilgili disiplinlere ve STEM'e olan ilgilerini nasıl ve ne ölçüde etkilediği araştırılmıştır. Sonuçlar, uygulamanın öğrencilerin genel olarak STEM'e, su ürünleri yetiştiriciliğine ve akuaponik sisteme yönelik olumlu tutumlarına ve öğrencilerin STEM disiplinlerine ve STEM kariyer arayışlarına ilgi geliştirmelerine katkıda bulunduğunu ortaya çıkarmıştır.

Malezya'da, Sarif vd. (2023) yaptıkları çalışmada, hidroponik konusunda ilgi çekici bir eğitim deneyimi sağlamak, hidroponiğin ilkelerini etkileşimli dijital öğrenme deneyimleriyle birleştirmek için tasarlanmış bir mobil öğrenme uygulamasının geliştirilmesini ve kullanılabilirliğini 9-12 yaş ilkököl çocukları için araştırmıştır. Araştırma sonuçları mobil uygulamanın katılımcılar arasında yüksek düzeyde kullanılabilirlik ve kullanıcı memnuniyetini sağladığını, mobil öğrenme uygulamasının tarım eğitimini geliştirmek ve öğrenciler için hidroponiğin erişilebilir ve ilgi çekici bir konu haline getirmek için ümit verici olduğunu göstermiştir.

2.1.7.2 Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Eğitimde Kullanılmasına İlişkin Çalışmalar

Monk vd. (2000) çalışmalarında “Southwest Süt Ürünleri Merkezi Mobil Sınıfı” etkinliklerinin, 4. sınıfa giden 651 ilkököl öğrencisinin tarımsal

okuryazarlığı üzerindeki etkilerini belirlemek istemişlerdir. Mobil sınıfın, canlı bir ineğin ve sağım mekanizmalarının bulunduğu kapalı bir römork olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler burada sağım gösterilerini izlemiş, ineğin bakımı, beslenmesi, sütün işlenişi ve tüketiciye nasıl ulaştığı hakkında bilgiler edinmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda öğrencilerin mobil sınıf etkinlikleri sonrası süt ürünleri endüstrisi hakkında bilgi ve anlayışlarının büyük ölçüde geliştiği tespit edilmiştir.

Stewart (2011) çalışmasında, anaokulundan 11. sınıfa kadar olan öğrencilerin Shelburn Vermont, Ohio ve Ontario'daki "çiftlik ve öğrenim merkezlerine" yaptıkları geziler sonrası, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal algılarını araştırmıştır. Öğrenciler, çiftlik gezisinin faydalarını genellikle duygusal açıdan değerlendirmişlerdir, örneğin hayvanlarla etkileşimde bulunmaktan keyif almak, eğlenmek gibi. Çalışma sonunda, öğrencilerin çiftlik gezisi sonrası hayvanlar, bitkiler ve tarım hakkında hem bilişsel hem de duyuşsal algılarının geliştiği görülmüştür.

Şahin ve Yazgan (2013), 7. sınıfta okuyan 89 öğrenci ile "İnsan ve Çevre" ünitesi üzerinde yaptıkları araştırmada, deney grubu öğrencilerine arboretum gezisi, su arıtma tesisi gezisi, botanik bahçesi gezisi, fidan dikme etkinliği ve hayvanat bahçesi gezisi gibi okul dışı öğrenme etkinlikleri ile desteklenmiş öğretim uygulamıştır. Kontrol grubu ise mevcut programla öğretime devam etmiştir. Araştırma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının kontrol grubundaki öğrencilere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Altıntaş (2014), Toprak Bilim Okulu'nda doğa ve toprak üzerine eğitim alan 6. sınıf öğrencilerinin, eğitim sonrasında informal öğrenme sağlanmayan gruba göre daha başarılı olduklarını vurgulamıştır.

Sigmon (2014) yaptığı çalışmada, çiftlik gezisinin öğrencilerin tarımsal okuryazarlıkları üzerine etkisini incelemiştir. Rockcastle County'nin 4. sınıf öğrencilerinin tamamı, günü çiftliği gezerek, çiftlik hizmetlerinde iş birliği yaparak ve sağlık kurumları tarafından verilen mini derslere katılarak geçirmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin geziye katıldıktan sonra tarım okuryazarlık düzeylerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Perkins ve Stoycheva (2016) yaptıkları çalışmada, okul öncesi öğrencileri ile seraya saha gezisine gitmiş ve daha sonra fen projesine sanat entegrasyonu yapılarak bir seranın üç boyutlu modelini üretmek için gruplar halinde iş birliği

yapmışlardır. Çalışma sonunda öğrencilerin birlikte yaptıkları etkinliklerden keyif aldıkları ve çalışmalarından gurur duydukları belirtilmiştir.

Jones (2019) yaptığı çalışmada “Tennessee Eyalet Üniversitesi Gezici Tarım Sınıfı ve Laboratuvarı” ile yaşanan eğitim deneyiminin kentsel gençliğin tarımsal okuryazarlığına olan etkisini araştırmıştır. Çalışma 70 ortaokul öğrencisiyle yürütülmüştür. Mobil sınıfta öğrenciler tarım ve hayvanlar arasındaki ilişkilere odaklanan videolar izlemiş, uygulamalı etkinliklere katılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin tarım ve hayvanlar arasındaki ilişkilere dair bilgilerinde artış olduğu, farkındalık kazandıkları ve tarım, mobil sınıf ve üniversite algılarının olumlu yönde geliştiği görülmüştür.

Evcan vd.’nin (2020) TÜBİTAK 4004-Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında yürütülen “Hayatımızdaki Matematik: Tarım” projesinin çalışma grubunu 7. sınıfı bitiren 30 öğrenci oluşturmuştur. Proje kapsamında gerçekleştirilen okul dışı tarım ve matematik uygulamalarının, öğrenciler üzerinde olumlu etkiler yarattığı ve öğrencilerin günlük hayatta matematiğin kullanımına dair farkındalıklarını artırdığı belirtilmiştir.

3. YÖNTEM

Ortaokul öğrencilerinin topraksız tarım uygulamalarına ilişkin sahip oldukları bilişsel yapılarının geliştirilmesi ve bu gelişim için kullanılan eğitim içeriğinin öğrenci görüşleri temelinde değerlendirilmesinin hedeflendiği çalışmanın bu bölümünde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanma süreci, etkinliklerin geliştirilme süreci, etkinlikleri uygulama süreci, verilerin analizi ve araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliği ile ilgili bilgiler verilecektir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Ortaokul öğrencilerine yönelik topraksız tarım uygulamaları bağlamında tasarlanan eğitim içeriğinin, öğrencilerde kavramsal değişime etkisi ve öğrencilerin bu eğitim içeriğine yönelik görüşlerinin belirlenmesinin hedeflendiği bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımlarından durum çalışması deseni kullanılmıştır.

Yıldırım ve Şimşek (2005), nitel araştırmaları; gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi yöntemlerle verilerin toplandığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir şekilde incelendiği, araştırma türü olarak tanımlamışlardır. Nitel araştırmalarda, veri toplama yöntemleri olarak genellikle gözlem, yapılandırılmış veya yarı yapılandırılmış görüşmeler, odak grup görüşmeleri, söylev analizi ve metin analizi kullanılmaktadır (Baltacı, 2019). Nitel yaklaşımın kendine has özellikleri, tasarlanan eğitim süreci ve çalışma grubu görüşmelerinin veri kaynağı olması, çalışmanın nitel yaklaşımla incelenmesi gerekliliğini desteklemektedir. Amaç, belirli bir güncel olay, olgu veya duruma ilişkin bulguları sunmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Ayrıca durum çalışması nedensel bağlantıları ve yolları anlamaya ve açıklamaya yardımcı olurken, nerede ve nasıl bir boşluk olduğunu belirlemek konusunda ek öngörüler sunmaktadır (Taghisoylu, 2022). Bu araştırma da özellikle ortaokul öğrencilerinin akuaponik ve hidroponik konuları ve ilişkili olduğu kavramlara yönelik bilişsel yapı gelişimi, eksik veya hatalı yapıların tespiti ve yeni şemaların oluşumu üzerine müdahaleli bir süreç içermesi durum çalışmasının özellikleriyle örtüşmektedir. Yin (2018), durum çalışmalarını; bütüncül tek durum deseni, iç içe geçmiş tek durum deseni, bütüncül çoklu durum deseni, iç içe geçmiş çoklu durum deseni olarak ifade etmektedir. Bu araştırmada durum çalışması desenlerinden biri olan bütüncül tekli durum deseni kullanılmıştır.

3.2 Çalışma Grubu

Araştırmmanın çalışma grubu nitel yaklaşımın yapısına uygun olarak belirlenmiştir. Nitel araştırmalarda, geniş gruplar yerine, araştırmanın hedeflerine uygun ve ayrıntılı veri sağlayabilecek örneklem seçimine önem verilmektedir (Coyne, 1997). Bu araştırmada örnekleme yöntemi olarak derinlemesine ve ayrıntılı veri toplama amacıyla yaygın olarak kullanılan amaçlı örnekleme yönteminin alt yöntemlerinden olan kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin temel prensibi, araştırmaya hız ve pratiklik kazandırmak amacıyla erişilmesi kolay ve yakın olan grubun örneklem olarak seçilmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu bağlamda araştırmanın çalışma grubunu 2023-2024 eğitim-öğretim yılı İzmir'in Urla ilçesinde bulunan bir ortaokulun 6. sınıfında öğrenim görmekte olan 11'i erkek, 9'u kız olmak üzere yaşları 11-12 arasında değişen 20 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubu, araştırmacının katılımcılar ile daha iyi iletişim kurulabilmesi ve sürecin içinde dinamik bir şekilde yer alması için araştırmacının kendisinin eğitim öğretim faaliyetlerini yürüttüğü 6. sınıf öğrencilerinden oluşturulmuştur. Akuaponik ve hidroponik sistem uygulamalarının ilişkili olduğu madde döngüleri, küresel iklim değişikliği, sürdürülebilir kalkınma, kaynakların tasarruflu kullanımı, geri dönüşüm ve önemi gibi konular 8. sınıf fen bilimleri müfredat programında yer almaktadır. Buna rağmen, 8. sınıf seçmeli dersleri arasında Matematik ve Bilim Uygulamaları dersinin bulunmaması ve öğrencilerin liselere geçiş sistemine (LGS) hazırlanması, öğrencilerin ders içi ya da ders dışı etkinliklerde bulunma isteklerinin az olması 8. sınıf öğrencileri ile çalışma yapılmasını engellemiştir. Ayrıca topraksız tarım uygulamaları bağlamında tasarlanan eğitim içeriğinin, öğrencilerde kavramsal değişime etkisi incelendiği için çalışmaya katılan öğrenci grubunun konular hakkında bilgisinin olmaması ve seçmeli bir ders alıyor olmaları, 6. sınıfların seçilmesinde önemli bir etkidir. Katılımcılar gönüllülük esasıyla çalışmada yer almışlardır. Aynı zamanda, İzmir İl Milli Eğitim Müdürlüğünden ve öğrenci velilerinden de gerekli izinler alınmıştır (EK-2 ve EK-3). Çalışma kapsamında çalışmaya dâhil olan öğrenci isimleri araştırma etiği çerçevesinde saklı tutulmuş ve öğrencilere Ö1 (Öğrenci 1) şeklinde kod isimler verilmiştir.

3.3 Araştırmacının Rolü

Araştırma süreci boyunca araştırmacının rolünü aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Etkinliğin uygulama kısımlarında rehber rolünü üstlenmiştir.
- Uzman görüşleri doğrultusunda veri toplama araçlarını oluşturmuştur.
- Veri toplama araçlarını etkinlikler öncesinde ve sonrasında uygulamıştır.
- Eğitim sürecini tasarlamış ve bizzat kendisi yürütmüştür.
- Akuaponik ve hidroponik sistemler ve ilişkili olduğu konular hakkında teorik bilgiler vererek, öğrencilerle konu üzerinde tartışmıştır.
- Akuaponik ve hidroponik sistemlerin kurulumu için gerekli malzemeleri temin etmiştir.
- Akuaponik ve hidroponik sistemlerin kurulumu sürecinde gerekli güvenlik önlemlerini alarak, teknik destekte bulunmuştur.
- Okul dışı öğrenme ortamına gezi planlamasını yaparak süreci yönetmiştir.
- Hafta sonlarında akuaponik ve hidroponik sistemlerin bakımını üstlenmiştir.

3.4 Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada iki farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Topraksız tarım (akuaponik, hidroponik) ve ilişkili olduğu “Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem” anahtar kavramlar üzerinden öğrencilerin bilişsel yapılarını anlamak için; “Kelime İlişkilendirme Testi”, okul dışı öğrenme ortamına yapılan eğitim gezisi, akuaponik ve hidroponik STEM etkinlikleri ve öğrencilerin topraksız tarıma yönelik görüşleri belirlemek için; yapılandırılmış açık uçlu soru formları kullanılmıştır.

3.4.1 Yapılandırılmış Açık Uçlu Soru Formu

Açık uçlu sorular, katılımcıların duygu, düşünce ve deneyimlerini kendi ifadeleriyle aktarmalarına olanak tanıyan, katılımcıya önceden belirlenmiş cevapları dayatmaktan kaçınmayı amaçlayan sorulardır (Patton, 2018).

Yapılandırılmış görüşme, önceden belirlenmiş ve standart hale getirilmiş soruların sorulduğu, belirli bir düzen içinde gerçekleşen bir veri toplama yöntemidir. Yapılandırılmış görüşmelerde bütün katılımcılara aynı sorular aynı sırayla yöneltilir ve bu durum, veri toplama sürecinde tutarlılık ve kıyaslanabilirlik sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Yapılandırılmış açık uçlu soru formları araştırmacı tarafından, öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamına yapılan eğitim gezisi, akuaponik ve hidroponik STEM etkinlikleri ve topraksız tarıma yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Konu hakkında alanyazın taraması yapılarak ve benzer görüşme formları incelenerek yapılandırılmış açık uçlu sorular hazırlanmıştır. Sorular araştırmacı tarafından açık uçlu ve kolay anlaşılabilir şekilde taslak olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan taslak sorular daha önce nitel araştırma konusunda deneyimli iki uzman tarafından güvenilirlik ve geçerliliğinin sağlanması için değerlendirilmiş ve uzmanlardan alınan dönütler sonrasında sorular üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmış ve soruların nihai hali oluşturulmuştur. Yapılandırılmış açık uçlu soru formlarından, topraksız tarıma yönelik öğrenci görüşlerini belirleyen soru formu etkinlikler öncesinde, okul dışı öğrenme ortamına yapılan eğitim gezisine yönelik öğrenci görüşlerini belirleyen soru formu ve akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerini belirleyen soru formu etkinlikler sonrasında araştırmacı tarafından öğrencilere uygulanmıştır. Yapılandırılmış açık uçlu soru formlarından; okul dışı öğrenme ortamına yapılan eğitim gezisine yönelik öğrenci görüşlerini belirleyen soru formu, 5 sorudan; akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerini belirleyen soru formu 7 sorudan; topraksız tarıma yönelik öğrenci görüşlerini belirleyen soru formu 5 sorudan oluşmaktadır. Yapılandırılmış açık uçlu soru formu EK-4, EK-5 ve EK-6'da sunulmuştur.

3.4.2 Kelime İlişkilendirme Testi

Bahar vd.'ne (1999) göre kelime ilişkilendirme testi; öğrencinin bilişsel yapısını ve bu yapıdaki kavramlar arasındaki bağları yani bilgi ağını ortaya çıkaran, uzun dönemli hafızadaki kavramlar arası bağların, yeterli olup olmadığını veya anlamlı olup olmadığını tespit edilmesine yarayan alternatif ölçme değerlendirme tekniklerinden birisidir. Kelime ilişkilendirme testinde değerlendirilmek istenen konu ile ilgili olarak 5 ile 10 arasında anahtar kavram seçilmektedir. Seçilen her kavram bir sayfada olacak şekilde alt alta yazılmaktadır. Öğrencilerden çoğunlukla 30 saniye içerisinde anahtar kavramın akıllarına getirdiği ilgili kelimeleri yazmaları istenmektedir. Bu süre öğrencinin yaş grubuna göre değişiklik gösterebilmektedir (Ercan vd., 2010). Her bir anahtar kavram için tek sayfa düzenlenmesi, anahtar kavramların birbirini takip eden sayfalarda görülmeyecek biçimde olması ve anahtar kavramın sayfa boyunca yazılması,

zincirleme cevap riskinin önlenmesi açısından önemlidir (Bahar ve Özatlı, 2003). Aşağıda örnek bir sayfa düzeni gösterilmiştir. Kelime ilişkilendirme testinin tamamı EK-6’da sunulmuştur.

Adınız:	Sınıf:	Yaş:
1.Akuaponik Sistem		
2. Akuaponik Sistem		
3. Akuaponik Sistem		
4. Akuaponik Sistem		
5. Akuaponik Sistem		
5. Akuaponik Sistem		
7. Akuaponik Sistem		
8. Akuaponik Sistem		
9. Akuaponik Sistem		
10.Akuaponik Sistem		

Fotoğraf 3.1. Kelime ilişkilendirme testi örneği

Alanyazında kelime ilişkilendirme testleri birçok farklı amaç için kullanılmıştır. Bilişsel yapı ve algıların açığa çıkarılması, kavram yanlışlarının belirlenmesi, kavramsal değişimlerin tespiti, kavramsal ilişkilerin oluşturulması ve hazır bulunuşluk düzeyinin belirlenmesi bunlardan bazılarıdır (Bahar vd., 1999; Bahar ve Özatlı, 2003; Cardellini ve Bahar, 2000; Ercan vd., 2010; Güneş ve Gözümlü, 2013; Nakiboğlu, 2008).

Kelime ilişkilendirme testi hem bir ölçme aracı olarak hem de bir tanı aracı olarak kullanılabilir. Kelime ilişkilendirme testi öğrencilere, öğretim sürecinin başında ön test şeklinde, süreç sonunda son test olarak uygulanarak, iki testin sonuçları birbiriyle karşılaştırılabilir. Böylece öğrencide görülen değişimler ve kavram gelişimleri izlenebilir (Bahar vd., 2014).

Bu araştırmada öğrencilerin akuaponik ve hidroponik sistemler ve bu sistemlerin ilişkili olduğu kavramlara yönelik bilişsel yapılarını ve kavram gelişimlerini tespit etmek amacıyla bir fen alanı uzman görüşü de alınarak kelime ilişkilendirme testini oluşturmak için 10 anahtar kavram seçilmiştir. Seçilen anahtar kavramlar şunlardır: “Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem” Anahtar kavramlar üzerinden ilişkilendirilen

kelimelerin içerik ve sıklık analizi ile öğrencilerin bilişsel yapı diyagramlarının görselleştirilmesi amaçlanmaktadır (Daskolia vd., 2006).

3.5 Veri Toplama Süreci

Yapılandırılmış görüşme için hazırlanan açık uçlu sorular, araştırmanın amaçlarına uygun bir şekilde araştırmacının ve nitel araştırma konusunda deneyimli iki alan uzmanının ortak çalışmasıyla hazırlanmıştır. Görüşmelerden önce velilerden veli onamı alınmış, ayrıca öğrencilere görüşmelerin isteğe bağlı olduğu belirtilmiştir. Görüşmeler sadece etkinlikler sonrası yapılmış, açık uçlu sorular yazılı olarak öğrencilere verilerek, bir ders saati içinde cevaplamaları istenmiştir.

Kelime ilişkilendirme testi uygulaması için 10 anahtar kelimenin (Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem) olduğu kitapçık oluşturulmuştur. Her sayfada 10 farklı kavram olacak şekilde tasarlanan kitapçık her öğrenciye dağıtılmış ve öğrencilerin zincirleme ilişkilendirme yapmaması için her anahtar kavram 10 kez yazılmıştır. Uygulamaya başlamadan önce kelime ilişkilendirme testinin nasıl uygulanacağı konusunda öğrencilere açıklamalar yapılmış, örnek uygulamalar gösterilmiş ve çalışmaya katılmanın isteğe bağlı olduğu belirtilmiştir. Öğrencilere anahtar kavramların zihinlerinde çağrıştırdığı kavramları yazmaları için 45 saniye süre verilmiştir. Alan yazında ortaöğretim ve üstü seviyelerde örneklem grup olduğunda, genellikle her bir anahtar kavram için 30 saniye süre verilirken, ilkokul ve ortaokul seviyesine inildiğinde her bir anahtar kavram için 60 ya da 90 saniye süre verilmesi daha uygun görülmektedir (Ercan vd., 2010). 6. sınıf öğrencileri için de bu sürenin 45 saniye olması araştırmacı ve alan uzmanı tarafından uygun görülmüştür. Kelime ilişkilendirme testi, öğrencilere akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinlikleri öncesinde ön test, etkinlikler sonrası son test olarak iki kez uygulanmıştır.

Fotoğraf 3.2. Kelime ilişkilendirme testine verilen örnek bir cevap

Tablo 3.1. Veri toplama süreci

Grup	Ön Testler	Uygulama	Son Testler
Çalışma Grubu	• Ön Kelime İlişkilendirme Testi	• 6 Haftalık Akuaponik ve Hidroponik Sistem STEM Etkinlikleri	• Son Kelime İlişkilendirme Testi
	• Topraksız Tarıma Yönelik Öğrenci Görüşlerini Belirleme Formu	• Okul Dışı Öğrenme Ortamı Eğitim Gezisi	• Okul Dışı Öğrenme Ortamına Yönelik Öğrencilerin Görüşlerini Belirleme Formu • Akuaponik ve Hidroponik STEM Etkinliklerine Yönelik Öğrencilerin Görüşlerini Belirleme Formu

Çalışmanın veri toplama süreci Tablo 3.1’de verilmiştir.

3.6 Verilerin Analizi

3.6.1 Kelime İlişkilendirme Testinin Analizi

Araştırmada, öğrencilerin kelime ilişkilendirme testindeki anahtar kavramlara verdikleri yanıtlar ön test ve son test olarak ayrı ayrı incelenmiş ve her bir anahtar kavram için kullanılan kelimelerin kullanım sıklığına göre, ön test ve son test frekans tabloları oluşturulmuştur. Bu frekans tabloları baz alınarak Web 2.0 aracı olan Bubbl.us programı ile kavram ağları oluşturulmuştur. Kavram ağının oluşturulmasında, Bahar ve arkadaşları (1999) tarafından geliştirilen kesme noktası tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte, kelime ilişkilendirme testinden elde ettiğimiz frekans tablosunda, herhangi bir anahtar kavram için en çok verilen yanıt frekansının 3-5 altındaki değer kesme noktası olarak belirlenmektedir. Bu kesme noktasının üzerindeki yanıtlar, kavram ağının ilk kısmını oluşturmaktadır. Daha sonra, kesme noktası kademeli olarak azaltılarak, tüm anahtar kelimeler ağda görünene kadar işlem sürdürülmektedir (Bahar ve Özatlı, 2003). Kesme noktaları için aynı kavram birden fazla anahtar kelime ile ilişkilendirilmişse bunlar ara bağlantılar ile kavram ağında belirtilmektedir (Ercan vd., 2010).

Bu çalışmada uygulanan ön kelime ilişkilendirme testi için oluşturulan kavram ağlarında 1.kesme noktası 20 frekans ve üzeri, 2. kesme noktası 19-16

frekans arası, 3. kesme noktası 15-12 frekans arası ve 4. kesme noktası 11-8 frekans arası şeklinde belirlenmiştir. Son kelime ilişkilendirme testi için oluşturulan kavram ağlarında 1.kesme noktası 20 frekans ve üzeri, 2. kesme noktası 19-16 frekans arası, 3. kesme noktası 15-12 frekans arası ve 4. kesme noktası 11-8 frekans arası şeklinde belirlenmiştir. Kavram ağlarında, her bir kesme noktası aralığı farklı renklerle gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Kesme noktaları ve kavram ağı rengi

Kesme Noktası	Kavram Ağı Rengi
20 ve üzeri	 Koyu Yeşil
19-16	 Turuncu
15-12	 Kahverengi
11-8	 Lacivert

3.6.2 Yapılandırılmış Açık Uçlu Soru Formu

Yapılandırılmış görüşmeler ile toplanan nitel verilerin analizinde içerik analizi yaklaşımı kullanılmıştır. İçerik analizinde temel olarak yapılan, benzer verileri yazılı, sözlü ya da görsel olabilir, belirli kavramlar ve temalar etrafında gruplamak ve bunları okuyucunun kolayca anlayabileceği şekilde organize ederek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). İçerik analizinde öncelikle araştırma soruları belirlenmektedir sonrasında analiz edilecek veriler toplanmakta, toplanan verilerdeki önemli kavramlar belirlenerek verilerin analiz edilmesini kolaylaştıracak kodlar oluşturulmaktadır. Sonrasında benzer kodlar bir araya getirilerek araştırmanın amacına uygun temalar, kategoriler belirlenmektedir. Son aşamada kodlar ve temalar arasındaki ilişkiler ve anlamlar belirlenip sorulara verilen cevaplar yorumlanmaktadır (Alanka, 2024). Süreç, verilerin sistematik bir şekilde incelenip, araştırma sorularına anlamlı yanıtlar bulunmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmada öğrenciler araştırma etiği çerçevesinde Ö1, Ö2 şeklinde kodlanmıştır. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar her bir soru başlığı altında gruplandırılarak bir soruya ait tüm cevapların bir arada görülmesi sağlanmıştır. Cevaplar incelenerek temalar belirlenmiştir. Belirlenen temalara göre tablolar oluşturulmuştur.

3.7 Akuaponik ve Hidroponik Sistem STEM Etkinliklerini Geliştirilme Süreci

Çalışmada yer alan, ortaokul 6. sınıf öğrencileri için Seçmeli Matematik ve Bilim Uygulamaları dersi kapsamında hazırlanan “Akuaponik ve Hidroponik Sistem STEM Etkinlikleri” nin geliştirilme süreci aşağıda açıklanmıştır:

Matematik ve Bilim Uygulamaları Dersi Öğretim Programı ile ulaşılması beklenen özel amaçlardan bazıları şu şekildedir:

Öğrencilerin;

a) Günlük yaşamında, yakın çevresinde ve doğada meydana gelen olgu ve olaylara ilişkin merak, tutum ve ilgi geliştirmeleri

b) Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk almaları ve bu sorunları çözmede bilgi ve becerilerini geliştirmeleri

c) Günlük yaşamdaki olgu ve olayları matematik ve fen bilimleri dersleriyle ilişkilendirmeleri geliştirmeleri

d) İnsan-toplum-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde farklı disiplinlerdeki bilgi ve becerileri ilişkilendirmeleri (Millî Eğitim Bakanlığı, 2023)

Araştırmacı tarafından alanyazın taraması yapılarak Matematik ve Bilim Uygulamaları dersinde söz konusu amaçları da kapsayacak bir STEM etkinliği araştırılmıştır. Araştırmalar ve alan uzmanlarından alınan görüş sonucu sürdürülebilir akuaponik ve hidroponik sistemlerin bu dersin özel amaçlarına uygun bir STEM etkinliği olarak kullanılabileceği kararına varılmıştır

Akuaponik ve hidroponik sistemler, bilgiyi somutlaştırabilen, fen bilimleri dersi müfredat konularını kapsayan, STEM içeriğini öğretebilen ve üç boyutlu olması nedeniyle öğretim materyali olarakta kullanılabilen sistemlerdir (Baykır, 2022; Genello vd., 2016; Hart, 2013; Junge vd., 2014; Viktor, 2018). Akuaponik ve hidroponik sistem etkinliğinin STEM entegrasyonu Tablo 3.3’de gösterilmiştir

Tablo 3.3. Akuaponik ve hidroponik sistem etkinliğinin STEM entegrasyonu

STEM Alanı	İçerik	Uygulama Karşılığı
Bilim	- Kimya - Biyoloji	Akuaponik sistemlerde suyun nitrat, nitrit, pH; hidroponik sistemlerde suyun pH değerinin nasıl değiştiği bu değişimlerin bitki ve balıklar üzerindeki etkilerini araştırır. Bitki yetiştirme ve balık bakımı sürecinde görev alır. Bitki gelişimi için gerekli olan faktörleri belirler. Akuaponik sistemin oluşturduğu ekosistemlerin işleyişini gözlemler. Balık atıklarının bitkiler tarafından nasıl kullanıldığı ve bitkilerin suyu nasıl temizlediği, besin zinciri ve madde döngüsü kavramlarını keşfeder. Suyun önemi, su tasarrufu, su kirliliği, toprak kirliliği, sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, tarım, küresel iklim değişikliği konularında tartışır.

		Sorunlara çözüm yolu üretir.
Teknoloji		Üretken, kendi kendine yetebilen sistemler Akvaryumda bitkisel üretim
Mühendislik	- Sistemi kurma - Bakım ve kontrolü	Problemi tanımlar, tasarım yapar, model oluşturur ve çözüm üretir. Sistemleri analiz eder ve iyileştirmeye çalıştırır. Mühendislik prensiplerini ve pratiklerini anlar. Takım çalışması ve iletişim becerilerini geliştirir. Yaratıcı ve yenilikçi çözümler üretme becerilerini geliştirir.
Matematik	- Grafik okuma - Yorumlama	Sistemdeki suyun nitrat, nitrit, pH seviyesi gibi parametrelerini tablolastırır. Marul yapraklarının boy ölçümünü yapar. Hidroponik sistemler için suya katılacak besin miktarını uygun referanslara göre hesaplar.

Tablo 3.3’de görüldüğü üzere akuaponik ve hidroponik sistemler STEM içeriklerine entegre edilebilmektedir. STEM entegrasyonu sağlandıktan sonra etkinliklerin uygulamasına geçilmiştir.

3.8 Uygulama Süreci

Akuaponik ve Hidroponik Sistem Etkinlikleri 6 hafta boyunca Seçmeli Matematik ve Bilim Uygulamaları dersinde gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin yürütülmesi ve uygulamasından araştırmacı sorumlu olmuştur. Akuaponik ve Hidroponik Sistem STEM Etkinlikleri STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemi ve mühendislik tasarım süreci model alınarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecine başlamadan önce veri toplama araçlarından kelime ilişkilendirme testi ön test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin topraksız tarıma yönelik görüşleri yapılandırılmış açık uçlu sorular ile belirlenmiştir.

Uygulama süreci aşağıdaki şekilde planlanmıştır.

Tablo 3.4. Uygulama Süreci

1. Hafta	Öğrencilerin ön bilgisinin olduğu ve gerçek bir yaşam problemi olan çevresorunları tartışılarak konuya ilginin çekilmesi
2. Hafta	Araştırmacı tarafından akuaponik ve hidroponik sistem ile ilgili teorik bilgi sunumu ve okul dışı öğrenme ortamı eğitim gezisi

3. Hafta	Öğrencilerin hidroponik ve akuaponik sistem tasarımlarını çizmesi ve en iyi tasarımların seçilmesi
4. Hafta	Akuaponik ve hidroponik sistemkurulumu ve görev dağılımı
5. ve 6. Hafta	Öğrencilerin sistemlerin işleyişi ve gidişatı hakkında topladıkları verileri paylaşması Akuaponik ve hidroponik sistemlerinilişkili olduğu konular hakkında tartışmalar yapılması Sistemlerin değerlendirilmesi

Uygulama Süreci

1. Hafta

Etkinliklerin 1. haftasında, öğrencilerin ön bilgisinin olduğu; akuaponik ve hidroponik sistem konularıyla da ilişkili kavramları içeren gerçek yaşam problemleri ile sürece başlanmıştır.

Toprağın ve su kaynaklarının geçmiş, şimdi ve gelecekte durumu nasıldır? Dünyada toprak ve su kirliliğinin nedenleri nelerdir?

Su ve toprak kirliliğini önlemek için neler yapabiliriz? Su tasarrufu için neler yapabiliriz?

Tarım yaparken toprak kirliliği oluşur mu?

Bir gün topraklarımız da tarım yapılamayacak duruma gelirse nasıl bir çözüm üretebiliriz?

Bu sorular doğrultusunda öğrencilerin konuya ilgisi çekilmiş ve sınıfça tartışılmıştır.

2. Hafta

Etkinliklerin 2. haftasında, birinci haftada konuşulan konular araştırmacı tarafından akuaponik ve hidroponik sistemler ile ilişkilendirilmiştir. PowerPoint sunum tekniği ile akuaponik ve hidroponik sistemler hakkında aşağıdaki başlıkları içeren teorik bilgi verilmiş, sosyal medya platformu youtube üzerinden örnek topraksız tarım seraları izlettirilmiştir.

Topraksız tarım nedir?

Topraksız tarım uygulamaları nelerdir?

Topraksız tarımın sürdürülebilir bir çevre için katkıları nelerdir?

Hidroponik sistemler nedir?

Hidroponik sistemlerin avantajları ve dezavantajları nelerdir?

Akauponik sistemler nedir?

Akuaponik sistemlerin avantajları ve dezavantajları nelerdir?



Fotoğraf 3.3. Akuaponik ve hidroponik sistem powerpoint sunumu

Araştırmacı tarafından öğrencilerle birlikte bölgede bulunan topraksız tarım çilek serasına eğitim gezisi düzenlenmiştir. Uygulama öncesi öğrencilere gidilen okul dışı eğitim ortamı tanıtılarak bilgi verilmiştir. Topraksız tarım çilek serası, 2021 yılında İzmir ilinin Urla ilçesinde 4650 metrekare üzerine kurulmuş bir topraksız tarım serasıdır. Sera yetkilisinin verdiği bilgiye göre; hidroponik sistem türlerinden kapalı sistem modeli ile “Sabrina” cinsi çilek üreten tesise, 2023 yılı itibariyle 100.000 adet fide dikilmiş ve 30 ton ürün elde edilmiştir. Yurt dışına ihracat yapmayan tesis, İzmir ili içinde ürünlerini pazarlamaktadır.

Topraksız tarım çilek serasında, sera yetkilisi tarafından hidroponik sistemin işleyişi öğrencilere tanıtılmış, öğrencilerin soruları yanıtlanmıştır ve öğrenciler ikram edilen çileklerin tadına bakmıştır. Ayrıca hidroponik sistemlerin çevre sorunlarına çözümü, sürdürülebilir kalkınmaya desteği, sistemin avantajları ve dezavantajları öğrencilerle birlikte tartışılmıştır.

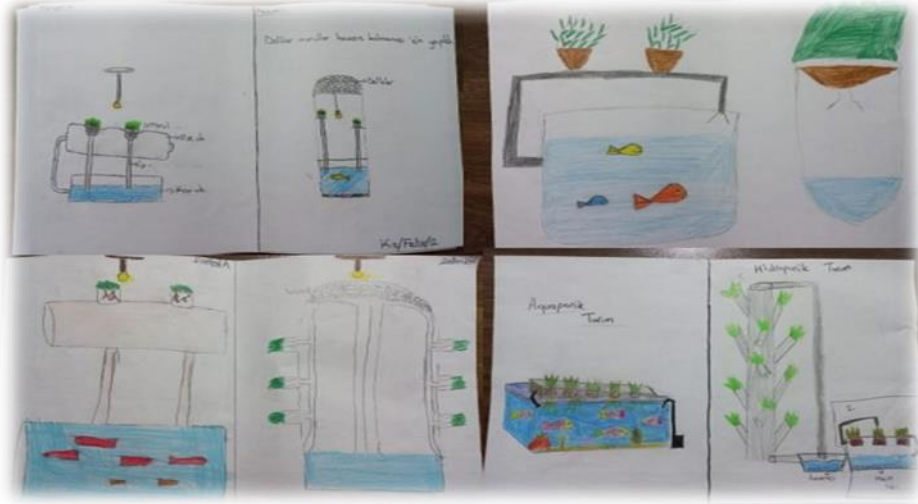


Fotoğraf 3.4. Topraksız tarım çilek serasına gezi

3. Hafta

Etkinliklerin 3. haftasında, araştırmacı öğrencilerden düşük maliyetli, çevre dostu bir akuaponik ve hidroponik sistem tasarımlarını istemiştir.

Ürün Son Değerlendirme ve Geri Bildirim: Tasarımların olumlu ya da olumsuz yönleri öğrenciler ve araştırmacı tarafından değerlendirilerek, istenen özellikleri karşılayan, düşük bütçeli, çevre dostu, geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılabileceği tasarımlar belirlenmiştir. En uygun 2 hidroponik ve 2 akuaponik sistem tasarımları görüş birliği ile seçilmiş ve gerekli malzemelerin temini ile sonraki hafta sistem kurulmasına geçilmiştir.



Fotoğraf 3.5. Öğrenci tasarımlarından örnekler

4. Hafta

Etkinliklerin 4. haftasında öğrenciler ile sistem kurulumuna geçilmiştir. Akuaponik ve hidroponik sistemde kullanılan malzemeler ve maliyetleri Tablo 3.4'te verilmekte olup, masraflar araştırmacı tarafından karşılanmıştır.

Tablo 3.5. Akuaponik ve hidroponik sistem malzemeleri ve maliyeti

Kullanılacak Malzemeler	Adet Sayısı	Maliyet
5 litrelik akvaryum (daha önce kullanılmış şu an âtil durumdaolan akvaryum)	1 adet	-----
3 litrelik cam fanus (daha önce kullanılmış şu an âtil durumdaolan cam fanus)	1 adet	-----
2,5 litrelik pet şişe (kullanılmış)	2 adet	-----
Minik delikli file saksı	6 adet	18 ₺
Topraksız tarım genel besini 1litre A ve B hidroponik	1 adet	145 ₺
Kil bilyesi	2 litre	65 ₺
Marul fidesi	6 adet	35 ₺
Akvaryum balığı (Japon balığı)	3 adet	270₺
Balık yemi	250 ml	119 ₺
Su motoru	2 adet	123₺
Akvaryum suyu test kiti	1 adet	263 ₺
Pipet	2 adet	2 ₺
Tahta parçası	2 adet	-----
Ayakkabı kutusu	2 adet	-----
Havlu parçası	1 adet	-----

Kalem pil	2 adet	48 ₺
Bağlantı kabloları	2 adet	-----
TOPLAM		1088 ₺

Birinci hidroponik sistem yapım aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. 2,5 litrelik pet şişe üstünde, minik delikli file saksı oturacak şekilde 2 tane delik açılmıştır.
2. Aynı pet şişenin altına da pipet sığacak şekilde birbirinden 15 cm uzaklıkta 2 küçük delik açılmıştır.
3. Diğer 2,5 litrelik pet şişenin üstünde pipet sığacak şekilde birbirinden 15 cm uzaklıkta 2 küçük delik ve su motorunun sığacağı şekilde yaklaşık 10 cm'lik açıklık oluşturulmuştur. Öğrencilerin güvenliği açısından pet şişelerin kesimini araştırmacı yapmıştır.
4. Ayakkabı kutusunun üstüne pet şişelerin üstündeki deliklerin hizasında pipet sığacak şekilde 2 küçük delik açılmıştır.
5. Ayakkabı kutusunu dik olacak şekilde koyup içine üstünde su motoru açıklığı olan pet şişe yerleştirilmiştir ve pet şişeye pipetler küçük deliklerden sokularak ayakkabı kutusundan da geçirilerek ayakkabı kutusunun üst kısmından dışarı uzatılmış ve diğer pet şişe ayakkabı kutusunun üstüne sabitlenerek pipetler pet şişenin altından şişeye geçirilmiş ve silikon yardımıyla etrafları kapatılarak suyun pet şişeden sızması engellenmeye çalışılmıştır.
6. Basit bir elektrik devresi kurarak motor bağlantısı sağlanmış, motor alttaki pet şişenin içine yerleştirilerek, pipetin ucu su motoruna silikon yardımı ile sabitlenmiştir. Böylece alttaki pet şişeye su doldurulup su motoru çalıştırıldığında suyun alttan üste pompalanması sağlanmıştır.
7. Minik delikli file saksılar kil bilyeler ile doldurulmuş, içlerine marul fideleri yerleştirilmiştir. Marul (*Lactuca sativa* L) hidroponik sistemlerde en çok tercih edilen sebzelerdendir, kısa sürede hasada erişilmesi, besin ihtiyacının az olması, kolaylıkla yetiştirilebilmesi açısından sistemde tercih edilmiştir (Okudur, 2018).
8. Daha sonra file saksılar pet şişenin üstüne oturtulmuştur.
9. Alttaki pet şişeye 2,5 litre su konarak, sıvı besin şişesi üzerinde yazan kullanma talimatına göre 1 litre suya 2 ml A, 2 ml B besini olacak şekilde 5'er ml A ve B sıvı besin eklenmiştir. Sistemdeki su seviyesinin azalması ihtimaline karşı

yedek olarak 2,5 litrelik bir karışım daha hazırlanmıştır. Ve sistem motoru devreye sokulmuştur.

Sistemde alttaki pet şişedeki besin çözeltisi, motora bağlı pipet vasıtasıyla üst şişeye ulaşacak orada bitki kökleri gerekli suyu alacak ve su ikinci pipet yardımı ile tekrar aşağıdaki pet şişeye akacaktır. Böylece sistemdeki su sirkülasyonu sağlanmış olacaktır.



Fotoğraf 3.6. Hidroponik sistem kurulumu

İkinci hidroponik sistemin yapım aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. 2,5 litrelik pet şişe baş kısmından 20 cm olacak şekilde kesilmiştir. Öğrencilerin güvenliği açısından pet şişelerin kesimini araştırmacı yapmıştır.
2. Kesilen üst kısım ters çevrilmiş, kapak kısmına şerit halinde kesilmiş emici bir havlu parçası yerleştirilmiş üst kısmına kil topları doldurularak marul fideleri yerleştirilmiştir.
3. Alttaki kesik kısma 1 litre su konarak, sıvı besin şişesi üzerinde yazan kullanma talimatına göre 1 litre suya 2 ml A, 2 ml B besini olacak şekilde 2'şer ml sıvı besin eklenmiştir. Kesilen üst parça ters olacak şekilde alt kısma oturtulmuş ve havlu parçasının suyun içine tamamen batmasına dikkat edilmiştir. Sistemde alttaki pet şişede bulunan besin çözeltisinin, emici havlu yardımı ile üst kısma ulaşması amaçlanmaktadır.



Fotoğraf 3.7. Hidroponik sistem kurulumu

Birinci akuaponik sistem yapım aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. 3 litrelik cam fanusun üstüne denk gelecek şekilde kesilmiş tahta plakanın ortasına minik delikli file saksı sığacak şekilde bir delik oluşturulmuştur. Öğrencilerin güvenliği için tahta plakalar araştırmacı tarafından kesilmiştir.

2. Fanusun içine 1 tane Japon balığı (*Carassius auratus*) ve su konulmuştur. Japon balığının, akvaryum balıkları arasında tercih edilen bir balık türü olduğu, akuaponik sistem çalışmalarında kullanıldığında sıcaklık ve birçok su kalite parametrelerine karşı toleransının yüksek olduğu yapılan araştırmalarda belirtilmiştir (Kargın ve Bilgüven, 2018). Bundan dolayı çalışmada japon balığı tercih edilmiştir.

3. File saksının sabitlendiği tahta plak parçası fanusun üzerine konulmuştur.



Fotoğraf 3.8. Akuaponik sistem kurulumu

İkinci akuaponik sistem yapım aşamaları:

1. 5 litrelik cam akvaryumun üstüne denk gelecek şekilde tahta plaka kesilmiş, plakanın ortasına minik delikli file saksı sığacak şekilde iki delik açılmıştır. Öğrencilerin güvenliği için tahta plakalar araştırmacı tarafından kesilmiştir.
2. Akvaryumun içine 2 adet Japon balığı (*Carassius auratus*) konulup su ile doldurulmuştur.
3. Minik delikli file saksılar kil bilyeler ile doldurulmuş, içlerine marul fideleri yerleştirilmiştir. Daha sonra file saksının sabitlendiği tahta plaka da akvaryumun üzerine konulmuştur.



Fotoğraf 3.9. Akuaponik sistem kurulumu

Sistemlerin laboratuvarında kurulumunun ardından öğrencilere sorumlu oldukları görevler bildirilmiştir:

- Her hafta cuma günü marul yapraklarının boylarının ölçülmesi
- Her gün, ilk teneffüs ve son teneffüste balıkların beslenmesi
- Her hafta cuma günü akvaryum suyu test kiti ile akuaponik

sistemlerdeki suyun nitrat, nitrit ve pH seviyesinin, hidroponik sistemlerdeki suyun pH seviyesinin ölçülmesi, ölçümlerin tablollaştırılması ve ölçümlerin referans değerleri ile uyumlu olup olmadığına karar verilmesi

- Hidroponik sistemde su azaldıkça yedek olarak hazırlanan besin çözeltisinin eklenmesi

- Her gün ilk teneffüs ve son teneffüste hidroponik sistemdeki su motorunun çalışmasının kontrolü

Öğrenciler 10'ar kişi olacak şekilde 2 gruba ayrılmıştır. Böylece bütün öğrencilerin hem akuaponik hem de hidroponik sistem ile etkileşimi sağlanmıştır. Hafta sonları balıkların beslenmesi ve motor kontrolü araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Araştırmacı akuaponik ve hidroponik sistemlerde olması gereken su kalitesi referans değerlerini öğrenciler ile paylaşmıştır. Öğrenciler su kalitesi analizi için akvaryum suyu test kitinden faydalanmışlardır. Kit kutusunun üzerindeki renk tablosu ile kiti karşılaştırarak analizlerini yapmışlardır.



Fotoğraf 3.10. Örnek su kalitesi analizi

Sistemlerin kurulumunun ardından öğrenciler tabloları oluşturarak ölçümlerine hazır hale getirmişlerdir. Sonrasında akuaponik ve hidroponik sistemler üzerinden;

- Küresel iklim değişiklikleri,
- Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmanın önemi,
- Kaynakların tasarruflu kullanılmaması durumunda gelecekte karşılaşılabilecek problemler,
- Geri dönüşümün önemi,
- Sürdürülebilir kalkınma konuları öğrencilerle tartışılarak, bilgi verilmiştir.

5. Hafta

Etkinliklerin 5. haftasında öğrenciler, sistemlerle ilgili gözlemlerini ve ölçümlerini arkadaşlarıyla paylaşmıştır. Su kalitesi değerleri referans değerlerle karşılaştırılmış, su kalitesi değerlerinde bir problem olmadığı belirtilmiştir. Marul yapraklarının boy ölçümleri bir önceki hafta ile kıyaslanarak sistemlerdeki marul gelişimi tartışılmıştır. Sistemler ile ilgili tespit edilen sorunlara çözümler üretilmeye çalışılmıştır. Su sirkülasyonunun olduğu hidroponik sistemde buharlaşmadan ötürü su seviyesinde azalma olduğu fark edilmiş, yedek olarak hazırlanan besin çözeltisi sisteme eklenmiştir. Akvaryumlarda hava motoru olmadığı için sudaki oksijenin azalacağı düşünülüp, akvaryum suyu tazelenmiştir. Sonraki süreçte akuaponik ve hidroponik sistemler üzerinden 6. sınıf seviyesine uygun olacak şekilde;

- Besin zinciri,
- Besin zincirindeki üretici, tüketici ve ayrıştırıcılar arasındaki ilişki,

- Fotosentez,
- Madde döngüleri ve azot döngüsü konuları öğrencilerle tartışılarak, bilgi verilmiştir.



Fotoğraf 3.11. Sistemlerdeki yaprak boylarının ölçümü



Fotoğraf 3.12. Sistemlerin su kalitesi değerlerinin kit ile ölçümü



Fotoğraf 3.13. Sistemlerin kontrolü ve değerlerin tartışılması

6. Hafta

Etkinliklerin 6. haftasında öğrenciler, sistemlerle ilgili gözlemlerini ve ölçümlerini arkadaşlarıyla paylaşmıştır. Su kalitesi değerlerini referans değerlerle karşılaştırarak, sorun olmadığını belirtmişlerdir. Hidroponik sistem pet şişelerinde su sızıntısı olduğunu fark eden öğrenciler, sızıntı olan bölgeyi silikon ile kaplayarak soruna çözüm üretmişlerdir. Marul yapraklarının ilk ve son hafta boy ölçümleri arasındaki farklar hesaplanarak sistemlerin bitki gelişimine etkisi tartışılmıştır. 6. haftanın tamamlanmasıyla birlikte yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve son kelime ilişkilendirme testide uygulanarak veri toplama işlemi sonlandırılmıştır.

Akuponik Sistem Marul Yaprakları Boyu		
1.	2.	
1.hafta	4cm	4.3cm
2.hafta	4.6cm	5cm
3.hafta	6.2cm	6.8cm

Akuponik Sistem Marul Yaprakları Boyu		
1.hafta	3.5cm	
2.hafta	4.2cm	
3.hafta	6.5cm	

Hidroponik Sistem Marul Yaprakları Boyu		
	Birinci Marul	İkinci Marul
1.hafta	3.2cm	5.1cm
2.hafta	6.4cm	9.2cm
3.hafta	9.5cm	11.4cm

Fotoğraf 3.14. Marul yapraklarının gelişim takip tablosu



Fotoğraf 3.15. Akuponik sistemlerin ilk ve son durumları



Fotoğraf 3.16. Hidroponik sistemlerin ilk ve son durumları

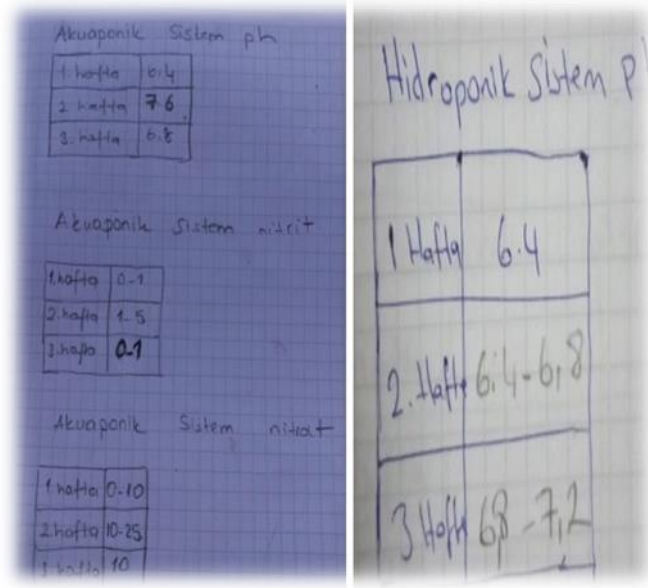
Hidroponik Sistem pH	
1.hafta	6.4
2.hafta	8.4
3.hafta	6.8

Akvaaponik Sistem nitrit	
1.hafta	0.1
2.hafta	0.7
3.hafta	0.1

Akvaaponik Sistem nitrat	
1.hafta	0.10
2.hafta	10
3.hafta	0.10

Hidroponik sistem p	
1.hafta	6.4
2.hafta	6.8-7.2
3.hafta	7.2

Fotoğraf 3.17. 1.Grup öğrencilerinin su analizi tabloları



Fotoğraf 3.18. 2. Grup öğrencilerinin su analizi tabloları

3.9 Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Nitel araştırmalarda geçerlilik; bulguların doğru veya kabul edilebilir olması (Creswell, 2016), yorumların inanılır olması (Silverman, 2013) olarak tanımlanmaktadır. Geçerlilikte; araştırılan konuya uygun olan veri toplama aracının seçilmesi ve araştırmacının tarafsızlığı önemli bir role sahiptir (Arslan, 2022). Güvenirlik ise tutarlılık ve doğrulanabilirlik olarak tanımlanmaktadır (Lincoln ve Guba, 1985). Her iki kavramda araştırmaların türü ne olursa olsun, çalışmanın inandırıcılığı ve kalitesini belirleyen iki önemli unsurdur (Merriam ve Tisdell, 2013).

Araştırmanın güvenirliliğini sağlamak amacı ile 1 fen bilgisi alan uzmanı, 2 ölçme değerlendirme uzmanına başvurulmuştur. Araştırmanın güvenirliliği Miles, Huberman ve Saldana (1994) tarafından geliştirilen formül;

Görüş Birliği

$$\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}}$$

Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı

kullanılarak hesaplanmıştır. Nitel çalışmalarda, %70 ve üzeri uyum olduğu durumlarda güvenilirlik kabul görmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Formüle göre gerçekleştirilen güvenilirlik çalışmasında %80 oranında bir uzlaşma (güvenirlik) sağlanmıştır. Toplanan verilerin detaylı olarak betimlenmesi ve

sonuçlara nasıl ulaşıldığının araştırımacı tarafından açıklanması geerliliğın önemli kriterleri arasında yer almaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).



4. BULGULAR

Ortaokul öğrencilerinin topraksız tarım uygulamalarına ilişkin sahip oldukları bilişsel yapıların geliştirilmesi ve bunun için kullanılan eğitim içeriğinin öğrenci görüşleri temelinde değerlendirilmesinin hedeflendiği çalışmanın bu bölümünde araştırma problemlerine ait bulgulara yer verilmektedir.

4.1 Birinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

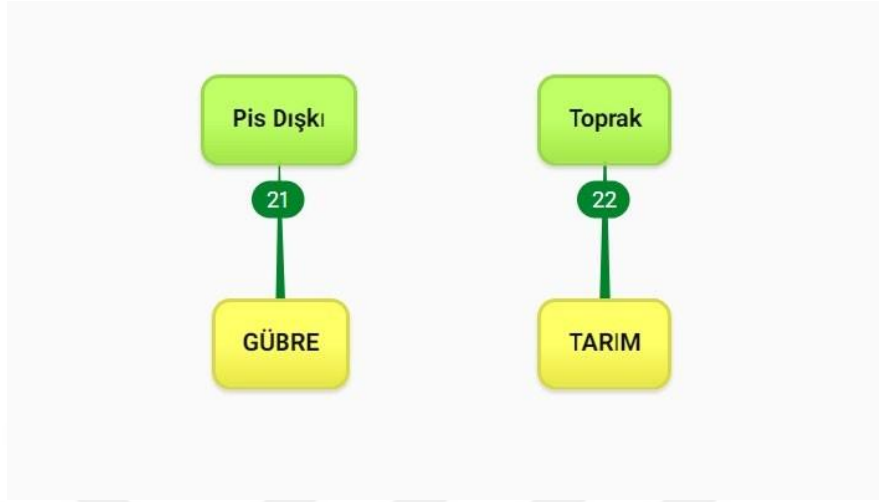
4.1.1 Ön Kelime İlişkilendirme Test Uygulamasından Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde akuaponik ve hidroponik sistem etkinlikleri öncesinde öğrencilerin “Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde Döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem” anahtar kavramlarına yönelik bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak için uygulanan kelime ilişkilendirme testinden elde edilen kelimeler kullanılarak hazırlanan kavram ağlarına yer verilmiştir.

Ön kelime ilişkilendirme testinde öncelikle, öğrencilerin her bir anahtar kavram ile ilişkilendirdikleri kelimelerin olduğu frekans tablosu hazırlanmıştır. Daha sonra frekans tablosunda ki benzer kavramlar bir başlık altında toplanmıştır. Örneğin; erik ağacı, elma ağacı, incir ağacı vb. gibi kavramlar meyve ağacı başlığı altında toplanmıştır. Ayrıca frekans değeri 1 olan kelimelere frekans tablosunda yer verilmemiştir. Ön kelime ilişkilendirme testi frekans tablosu EK-7’de sunulmuştur.

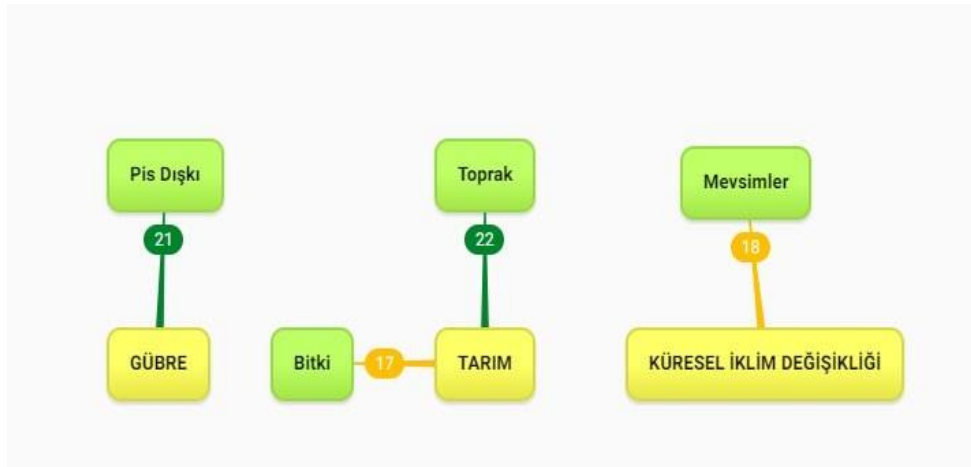
Ön kelime ilişkilendirme testi frekans tablosu incelendiğinde öğrencilerin verilen anahtar kavramlara en çok ürettiği kelimeler şu şekildedir; “Akuaponik Sistem” anahtar kavramı için, “su kaydıracağı” (9); “Geri Dönüşüm” anahtar kavramı için, “kâğıt ve çöp” (10); “Tasarruf” anahtar kavramı için “su” (13); “Gübre” anahtar kavramı için, “pis dışkı” (21); “Tarım” anahtar kavramı için, “toprak” (22); “Madde Döngüsü” anahtar kavramı için, “su” (10); “Azot Döngüsü” anahtar kavramı için, “zehirli gaz” (9); “Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramı için, “sürmek”(10); “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramı için, “mevsimler” (18)’dir. Ön kelime ilişkilendirme testi frekans tablosunda öğrencilerin ürettikleri toplam kelime sayısı 85’dir.

Frekans tablosundan sonra kesme noktası tekniğinden yararlanılarak kavram ağları oluşturulmuştur. Ön test birinci kesme noktasına ait bulgular Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Kesme noktası 20 ve üzeri için oluşturulan kavram ağı

Şekil 4.1’de ön test birinci kesme noktası 20 ve üzeri frekans bağlantılarına için oluşturulmuş kavram ağı yer almaktadır. Kesme noktası 20 ve üzeri bağlantılar için koyu yeşil ok kullanılmıştır. Ön testte birinci kesme noktasında ilk çıkan anahtar kavramlar “Gübre” ve “Tarım” kavramlarıdır. “Gübre” anahtar kavramına “pis dışkı” kelime grubunun 21 frekans ile “Tarım” anahtar kavramına “toprak” kelimesinin 22 frekans ile bağlandığı ve her iki kelime grubunun da birbirinden bağımsız olduğu görülmüştür. 20 ve üzeri kesme noktasında diğer anahtar kavramlar çıkmamıştır. Ön test ikinci kesme noktasına ait bulgular Şekil 4.2’de görülmektedir.



Şekil 4.2. Kesme noktası 19-16 arası için oluşturulan kavram ağı

Şekil 4.2’de ön test ikinci kesme noktası 19-16 arası frekans bağlantılama için oluşturulmuş kavram ağı yer almaktadır. Kesme noktası 19-16 arası bağlantılar için turuncu ok kullanılmıştır. Ön testte ikinci kesme noktası olan 19-16 arası kavram ağı incelendiğinde, kavram ağına “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramının eklendiği ve 18 frekansla “mevsimler” kelimesinin anahtar kavrama bağlandığı görülmüştür. “Tarım” anahtar kavramına ise 17 frekans ile “bitki” kelimesinin eklenmiş olduğu gözlemlenmektedir. Ön test üçüncü kesme noktasına ait bulgular Şekil 4.3’ te görülmektedir.

Şekil 4.3. Kesme noktası 15-12 arası için oluşturulan kavram ağı

Şekil 4.4'te ön test dördüncü kesme noktası 11-8 arası frekans bağlantılama için oluşturulmuş kavram ağı yer almaktadır. Kesme noktası 11-8 arası bağlantılar için lacivert ok kullanılmıştır. Ön testte dördüncü kesme noktası olan 11-8 arası kavram ağı incelendiğinde, kavram ağına “Madde Döngüsü, Akauponik Sistem, Geri Dönüşüm, Azot Döngüsü, Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramlarının eklendiği görülmüştür. “Madde Döngüsü” anahtar kavramına 10 frekans ile “su”, 9 frekans ile “mide”, 8 frekans ile “bağırsak” kelimelerinin bağlandığını gözlemlenmiştir. “Akuaponik Sistem” anahtar kavramına 9 frekansla “su kaydıracağı” kelime grubunun bağlandığı görülmüştür. “Geri Dönüşüm” anahtar kavramına 9 frekans ile “plastik atık”, 9 frekans ile “cam eşya”, 10 frekans ile “kâğıt”, 10 frekans ile “çöp”, 8 frekans ile “temizlemek” kelime grupları bağlanmıştır. “Azot Döngüsü” anahtar kavramına 9 frekans ile “zehirli gaz” kelime grubunun bağlandığı gözlemlenmektedir. “Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramına ise “sürmek” kelimesinin 10 frekans ile bağlandığı görülmüştür. “Tarım” anahtar kavramına ise 11 frekans ile “tarım aletleri”, 9 frekans ile “meyve ağacı”, 9 frekans ile “su” kelimelerinin eklendiği görülmüştür. “Gübre” anahtar kavramına ise 8 frekans ile “meyve ağacı”, 9 frekans ile “bitki” kelimelerinin eklendiğini görülmüştür. Burada “bitki” ve “meyve ağacı” kelimelerinin “Gübre” ve “Tarım” anahtar kavramlarında ortak bağlantı oluşturdukları gözlenmektedir. “Tasarruf” anahtar kavramına ise 9 frekans ile “elektrik”, 8 frekans ile “israf” kelimelerinin eklendiği görülmüştür. Ayrıca “su” kelimesinin “Tarım”, “Madde Döngüleri” ve “Tasarruf” anahtar kavramlarında ortak bağlantı oluşturduğu gözlemlenmiştir. “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramına ise 8 frekans ile “Aslan balığı ve balon balığı”, 9 frekans ile “hava değişimi” kelimeleri eklenmiştir. 11-8 arası kesme noktasında da “Hidroponik Sistem” anahtar kavramı çıkmamıştır.

4.1.2 Son Kelime İlişkilendirme Test Uygulamasından Elde

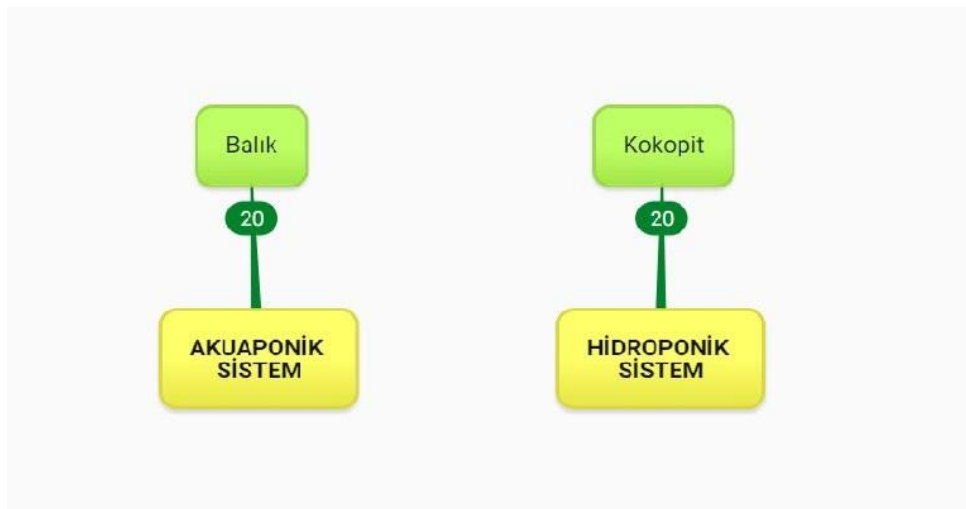
Edilen Bulgular

Bu bölümde hidroponik ve akuaponik sistem STEM etkinlikleri sonrasında öğrencilerin “Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde Döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem” anahtar kavramlarına yönelik bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak için uygulanan kelime ilişkilendirme testinden elde edilen kelimeler kullanılarak hazırlanan kavram ağlarına yer verilmiştir.

Son kelime ilişkilendirme testinde, öğrencilerin her bir anahtar kavramı ilişkilendirdikleri kelimelerin olduğu frekans tablosu hazırlanmıştır. Daha sonra frekans tablosunda ki benzer kavramlar bir başlık altında toplanmıştır. Örneğin; alabalık, hamsi, çupra, levrek, palamut vb. gibi kavramlar balık başlığı altında toplanmıştır. Ayrıca frekans değeri 1 olan kelimelere frekans tablosunda yer verilmemiştir. Son kelime ilişkilendirme testi frekans tablosu EK-8’de sunulmuştur.

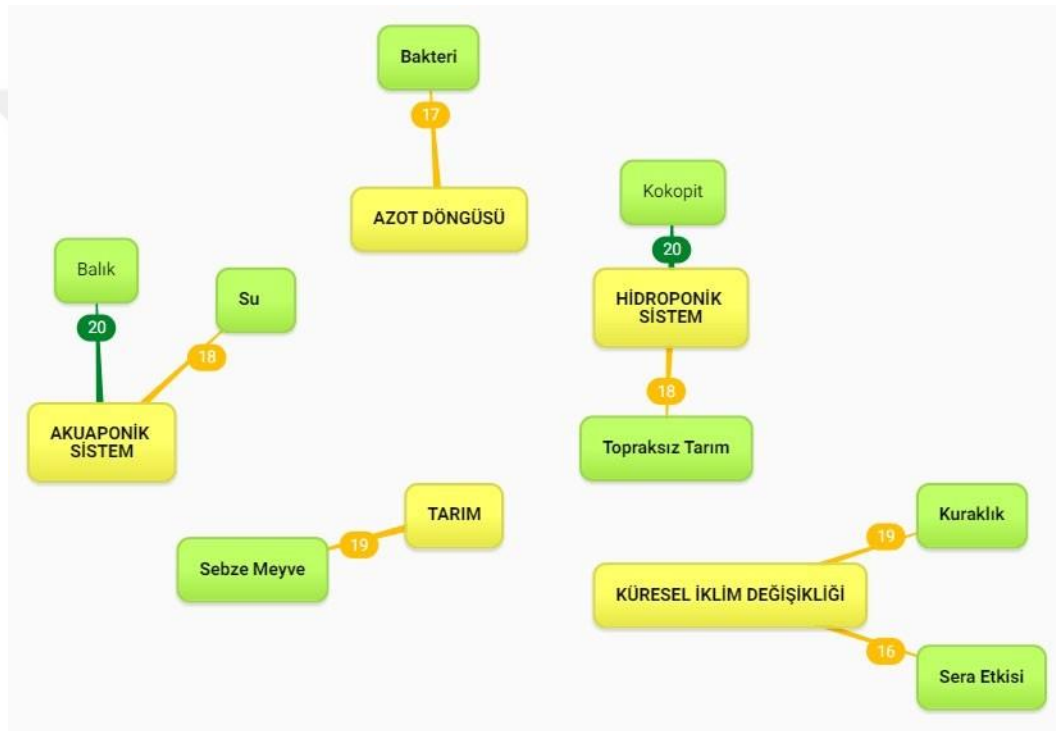
Son kelime ilişkilendirme testi frekans tablosu incelendiğinde öğrencilerin verilen anahtar kavramlara en çok ürettiği kelimeler şu şekildedir; “Akuaponik Sistem” anahtar kavramı için, “su” (18); “Geri Dönüşüm” anahtar kavramı için, “su” (13); “Tasarruf” anahtar kavramı için “su” (15); “Gübre” anahtar kavramı için, “hayvan dışkısı” (13), “bitki” (13); “Tarım” anahtar kavramı için, “sebze meyve” (19); “Madde Döngüsü” anahtar kavramı için, “su” (14); “Azot Döngüsü” anahtar kavramı için, “bakteri” (17); “Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramı için, “gelecek”(15); “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramı için, “kuraklık” (19) ve “Hidroponik Sistem” anahtar kavramı için “kokopit” (20) tir. Son kelime ilişkilendirme testi frekans tablosunda öğrencilerin ürettikleri toplam kelime sayısı 110’dur.

Frekans tablosundan sonra kesme noktası tekniğinden yararlanılarak kavram ağları oluşturulmuştur. Son test birinci kesme noktasına ait bulgular Şekil 4.5’te görülmektedir.



Şekil 4.5. Kesme noktası 20 ve üzeri için oluşturulan kavram ağı

Şekil 4.5’te son test birinci kesme noktası 20 ve üzeri frekans bağlantılama için oluşturulmuş kavram ağı yer almaktadır. Kesme noktası 20 ve üzeri bağlantılar için koyu yeşil ok kullanılmıştır. Son testte birinci kesme noktasında öncelikli olarak “Akuaponik Sistem” ve “Hidroponik Sistem” anahtar kavramlarının çıktığı görülmektedir. “Akuaponik Sistem” anahtar kavramına “balık” kelimesi 20 frekans ile “Hidroponik Sistem” anahtar kavramına “kokopit” kelimesinin 20 frekans ile bağlandığı ve her iki kelime grubunun da birbirinden bağımsız olduğu görülmüştür. 20 ve üzeri kesme noktasında diğer anahtar kavramlar çıkmamıştır. Son test ikinci kesme noktasına ait bulgular Şekil 4.6’da görülmektedir.



Şekil 4.6. Kesme noktası 19-16 arası için oluşturulan kavram ağı

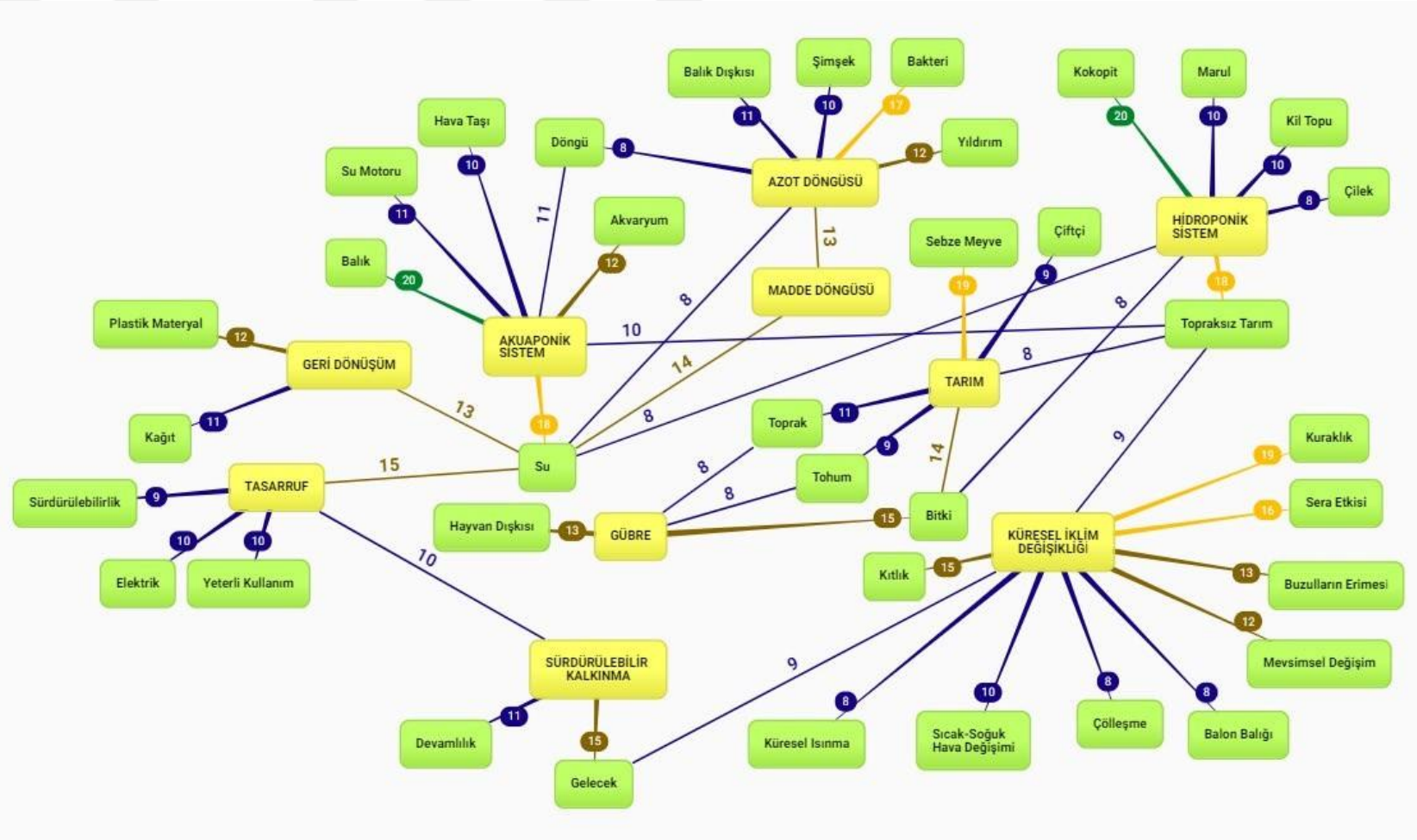
Şekil 4.6’da son test ikinci kesme noktası 19-16 arası frekans bağlantılama için oluşturulmuş kavram ağı yer almaktadır. Kesme noktası 19-16 arası bağlantılar için turuncu ok kullanılmıştır. Son testte ikinci kesme noktası olan 19-16 arası kavram ağı incelendiğinde, kavram ağında “Akuaponik Sistem” anahtar kavramına 18 frekans ile “su” kelimesinin, “Hidroponik Sistem” anahtar kavramına 18 frekans ile “topraksız tarım” kelime grubunun eklendiği görülmüştür. Ayrıca kavram ağına 3 anahtar kavram daha eklenmiştir “Tarım” anahtar kavramının 19 frekans ile “sebze ve meyve” kelimelerine, “Azot Döngüsü” anahtar kavramının 17 frekans ile “bakteri” kelimesine, “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramının 19 frekans

ile “kuraklık”, 16 frekans ile “sera etkisi” kelime gruplarına bağlandığı görülmüştür. Son test üçüncü kesme noktasına ait bulgular Şekil 4.7’de görülmektedir.



Şekil 4.7’de son test üçüncü kesme noktası 15-12 arası frekans bağlantılama için oluşturulmuş kavram ağı yer almaktadır. Kesme noktası 15-12 arası bağlantılar için kahverengi ok kullanılmıştır. Son testte üçüncü kesme noktası olan 15-12 arası kavram ağı incelendiğinde, kavram ağına “Geri Dönüşüm, Tasarruf, Madde Döngüsü, Gübre, Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramlarının eklendiği ve böylece tüm anahtar kavramların tamamlandığı görülmüştür.

“Tasarruf” anahtar kavramı 15 frekans ile “su” kelimesine, “Geri Dönüşüm” anahtar kavramı 12 frekans ile “plastik materyal”, 13 frekans ile “su” kelimesine, “Madde Döngüsü” anahtar kavramı 13 frekans ile “azot döngüsü” anahtar kavramına, 14 frekans ile “su” kelimelerine bağlanmıştır. Burada “su” kelimesinin “Madde Döngüsü, Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Tasarruf” anahtar kavramlarıyla ortak bağlantı yaptığı görülmektedir. “Azot Döngüsü” anahtar kavramına 12 frekans ile “yıldırım”, 14 frekans ile “balık dışkı” kelimeleri eklenmiştir. “Akuaponik Sistem” anahtar kavramına 12 frekans ile “akvaryum” kelimesi eklenmiştir. “Tarım” anahtar kavramına 14 frekans ile “bitki” kelimesi eklenmiştir. “Gübre” anahtar kavramına 13 frekans ile “hayvan dışkı”, 15 frekans ile “bitki” kelimesi bağlanmıştır. Burada “bitki” kelimesinin “Tarım ve Gübre” anahtar kavramlarıyla ortak bağlantı oluşturduğu görülmektedir. “Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramı 15 frekansla “gelecek” kelimesi ile kavram ağına yer almıştır. “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramına 12 frekans ile “mevsimsel değişim”, 13 frekans ile “buzulların erimesi”, 15 frekans ile “kıtlık” kelimelerinin eklendiği görülmüştür. Son test dördüncü kesme noktasına ait bulgular Şekil 4.8’de görülmektedir.



Şekil 4.8. Kesme noktası 11-8 arası için oluşturulan kavram ağı

Şekil 4.8’de son test dördüncü kesme noktası 11-8 arası frekans bağlantı için oluşturulmuş kavram ağı yer almaktadır. Kesme noktası 11-8 arası bağlantılar için lacivert ok kullanılmıştır. Son testte dördüncü kesme noktası olan 11-8 arası kavram ağı incelendiğinde, “Geri Dönüşüm” anahtar kavramına 11 frekans ile “kâğıt” kelimesinin eklendiği, “Tasarruf” anahtar kavramına 9 frekans ile “sürdürülebilirlik”, 10 frekans ile “elektrik”, 10 frekans ile “yeterli kullanım” kelimelerinin eklendiği görülmüştür. “Akuaponik sistem” anahtar kavramına, 11 frekans ile “döngü”, 11 frekans ile “su motoru” ve 10 frekans ile “hava taşı” kelime gruplarının eklendiği, “Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramına ise 11 frekans ile “devamlılık” 10 frekans ile “tasarruf” kelimelerinin eklendiği görülmektedir. “Azot Döngüsü” anahtar kavramına ise 10 frekans ile “şimşek”, 8 frekans ile “döngü”, 11 frekans ile “balık dışkısı” ve 8 frekans ile “su” kelimelerinin eklendiği görülmüştür. Burada “su” kelimesinin “Tasarruf, Geri Dönüşüm, Akuaponik Sistem, Azot Döngüsü ve Madde Döngüsü” anahtar kavramlarında ortak bağlantı oluşturduğu görülmektedir. “Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramına 11 frekans ile “devamlılık”, 10 frekans ile de “tasarruf” kelimelerinin eklendiği görülmüştür. “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramına 8 frekans ile “balon balığı”, 8 frekans ile “çölleşme”, 8 frekans ile “küresel ısınma”, 10 frekans ile “sıcak soğuk hava değişimi”, 9 frekans ile “gelecek”, 9 frekans ile “topraksız tarım” kelimelerinin eklendiği görülmüştür. Burada “gelecek” kelimesinin “Sürdürülebilir Kalkınma ve Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramlarında ortak bağlantı noktası olduğu dikkat çekmektedir. “Hidroponik Sistem” anahtar kavramına 10 frekans ile “marul”, 10 frekans ile “kil topu”, 8 frekans ile “çilek”, 8 frekans ile “bitki” kelimelerinin eklendiği görülmüştür. “Tarım” anahtar kavramına 9 frekans ile “çiftçi”, 11 frekans ile “toprak”, 9 frekans ile “tohum”, 8 frekans ile “topraksız tarım” kelimelerinin eklendiği görülmektedir. “Gübre” anahtar kavramına 8 frekans ile “toprak”, 8 frekans ile “tohum” kelimeleri eklenmiştir. Burada “toprak ve tohum” kelimelerinin “Tarım ve Gübre” anahtar kavramlarıyla, “bitki” kelimesinin ise “Tarım, Gübre ve Hidroponik Sistem” anahtar kavramlarıyla ortak bağlantı oluşturduğu görülmektedir.

4.2 İkinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Topraksız tarım uygulamaları öncesi öğrencilerin topraksız tarıma yönelik algılarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen yapılandırılmış görüşmelerden sonra veri analizi yapılarak Tablo 4.1’de ki bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 4.1. Topraksız tarıma yönelik öğrenci görüşleri

<i>Geleceğin Tarımına Yönelik Öğrenci Görüşleri</i>			
Temalar	Kategoriler	Frekanslar	Öğrenciler
Olumlu	Teknolojik inovasyonlar	6	Ö2, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11
	Yöntemler	4	Ö5, Ö6, Ö8, Ö12
	Besin değeri	1	Ö3
Olumsuz	Sürdürülebilirlik	2	Ö1, Ö13
	Tarımsal Değer	1	Ö14
<i>Topraksız Tarıma Yönelik (Toprak ve Su Kullanımı) Öğrenci Görüşleri</i>			
Temalar	Kategoriler	Frekanslar	Öğrenciler
Olumlu	Evet topraksız tarım mümkün	7	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö11
	Evet sadece su ile tarım mümkün	3	Ö1, Ö3, Ö12
Olumsuz	Hayır topraksız tarım mümkün değil	12	Ö2, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19
	Hayır sadece su ile tarım mümkün değil	16	Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
Kararsız	Emin olamama, bilgisi yok	1	Ö13
<i>Topraksız Tarımın Sağlık Bakımından Değerlendirilmesine Yönelik Öğrenci Görüşleri</i>			
Temalar	Kategoriler	Frekanslar	Öğrenciler
Olumlu	Zararlı değildir	2	Ö2, Ö4
Olumsuz	Evet zararlıdır	12	Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö18
Kararsız	Emin olamama	2	Ö1, Ö7
<i>Topraksız Tarımın Avantaj/Dezavantaj Bakımından Değerlendirilmesine Yönelik Öğrenci Görüşleri</i>			
Temalar	Kategoriler	Frekanslar	Öğrenciler
Olumlu	Avantajı vardır	6	Ö2, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12
Olumsuz	Herhangi bir avantajı yoktur	3	Ö1, Ö3, Ö4
Kararsız	Emin olamama, bilgisi yok	7	Ö5, Ö7, Ö9, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16

Tablo 4.1’de öğrencilerin topraksız tarıma yönelik görüşleri yer almaktadır. Tablo 4.1 incelendiğinde *Geleceğin Tarımına Yönelik Öğrenci Görüşleri* olumlu ve olumsuz olmak üzere 2 tema altında sınıflandırılmıştır. Olumlu görüşler teması teknolojik inovasyonlar, besin değeri ve yöntemler olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. *Teknolojik inovasyonlar* kategorisinde 6 frekans değeri ile örnek öğrenci görüşlerinden birkaçı şu şekildedir:

Ö2: “Uçan araçlar ile vakumlu hasat.”

Ö4: “Robot çiftçiler olabilir.”

Ö7: “Robotlar arsayı biçecek ve ekecek.”

Ö9: “Robotlar sebzeleri toplar, sular ve bakar.”

Yöntemler kategorisinde 4 frekans değeri ile örnek öğrenci görüşlerinin bazıları şu şekildedir:

Ö5: “Tarımın kolaylaşacağını düşünüyorum.”

Ö6: “Topraksız ve susuz olabilir.”

Ö8: “Eğer bazı şeyleri birleştirerek toprak gibi bir şey bulunabilirse tarım olabilir.”

Ö12: “Suya dikim yapılabilir.”

Besin değeri kategorisine ait örnek öğrenci görüşü şöyledir:

Ö3: “Daha yararlı bitkiler olacak.”

Olumsuz görüşler teması *sürdürülebilirlik* ve *tarımsal değer* olarak 2 kategoriye ayrılmıştır. *Sürdürülebilirlik* kategorisine 2 frekans değeri ile örnek öğrenci görüşleri şu şekildedir:

Ö1: “Geleceğimiz tehlike altında olduğu için gelecekte tarım düşünemiyorum ama olursa uğraşmayız.”

Ö13: “Büyük ihtimalle tarım yapılacak bir yer olmayacak.”

Tarımsal değer kategorisine yönelik öğrenci görüşü şu şekildedir:

Ö14: “Çok kötü olacak, çünkü çiftçilere hiç yardım edilmeyecek, tarım gitgide kötüleşecek.”

Topraksız Tarıma Yönelik (Toprak ve Su Kullanımı) Öğrenci Görüşleri olumlu, olumsuz ve kararsız olmak üzere 3 tema altında sınıflandırılmıştır. Olumlu görüşler teması *evet topraksız tarım mümkün* ve *evet sadece su ile tarım mümkün* kategorisi olarak ikiye ayrılmıştır. *Topraksız tarım mümkün* kategorisinde 7 frekans ile öğrenciler görüşlerini belirtmişlerdir. Örnek öğrenci görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

Ö1: “Eğer farklı bir toprak bulunursa olur.”

Ö3: “Evet yapılır sadece toprak gibi suyu ve sıvıyı emen ve tohumu sıvıyı ileten bir madde yapar.”

Ö5: “Belki kum gibi bir madde ile olabilir.”

Ö6: “Aslında farklı yöntemlerle yapılabilir belki el yapımı ilaçlarla”

Ö8: “Olur mesela fasulye deneyi bir kaba pamuk konur ve su verilir pamuk suyu emerek fasulye tohumuna iletir ve fasulye büyümeye başlar.”

Sadece su ile tarım mümkün kategorisinde 3 frekans ile öğrenciler görüşlerini ifade etmişlerdir. Örnek öğrenci görüşleri şöyledir:

Ö3: “Evet yetiştirilebilir, nilüferler buna bir örnektir.”

Ö12: “Evet yetiştirilebilir.”

Olumsuz görüşler teması *hayır topraksız tarım mümkün değil* ve *hayır sadece su ile tarım mümkün değil* kategorisi olarak 2 ye ayrılmıştır. *Topraksız tarım*

mümkün değil kategorisine 12 frekans ile öğrenciler görüşlerini ifade etmişlerdir.

Örnek öğrenci görüşleri şöyledir:

Ö2: “Hayır sadece su ve güneş ile bitki yetişmez.”

Ö7: “Olmaz çünkü meyve sebze toprakta yetişir.”

Ö9: “Besin, mineral, vitamin ve az da olsa su ihtiyacını karşılayamazlar.”

Ö10: “Besinler bitkiye ulaşamaz.”

Ö12: “Hayır çünkü bitki topraktan ve kökten yardım alır.”

Sadece su ile tarım mümkün değil kategorisine 17 frekans değeri ile öğrenciler görüşlerini belirtmişlerdir. Örnek öğrenci görüşleri şu şekildedir:

Ö11: “Hayır suyun içinde sadece yüzer.”

Ö13: “Hayır çünkü toprak ve güneş ışığı da gereklidir.”

Ö14: “Olmaz, çünkü toprak yok, bitki toprakta yetişir ve kökü tutunamaz.”

Ö18: “Suda yeterli vitamin ve benzeri şeyler olduğunu sanmıyorum.”

Kararsız teması *emin olamama, bilgisi yok* kategorisi altında sınıflandırılmış olup, örnek öğrenci görüşü şöyledir:

Ö13: “%50 yetişebilir, %50 yetişemez ama yetiştirme ihtimali vardır.”

Topraksız Tarımın Sağlık Bakımından Değerlendirilmesine Yönelik Öğrenci Görüşleri olumlu, olumsuz ve kararsız olmak üzere 3 tema altında sınıflandırılmıştır. Olumlu görüşler teması, *zararlı değildir* kategorisinde 2 frekans değeri ile öğrenciler görüşlerini belirtmişlerdir. Örnek öğrenci görüşü şöyledir:

Ö2: “Zararlı değildir.”

Olumsuz görüşler teması, *evet zararlıdır* kategorisinde 12 frekans değeri ile öğrenciler görüşlerini belirtmişlerdir. Örnek öğrenci görüşleri şöyledir:

Ö3: “Ben çeşitli ilaçlarla katkı yapacaklarını düşünüyorum bu yüzden zararlıdır.”

Ö5: “Çünkü doğal değildir sağlık açısından zararlıdır.”

Ö6: “Zararlı olabilir çünkü topraktan gerekli faydaları alamıyor.”

Ö8: “Lezzeti kötüleşir, ürün verimi azalır besin değeri düşer.”

Ö9: “Farklılıklar olur, ürünün lezzetinde, veriminde ve besininde. Çünkü topraklı tarımdaki sebzeler ve meyveler lezzeti topraktan alır, alınmasının sebebi topraktan vitamin gibi şeyler alır.”

Ö10: “Toprak ile yapılmayan kimyasal tarım diğerinden farklı olur ürün verimi lezzeti besin değeri ve benzeri değişir.”

Ö11: “Topraksız sağlıklı, tatsız ve verimsiz olur. Topraklı, sağlıklı, verimli lezzetli olur.”

Emin olamama kategorisi, kararsız teması altında sınıflandırılmış olup 2 frekans değeri ile öğrenciler görüşlerini belirtmişlerdir. Örnek öğrenci görüşleri şöyledir:

Ö1: “Yetiştigi yere bağlı.”

Ö7: “Bilmiyorum, deneysel ise belki.”

Topraksız Tarımın Avantaj/Dezavantaj Bakımından Değerlendirilmesine Yönelik Öğrenci Görüşleri olumlu, olumsuz ve kararsız olmak üzere 3 tema altında sınıflandırılmıştır. *Avantajı vardır* kategorisi olumlu görüşler teması altında belirlenmiştir. 6 frekans değeri ile örnek öğrenci görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

Ö2: “Üretilebilecek bitkiler fazla emek almaz ve çok da yormaz.”

Ö6: “Meyveler ve sebzeler daha erken büyüyebilir.”

Ö8: “Habire toprağı sulamaya gerek kalmaz.”

Ö10: “Daha ekonomik olur.”

Olumsuz teması altında değerlendirilen *herhangi bir avantajı yoktur* kategorisi 3 frekans değeri ile öğrencilerden görüş almıştır. Örnek öğrenci görüşleri şöyledir:

Ö1: “Bitkiler sağlıklı olmaz fotosentezsiz olmaz.”

Ö4: “Avantajlı olacağını düşünmüyorum çünkü toprak çok önemlidir.”

Kararsız teması altında değerlendirilen *emin olamama, bilgisi olmama* kategorisi 7 frekans değeri ile öğrencilerden görüş almıştır. Örnek öğrenci görüşleri şöyledir:

Ö5: “Topraksız tarım görmediğim için bilmiyorum.”

Ö7: “Hiçbir fikrim yok.”

4.3 Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Okul dışı öğrenme ortamı eğitim gezisi ve STEM etkinlikleri sonrası gerçekleştirilen yapılandırılmış görüşmelerden sonra veri analizi yapılarak bulgulara ulaşılmıştır.

4.3.1 STEM Etkinliklerine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Tablo 4.2’de öğrencilerin akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinliklerine yönelik görüşleri yer almaktadır.

Tablo 4.2. Akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşleri

TEMALAR	KATEGORİLER	KODLAR	FREKANSLAR	ÖĞRENCİLER
	Topraksız sistemlere yönelik farkındalıklar	Herhangi bir bilgisi yok	20	Ö1, Ö2, Ö3,, Ö20
Bilişsel	Etkinlik sürecinde topraksız sistemlere yönelik düşüncelerin değişimi	İnformal gezi sürecinde sistemin öğrencileri şaşırtması- uygulama sonrası süreci sevme	7	Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö19
		İnformal gezi sürecinde sistemin uygulanmasına dair kaygı- uygulama sonrası süreci sevme ve rahatlama	6	Ö1, Ö3, Ö4, Ö11, Ö17, Ö19
		İnformal gezi sürecinde sistemin yapılandırılmasına dair korku – uygulama sonrası anlama ve rahatlama	6	Ö1, Ö2, Ö4, Ö11, Ö18, Ö19
		İnformal gezi sürecinde sistemin öğrencilerin zor olduğunu düşünmesi-uygulama sonrası daha kolay olduğunu düşünme	6	Ö2, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö11, Ö17
Psikomotor	Sistemdeki sorumluluklar	Sistemin pH değeri ölçümü	10	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö14
		Sisteme dışardan besin ilavesi	6	Ö1, Ö2, Ö4, Ö11, Ö15, Ö19
		Marul yapraklarının ölçümü	6	Ö2, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö11, Ö18
		Balık besleme	6	Ö1, Ö3, Ö4, Ö11, Ö17, Ö20
		Sistemin motor kısmının kontrolü	3	Ö13, Ö14, Ö16
Duyuşsal	Topraksız tarım sistemlerinin yapım ve çalıştırılması süreci	Eğlenceli	20	Ö1, Ö2, Ö3,, Ö20
		Sorumluluk bilinci	16	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20
		İlgi çekici	10	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö11, Ö14, Ö15
		Yararlı	10	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö9, Ö11, Ö13, Ö15, Ö17, Ö19
		Takım olma bilinci	10	Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17
		Dikkat gerektiren	7	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö12
		Kolay	4	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4
		Balık dışkısının bitkiyi beslemesi ilginç	13	Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20
	Topraksız tarım sistemlerinin dikkat çekici yönleri	Tarımın balık ile yapılması ilginç	3	Ö2, Ö4, Ö5
		Çalışma süreci ilginç	3	Ö1, Ö13, Ö14
		Kokopitler ve gübre ilginç	3	Ö9, Ö13, Ö18
		Bitkilerin suyun içinde ölmemesi ilginç	3	Ö7, Ö10, Ö14

	Toprak olmadan marulun büyümesi ilginç	3	Ö8, Ö10, Ö13
Topraksız tarım sistemlerinin öğrenilmesine yardımcı olduğu fen bilimleri konuları	Azot döngüsü	19	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
	Besin zinciri	16	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
	Çevre kirliliği ve çözümleri	16	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
	Fotosentez	13	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö19
	Su tasarrufu	13	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö19
	Sürdürülebilir kalkınma	6	Ö2, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö16

Tablo 4.2’de öğrencilerin akuaponik ve hidroponik sistem STEM etkinliklerine yönelik görüşleri yer almaktadır. Tablo 4.2 incelendiğinde *topraksız sistemlere yönelik farkındalıklar* kategorisinde 20 frekansla “Herhangi bir bilgisi yok” koduna ilişkin görüşlerin ifade edildiği görülmüştür. Bu koda ait görüşlerden bazıları şu şekildedir:

Ö1: “Daha önce hiçbir bilğim yoktu.”

Ö2: “Bunlar hakkında bir bilğim yoktu bunları duymamıştım.”

Ö3: “Bu kelimeleri daha önce bilmiyordum.”

Ö4: “Daha önce bu sistemler ile ilgili bir fikrim yoktu ismini bile duymadım.”

Ö5: “Daha önce bu sistemlerle ilgili bilğim yoktu hiç duymamıştım bu kelimeleri.”

Bilişsel tema altında değerlendirilen *etkinlik sürecinde topraksız sistemlere yönelik düşüncelerin değişimi* kategorisinde “İnformal gezi sürecinde sistemin öğrencileri şaşırtması- uygulama sonrası süreci sevme” kodu 7 frekansla en fazla görüş belirtilen kod olurken, “İnformal gezi sürecinde sistemin uygulanmasına dair kaygı-uygulama sonrası süreci sevme ve rahatlama”, “İnformal gezi sürecinde sistemin yapılandırılmasına dair korku –uygulama sonrası anlama ve rahatlama” ve “İnformal gezi sürecinde sistemin öğrencilerin zor olduğunu düşünmesi-uygulama sonrası daha kolay olduğunu düşünme” 6 frekans ile eşit sayıda görüş belirtilen kodlar olmuştur. Bu kodlara yönelik görüşlerden bazıları şu şekildedir:

Ö5: “Sistemler çok garip gelmişti öğretmenimiz seraya götürdü ilginçti, sınıfta yapınca sevdim eğlendim.”

Ö1: “Bu etkinliği yapmadan önce öğretmenin biraz anlatmıştı ama ben yine de pek bir şey anlamamıştım etkinliği yaptıktan sonra bu etkinliğin aslında kolay olduğunu anladım ve etkinlik çok eğlenceliydi balık beslemek de çok eğlenceliydi.”

Ö2: “Bu kelimeleri duymadığım için bir fikrim yoktu etkinlik sonrasında ise bilgilendik ve farklı şekillerde tarım yapabileceğimizi öğrendik balıkların olduğu suyun değerlerini ölçmek garipti.”

Ö7: “Öğretmenimiz bir gün topraklarımız tarım yapılamayacak kadar olursa ne yaparız diye sordu araştırdık topraksız tarım yapılabileceğini öğrendim sistemlerin çok zor olduğunu düşündüm ama sınıfta yapınca çok hoşuma gitti o kadar da zor değilmiş.”

Psikomotor teması altında değerlendirilen *sistem yapım aşaması sorumlulukları* kategorisinde “Sistemin pH değeri ölçümü” 10 frekansla en fazla görüş belirtilen kod olurken, “Sisteme dışardan besin ilavesi”, “Marul yapraklarının ölçümü”, “Balık besleme” 6 frekans ve “Sistemin motor kısmının kontrolü” 3 frekansla en az görüş belirtilen kod olduğu görülmektedir. Kodlara yönelik görüşlerden bazıları şunlardır:

Ö2: “Önce balık besledim sonra suya dışarıdan besin ekledim.”

Ö4: “Ben marul yapraklarının ölçülmesinde görev aldım, marul yaprakları kısa süre uzadı. Marul yapraklarının kısa sürede uzaması beni etkiledi.”

Ö5: “Balıkların beslenmesinde görev aldım eğlenceliydi ve kolaydı. Üstelik hidroponik sistemdeki motorun çalışıp çalışmadığını kontrol ettim.”

Ö8: “Hidroponik sistemde besin ölçümlerinin yapımında görev aldım. Hangi besinden konulduğu suyun değerleri çıkan sonuçları not alıp hocama verdim sınıfta tartıştık.”

Ö11: “Ben suyun pH nitrat gibi değerlerin ölçümünde görev aldım. Garip ilginç dikkat çekici ve eğlenceliydi verileri de defterime not aldım, sınıf ile bunları inceledik.”

Ö13: “Hidroponik sistemde suyu incelemek benim görevimdi, akuaponikte de yaprak büyümesine baktım.”

Duyuşsal teması altında değerlendirilen *topraksız tarım sistemlerinin yapım ve çalıştırılması süreci* kategorisinde 7 adet kod yer almaktadır. Bu kodlar; “Eğlenceli” 20 frekans, “Sorumluluk bilinci” 16 frekans, “İlgi çekici” 10 frekans,

“Yararlı” 10 frekans, “Takım olma bilinci” 10 frekans, “Dikkat gerektiren” 7 frekans ve “Kolay” 4 frekans değerindedir. Kodlara yönelik örnek öğrenci görüşleri şu şekildedir:

Ö16: “Bu sistemler bana sorumluluk sahibi olmayı öğretti. Arkadaşlarımla birlikte çalışmak çok güzeldi derslerde bu etkinlikleri yapmak dersleri ilgi çekici yaptı.”

Ö8: “Takım çalışması yaptık. Yani iş birliği sorumluluk kazandık çok eğlenceliydi dersleri de ilgi çekici.”

Ö3: “Sorumluluk kazandırdı arkadaşlarım ile çalışmak zevkliydi ilgi çekici olması güzeldi derslerde böyle etkinlikler yapmak derse zevk katıyor.”

Ö4: “Fen dersini daha çok sevdim. Hep ders hep ders canım sıkılmıştı böyle daha eğlenceli oldu.”

Ö5: “Arkadaşlarla birlikte çalışmak zevkliydi, öğretmenimin görev vermesi hoşuma gitti.”

Ö7: “Takım çalışmasını sorumluluklarımı yapmam gerektiğini öğretti sınıfta sadece bilgi almak yerine eğlenceli etkinlikler daha eğitici oluyor.”

Topraksız tarım sistemlerinin dikkat çekici yönleri kategorisine ait kodlar incelendiğinde 13 frekans ile “Balık dışkısının bitkiyi beslemesi ilginç” kodu en yüksek görüş belirtilen kod olurken, 3 frekans ile “Tarımın balık ile yapılması ilginç”, “Çalışma süreci ilginç”, “Kokopitler ve gübre ilginç”, “Bitkilerin suyun içinde ölmemesi ilginç” ve “Toprak olmadan marulun büyümesi ilginç” kodları eşit sayıda öğrenci görüşlerinin belirtildiği kodlar olduğu görülmüştür. Bu kodlara yönelik örnek öğrenci görüşleri şu şekildedir:

Ö5: “Akuaponik tarımda balık ile yapılması ilginçti. Çünkü bir canlıyı hayvan yardımı ile yetiştirdik, hidroponik tarımda ise çok ilginç gelen bir şey yoktu, ikisinde de su değeri ölçmek ilgi çekiciydi.”

Ö2: “Akuaponikte balığın dışkısının bitkiyi büyütmesi ilginçti hidroponikte dışarıdan besin vermek ilginçti.”

Ö13: “Hidroponik sistemde kokopitler ve ilaçlar ilgimi çekti. Akuaponikte ise sistemin çalışma süreci ilgimi çekti, bir de balığın dışkısı.”

Ö18: “Hidroponik sistemde ilgimi çeken şey marulun kısa sürede uzaması oldu. Akuaponik sistemde ise balık ilgimi çekti ve balığın dışkısıyla bitkinin yetişmesi.”

Ö7: “Bitkilerin ölmesini bekliyordum ama ölmediler ve balıkla bitki büyümesi ilginçti.”

Ö8: “Toprak olmadan marulun büyümesi balığın dışkısıyla, marulun büyümesi çok ilginçti.”

Topraksız tarım sistemlerinin öğrenilmesine yardımcı olduğu fen bilimleri konuları kategorisinde “Azot döngüsü” kodu 19 frekansla en yüksek görüş belirtilen kod olurken, “Besin zinciri” ile “Çevre kirliliği ve çözümleri” 16 frekans, “Fotosentez” ve “Su tasarrufu” 13 frekans, “Sürdürülebilir kalkınma” 6 frekans ile en düşük görüş belirtilen kod olmuştur. Bu kodlara yönelik örnek öğrenci görüşleri şu şekildedir:

Ö10: “Besin zinciri, azot döngüsü, geri dönüşüm, su tasarrufu, ekosistem, fotosentez konularını öğrendim.”

Ö1: “Besin zinciri geri dönüşüm azot döngüsünü öğrendik. Su tasarrufu yapmamız gerektiğini öğrendik, ekosistemdeki üreticiler ve tüketicileri öğrendik fotosentezi öğrendik.”

Ö2: “Fen dersimizdeki sürdürülebilirlik toprak kirliliği, azot döngüsü, fotosentez, besin zincirini öğrendim.”

Ö3: “Besin zinciri, fotosentez, çevre kirliliği, azot döngüsünü öğrendim.”

Ö5: “Besin zincirini öğrendim, azot döngüsünü öğrendim, su tasarrufunu öğrendim, sürdürülebilirliği öğrendim, çevre sorunlarını ve korumayı öğrendim, fotosentezde öğrendim.”

Ö6: “Geri dönüşüm, besin zinciri, su tasarrufu, azot döngüsü gibi şeyler öğrendik çeşitli sistemlerde öğrendik. Bir de çevre sorunları ile başa çıkabilmeyi öğrendik.”

Tablo 4.3’te öğrencilerin sistemler ile STEM arasındaki ilişkiye yönelik görüşleri yer almaktadır.

Tablo 4.3. Akuaponik ve hidroponik sistemlerin STEM ile ilişkisine yönelik öğrenci görüşleri

KATEGORİLER	KODLAR	FREKANSLAR	ÖĞRENCİLER
Bilim	Azot döngüsü	19	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
	Besin zinciri	16	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
	Çevre kirliliği ve çözümleri	16	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
	Fotosentez	13	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö19
	Su tasarrufu	13	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö19
	Sürdürülebilir kalkınma	6	Ö2, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö16
Teknoloji	Su motoru ile ilişkili	20	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
	Sistemin kendisi	3	Ö2, Ö4, Ö6
Mühendislik	Kariyer bilinci	13	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö19
	Tasarım farkındalığı	13	Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö19
Matematik	Ölçüm yaparken kullanılma	10	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö11, Ö14, Ö18
	Grafik çizerken	10	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö11, Ö13, Ö15
	pH değerini okurken	3	Ö1, Ö17, Ö18
	Tablo yaparken	3	Ö3, Ö6, Ö8
	Su seviyesini ölçerken	3	Ö2, Ö4, Ö6

Tablo 4.3'te öğrencilerin sistemler ile STEM arasındaki ilişkiye yönelik görüşleri yer almaktadır. Tablo 4.3'e göre *bilim* kategorisinde topraksız tarım sistemlerinin öğrenilmesine yardımcı olduğu fen bilimleri konuları ile aynı kodlar yer almaktadır. *Teknoloji* kategorisinde 20 frekans ile "Su motoru ile ilişkili" kodu

öğrenci görüşlerinde belirtilmektedir. Öğrencilere ait örnek görüşlerden şu şekildedir:

Ö1: “Kullanılan su motoru ile teknolojiyi kullanmış olduk yani teknoloji ile ilgisi var bir de ölçüm kiti ile teknolojiyi kullanmış olduk.”

Ö2: “Evet motor kullandık bu teknolojik bir alettir.”

Ö3: “Var hidroponik sistemin çalışmasını sağlayan motor elektrikli teknoloji ile ilgili.”

Ö4: “Sistemin kendisi teknoloji, gittiğimiz serada koca bir su motoru ve sistem vardı elektrikli.”

Ö5: “Suyu yukarıya atan bir motor var ama küçük, bence çok teknolojik.”

Ö6: “Hidroponik sistemdeki su motoru sayesinde teknoloji ile bir bağlantısı vardır.”

Mühendislik kategorisinde 13 frekans ile “Kariyer bilinci” ve “Tasarım farkındalığı” kodlarına ait öğrenci görüşleri yer almaktadır. Örnek öğrenci görüşleri şu şekildedir:

Ö3: “Sistemlerin tasarımını yapmak çok eğlenceliydi. Kendimi tam olarak bir mühendis gibi hissettim.”

Ö5: “Çok eğlenceliydi resmim iyidir, tam bir mühendis gibi hissettim”

Ö7: “Çizmek güzeldi zaten resim yapmayı çok severim daha çok tasarımcı gibi hissettim.”

Ö11: “Tasarlamak eğlenceliydi herkes kendi tasarımını yaptı küçük bir mühendissin, amcam da makine mühendisi bazen onun çizimlerini görüyorum.”

Ö12: “Sistemi tasarlamak güzel ve eğlenceliydi, kendimi mimar mühendis gibi hissettim.”

Ö19: “Tasarlamak güzeldi sebebi ise hayal gücümüzü kullanmamızdı, kendimi bir mühendis gibi hissettim.”

Matematik kategorisine yönelik kodlar incelendiğinde 10 frekans ile “Ölçüm yaparken kullanılma” ve “Grafik çizerken” kodları en yüksek görüş belirtilen kodlar iken, “pH değerini okurken”, “Tablo yaparken” ve “Su seviyesini ölçerken” kodları 3 frekans ile öğrenci görüşlerinde yer almaktadır. Kodlara ait örnek öğrenci görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

Ö5: “Sistemlerin matematik ile ilgisi var. Ölçüm yaparken kullandık matematiği.”

Ö6: “Evet çünkü ölçüm yaptık pdeğerini ölçtük bunların grafiğini çizdik.”

Ö17: “Tablo yaptık grafik çizdik matematik dersindeki gibi.”

Ö4: “Matematik dersinde grafik çiziyoruz suyu ölçerken de öğretmenimiz grafik çizdirdi. O yüzden ilişkili olabilir.”

4.3.2 Okul Dışı Öğrenme Ortamına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Tablo 4.4’de okul dışı öğrenme ortamları eğitim gezisi sonrası öğrenci görüşlerine ait bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.4. Topraksız tarım çilek serasına yapılan okul dışı öğrenme ortamı eğitim gezisi sonrası öğrenci görüşleri

KATEGORİLER	KODLAR	FREKANSLAR	ÖĞRENCİLER
Olumlu/ Beğenilen Durumlar	Seranın işleyiş sistemi (raf sistemi, kontrol cihazları vb.)	18	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20
	Ekonomik getirisi (kâr marjı)	14	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö20
	Ürünlerin tatlarının aynı olması	14	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17
	Her anlamda tasarruf sağlaması (para, su, enerji vb.)	13	Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20
	Küçük alanda en fazla verim	12	Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20
	Çileklerin daha sulu ve lezzetli olması	10	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10
	Daha az gübre ve organik ilaç kullanımı	9	Ö2, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20
	Eğlenceli ortam	5	Ö15, Ö16, Ö19, Ö20
Olumsuz/ Beğenilmeyen Durumlar	Sera kurulumunun maliyetli olması	9	Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20
	Kullanılan (strafor vb.) malzemelerin maliyeti	8	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10
	Bazı alanlarda çilek gelişiminin yavaş olması	4	Ö15, Ö16, Ö17, Ö19
	Yolların zorlayıcı olması	1	Ö15
Öğrenilen Süreçler	Topraksız tarımın zararlı olmadığı	20	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20
	Suyun sertliğinin ve sıcaklığının ölçümü	16	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16,
	Arıların etkin kullanımı	14	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö20
	Tasarruf bilinci	12	Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20
	Toprak yerine cocopit kullanılması (Hindistan cevizi kompostu)	12	Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20
	Topraksız tarımda parazit böcek ve bitki sürecinin en az olması	11	Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18
	Alanda en fazla ürün alınması	10	Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö20, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12
	Sistemin kontrol mekanizması	10	Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15,

(beyni)		Ö16, Ö17, Ö20
Diğer tarım türlerinden farklı olmadığı	8	Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö20
Arıların yaşam süreçleri (kendiliğinden kovana geri girmesi)-bal yapımına izin verilmemesi	8	Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19
Dev su deposunun olması gerektiği	7	Ö16, Ö20, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6
Gübreleme işlemleri	7	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10
Seranın üzerindeki file (örtü altı tarım)	7	Ö2, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16
Çileklerin amacına göre ayrılması (yemeklik, reçel, pastane vb.)	6	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6
Seraya girmeden sterilizasyon süreci	5	Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö20
Serasın düşük sıcaklıkta soba ile ısıtılması	5	Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20
Farklı ürünlerin yetişebileceği	3	Ö16, Ö19, Ö20

Tablo 4.4 incelendiğinde öğrenci görüşleri 3 kategori altında sınıflandırılmıştır. *Olumlu/ beğenilen durumlar* kategorisi altında 8 kod, *Olumsuz/ beğenilmeyen durumlar* kategorisi altında 4 kod, *Öğrenilen süreçler* kategorisi altında 17 kod çıkmıştır. *Olumlu/ beğenilen durumlar* kategorisi altında en fazla 18 frekans ile “seranın işleyiş sistemi”, en az da 5 frekans ile “eğlenceli ortam” koduna yönelik görüşlerin belirtildiği görülmektedir. *Olumsuz/ beğenilmeyen durumlar* kategorisinde en fazla 9 frekans ile “sera kurulumunun maliyetli olması”, en az 1 frekans ile “yolların zorlayıcı olması” kodlarına yönelik görüşlerin ifade edildiği görülmüştür. *Öğrenilen süreçler* kategorisinde en fazla 20 frekans ile “topraksız tarımın zararlı olmadığı”, en az 3 frekans ile “farklı ürünlerin yetişebileceği” kodlarına yönelik öğrenci görüşleri belirtilmiştir. Kodlara yönelik örnek öğrenci görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

Ö2: “Gittiğimiz gezide de beni şaşırtan şey o kocaman su bidonuydu, çok büyüktü. Topraksız tarım yapılabileceğini öğrendik, şu da ilgimi çekti orada yetişen çok fazla çilek olması. Çok fazla çilek vardı, raf sistemi de ilgimi çekti. Raf sistemi sayesinde az yerde çok daha fazla meyve ya da sebze üretilebiliyor. İlaçlar da ilginçti az ilaç kullanmalarına rağmen çok ilaçlı meyve ya da sebzeden bir farkı yoktu bence. İnsan sağlığı için zararlı olan ilaçlar kullanılmıyordu tadında bir değişiklik göremedim bence tadı ve görüntüsü de aynıydı. Tavanda fileye benzer bir örtü vardı bu örtü çilekleri ve başka bitkileri güneş ışınlarından koruyormuş.”

Ö5: “Bu zamana kadar topraksız tarım diye bir şey olmadığını düşünüyordum ama oluyormuş. Öğretmenim ve arkadaşlarımla gittiğim çilek serasında toprak yerine kokopit kullandıklarını ve gerekli ilaç ve sulama tekniği ile

besinlerin toprakta yetişmesini sağladığı mineralleri alabildiği ve yetişen besinlerin topraklı tarımda yetiştirildiği tadından farklı olmadığını öğrendim. Çoğu kişi toprakta yetiştirilmediği için tatlarının plastik gibi olacağını sandı ama öyle değildi gelecekte de bu tarımın gelişeceğini ve yaygınlaşacağını düşünüyorum.”

Ö8: “Çilek gibi meyve ve sebzelerin topraksız yaşam sürdürebildiğini öğrendim ve çok şaşırdım hiçbir şey olumsuz karşılamadım açıkçası çok beğendim. Çünkü arazinin 3 katı daha fazla çilek yetiştirilebiliyor. Ayrıca topraktaki zararlı canlılar meyveye ve sebzeye geçmiyor tek olumsuz nokta biraz maliyetli olması. Bence topraksız tarım yapan vatandaşlar için kurs veya araziler olmalı.”

Ö12: “Hidroponik tarımın faydalarını malzemelerini ve çileklerin diğer çileklerden farklı olmadığını öğrendim. Hidroponik tarım paradan sudan ve benzeri şeylerden tasarruf ettirdiğini ve küçük alanda çok ürün yetiştirildiğini öğrendim. Bir de arıların da bu işe yardım ettiğini öğrendim. Çileklerin tadını, raf sistemini beğendim, arıların bal yapmamasına, çileklerin tadının diğer topraklı tarımdaki çileklerle aynı olmasına şaşırdım. Çilek tadının değişik olmaması garip geldi. Bir de arıların bal yapmaması.”

Ö18: “Topraksız tarım serasında beğendiğim şeyler; deposu, işleyiş şekli, üretim ve daha karlı olmasını beğendim. Beğenmediğim şeyler yoktu diyebilirim. Sera çok güzeldi. Açıkçası ben sevdim güzeldi eğlenceliydi ve çeşitlilik açısından da bayağı güzeldi.”

Ö19: “Hidroponik tarımın sağlığınıza zararlı olmadığını ve normal toprakta yetişen çileğin hidroponik sistemde de aynı tadı olduğunu öğrendim. Küçük bir alanda bir sürü çileğin yetiştirildiğini öğrendim, çileğin tadının ve daha fazla şeyleri yetiştirebilecek olmasını beğendim arıların bal yapmamasına ve arıların kendiliğinden yine kovanlarına girmesine çok şaşırdım bazı çileklerin çok küçük olmasını olumsuz karşıladım.

Ö20: “Oraya gittiğimde ortamı ve yeri çok beğendim. Çilekleri yetiştirdiği alan çok büyüktü ve içeride soba vardı ama yanmıyordu orada topraksız tarımla çilek dışında başka şeyler de yetiştiriyorlardı beğendim açıkçası. Bir de kötü yanları vardı yolları kötüydü olsun orayı görmeye değirdi.

5. TARTIŞMA

Ortaokul öğrencilerinin topraksız tarım uygulamalarına ilişkin sahip oldukları bilişsel yapıların geliştirilmesi ve bunun için kullanılan eğitim içeriğinin öğrenci görüşleri temelinde değerlendirilmesinin hedeflendiği çalışmanın bu bölümünde, araştırmadan elde edilen bulgular özet olarak sunulmuş, ilgili alanyazın kapsamında tartışılmıştır.

5.1 Ön Kelime İlişkilendirme Testi Sonuçları

Topraksız tarım uygulamaları öncesinde “Akuaponik Sistem, Geri Dönüşüm, Gübre, Küresel İklim Değişikliği, Azot Döngüsü, Tasarruf, Sürdürülebilir Kalkınma, Madde Döngüsü, Tarım, Hidroponik Sistem” anahtar kavramlarına yönelik öğrencilerin bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak için uygulanan kelime ilişkilendirme testinden elde edilen bulgular incelendiğinde; birinci kesme noktasında ilk çıkan anahtar kavram “Gübre”, *pis dışkı* kelimesi ile ilişkilendirilmiştir. Bulguda gübrenin öğrenciler üzerinde olumsuz bir imaja sahip olduğu düşünülmektedir. Çıkan bir diğer anahtar kavram “Tarım”, *toprak* kelimesi ile ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin yaşadığı bölgede yapılan tarım uygulamaları ya da medya yoluyla aşına oldukları tarım kavramını toprak kelimesi ile ilişkilendirmeleri beklenen bir durumdur.

İkinci kesme noktasında kavram ağına “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramı eklenmiş ve *mevsimler* kelimesi ile ilişkilendirilmiştir. Bu bulguda öğrencilerin, küresel iklim değişikliği sonucu, mevsimlerin etkilendiğinin farkında oldukları düşünülmektedir. “Tarım” anahtar kavramına ise *bitki* kelimesi eklenmiştir. Öğrencilerin bitkisel üretimin tarımla yapıldığının bilincinde oldukları öngörülmektedir.

Üçüncü kesme noktasında kavram ağına “Tasarruf” anahtar kavramı eklenmiş ve *su* kelimesi ile ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin gerek medya kanalları, kamu spotları, gerek okul yaşantıları yoluyla su tasarrufunun farkında oldukları düşünülmektedir. Bir önceki kesme noktasında çıkan “Tarım” anahtar kavramına *sebze* ve *meyve* kelimeleri eklenmiştir. Öğrencilerin tarım kavramıyla, sebze ve meyve yetiştirilmesi arasında zihinsel olarak bağlantı kurmaları günlük yaşantılarından dolayı beklenen bir durumdur.

Dördüncü kesme noktasında kavram ağına yeni eklenen “Akuaponik Sistem” anahtar kavramı *su kaydırağı* kelimesi ile ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin

akua kelime kökünü, bölgede çokça yer alan akuaparklar ile ilişkilendirerek su kaydıracağı ile bağlantı kurduğu düşünülmektedir. Bu bulgu, öğrencilerin akuaponik sistemlerle ilgili bilgi sahibi olmadıkları, sadece kelime kökenli bir çağrışım ile ilişkilendirme yaptıkları şeklinde değerlendirilmektedir. Bahar (2003) yaptığı çalışmasında kavram yanlışlarının sebepleri ile ilgili açıkladığı iddialardan 5. iddia şöyledir: “Kavram yanlışları doğrudan gözlemlene ve algılama, akran kültürü ve dil, öğretmenlerin açıklamaları ve eğitim malzemelerini içeren farklı bir grup kişisel deneyimde yatar” (s.41). Çalışmanın bu bulgusu da iddiayı destekler niteliktedir. Öğrencilerin etkileşimde bulundukları nesneler ve olaylar etrafında anlamlar ürettiği ve günlük yaşamda kullandığı teknik terimlerin, bilimsel metinlerin anlaşılması üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir (Bahar, 2003).

Kavram ağına eklenen bir diğer anahtar kavram “Madde Döngüsü” ise çalışmanın yapıldığı dönemde fen bilimleri dersi 2. ünite “Vücudumuzdaki Sistemler”, “Sindirim Sistemi” konusu ile ilişkilendirilerek, besinlerin sistemdeki dönüşümü olarak algılandığı için *mide* ve *bağırsak* organlarıyla bağlantı kurulduğu düşünülmektedir ve yanlış şematik bir yapı olarak değerlendirilebilir. “Madde Döngüsü” aynı zamanda *su* kelimesi ile bağlantı oluşturmuştur. Öğrencilerin su döngüsü hakkında bilgi sahibi oldukları öngörülmektedir.

Kavram ağına yeni eklenen “Azot Döngüsü” anahtar kavramının ise azot kelimesinden kaynaklı olarak öğrencilerde *zehirli gaz* kelime grubu ile ilişkilendirildiği düşünülmektedir. Bu bulgu eksik ve hatalı bir şematik yapı olarak değerlendirilmektedir. Ön testte madde döngüsü ve azot döngüsü arasında bir bağlantı kurulamaması öğrencilerin bu konuda bilgi sahibi olmadıklarını göstermektedir, ki bu bulgunun ortaya çıkmasında, fen bilimleri öğretim müfredatında 6. sınıfa kadar olan ünitelerde madde döngüleri konusunun bulunmayışı etkili olabilir.

Kavram ağına eklenen bir diğer anahtar kavram “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramı *sürmek* kelimesiyle ilişkilendirilmiştir. Anahtar kavramın kelime kökünden kaynaklı olarak, öğrencilerin yanlış bir algılama oluşturduğu düşünülmektedir. Bu bulguda Bahar’ın (2003)’de yaptığı çalışmanın 5. iddiasında yer alan algılama ve dil vurgusunu destekler niteliktedir. Bahar ve Somuncu Demir (2017) yaptıkları çalışmada da kelime kökünden kaynaklı kavram yanlışları ile karşılaştıklarını belirtmişlerdir. “Sürdürülebilir Kalkınma” konusu, 8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında “Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi”

ünitesinde yer almaktadır. Bu nedenle, 6. sınıf öğrencilerinin günlük yaşantılarında bu kavramla karşılaşmadıkları sürece konu hakkında bilgi sahibi olmamaları doğal karşılanmaktadır.

“Geri Dönüşüm” kavram ağına yeni eklenen bir diğer anahtar kavramdır ve bu kavram *plastik atık, cam eşya, kâğıt, çöp ve temizlemek* kelimeleri ile ilişkilendirilmiştir. En fazla sayıda frekansa sahip kelimeler *kâğıt* ve *çöptür*. Öğrencilerin gerek okullardaki geri dönüşüm kutuları gerekse daha önce ilkokul fen bilimleri “İnsan ve Çevre” ünitesinde yer alan “Geri Dönüşümün Önemi” konusu ile bağlantı kurarak geri dönüştürülebilen materyaller hakkında ilişkilendirme yaptıkları düşünülmektedir. Çöp kelimesinin geri dönüşümle ilişkilendirilmesi öğrencilerin atık ve çöp arasındaki farkı bilmediklerini düşündürmektedir. Elde edilen bulgular öğrencilerin geri dönüşüm konusunda belirli bir farkındalığa sahip oldukları, ancak bilgilerinin sınırlı ve yüzeysel olduğu düşünülmektedir. Çimen ve Yılmaz (2012) yaptıkları çalışmada, bu çalışmanın bulgularını destekler nitelikte sonuçlar elde etmişlerdir. İlköğretim öğrencilerinin geri dönüşümle ilgili bilgilerini ve geri dönüşüm davranışlarını araştırmışlar ve çalışma sonucunda öğrencilerin büyük bir bölümünün geri dönüşümle ilgili bilgi sahibi olduklarını, geri dönüşümlü ürünler arasında en çok kâğıt kelimesini kullandıklarını ve bir kısım öğrencinin geri dönüştürülen malzemeleri çöp olarak ifade ederek bilgi eksiğinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Kavram ağına daha önce bulunan “Tasarruf” anahtar kavramına *elektrik* ve *israf* kelimeleri eklenmiştir, öğrencilerin kamu spotları ya da ilkokul fen bilimleri dersinde “İnsan ve Çevre” ünitesinde yer alan “Kaynakların Tasarruflu Kullanılması” konusu ile bağlantı kurarak konu hakkında bilgi sahibi oldukları düşünülmektedir.

Bir önceki kesme noktasında ortaya çıkan “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramına bu kesme noktasında *hava değişimi, aslan balığı ve balon balığı* kelime grupları eklenmiştir. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına bağlı Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 2023 verilerine göre deniz suyu sıcaklığının artışına bağlı olarak istilacı balık türleri denizlerimizde görülmeye başlamıştır (Ege Meclisi, 2022). Bu nokta da alınan güvenlik önlemleri hem belediyeler hem de medya yoluyla yerel halka yansımıştır. Balıkçılık ile geçinen yöre halkının çocuklarının da doğal olarak, istilacı türler olan balon balığı ve aslan balığı hakkında bilgi sahibi oldukları düşünülmektedir. Öğrencilerin ön kelime

ilişkilendirme testinde “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramıyla ilişkilendirdikleri kelimeler incelendiğinde iklim değişikliğinin sonuçları hakkında farkındalıklarının olduğu görülmektedir. Çetin ve Yel (2022) yaptıkları çalışmada, ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği kavramına yönelik bilişsel yapılarını kelime ilişkilendirme testi ile incelemişlerdir. Öğrencilerin ürettikleri kelimelere bakıldığında, iklim değişikliğinin olası sonuçlarına dair kelimelerin öne çıktığını ve en fazla frekansa sahip kelimenin kuraklık olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

Kavram ağında daha önce yer alan “Gübre” ve “Tarım” anahtar kavramlarına *meyve ağacı* kelime grubu ortak bağlantı oluşturarak eklenmiştir. Meyve yetiştiriciliğinin tarım ile yapıldığının ve ürün verimi için gübreye ihtiyaç duyulduğunun öğrencilerce bilindiği düşünülmektedir. Anahtar kavramlardan “Hidroponik Sistem” ön test kavram ağında çıkmamıştır, öğrencilerin bu kavramla ilgili bilgi sahibi olmadıkları görülmektedir.

5.2 Son Kelime İlişkilendirme Testi Sonuçları

Topraksız tarım uygulamaları sonrası kelime ilişkilendirme testi birinci kesme noktasında ilk çıkan anahtar kavramlar “Akuaponik Sistem ve Hidroponik Sistem”dir. “Akuaponik Sistem” kavramı *balık*, “Hidroponik Sistem” ise *kokopit* kelimesiyle ilişkilendirilmiştir. Her iki anahtar kavramda da ilişkilendirilen kelimeler, sistemlerin çalışması için gereken ana bileşenlerdir.

İkinci kesme noktasında ise, bir önceki kesme noktasında ortaya çıkan “Akuaponik Sistem” anahtar kavramına *su* kelimesi eklenmiştir ki bu kelime de sistemin ana bileşenlerindendir. Yine “Hidroponik Sistem” anahtar kavramına *topraksız tarım* kelime grubu eklenmiştir. Topraksız tarım çeşitlerinden biri olan hidroponik sistemlerin bu kelime grubu ile ilişkilendirilmesi, topraksız tarım uygulamalarının öğrencilerin zihinlerinde anlamlı yapılandırmalar oluşturduğunu göstermektedir.

İkinci kesme noktasında kavram ağına eklenen “Küresel İklim Değişikliği” iklim değişikliğinin sonucu olan *kuraklık* ve iklim değişikliğinin nedeni olan *sera etkisi* kelime grupları ile kavram ağında yer alarak öğrencilerin konu hakkında farkındalıklarının olduğunu göstermektedir. Eklenen bir diğer anahtar kavram “Tarım” ise ön testte de ortaya çıkan *sebze* ve *meyve* kelimeleriyle ilişkilendirilmiştir. “Azot Döngüsü” de kavram ağına eklenen anahtar kavramlardandır ve *bakteri* kelimesi ile ilişkilendirilmiştir. Bu bulgu, öğrencilerin

STEM etkinlikleri sırasında sıklıkla dile getirilen azot döngüsünde görev alan bakterilerle ilgili anlamlı öğrenme deneyimleri yaşadıklarını göstermektedir.

Üçüncü kesme noktasında ise “Geri Dönüşüm, Gübre, Sürdürülebilir Kalkınma, Tasarruf ve Madde Döngüleri” anahtar kavramları kavram ağına eklenmiştir. Böylece ön test bulgularının aksine bütün anahtar kavramların ortaya çıktığı görülmektedir.

“Madde Döngüsü” anahtar kavramı, “Azot Döngüsü” kavramı ve *su* kelimesiyle bağlantı kurmuştur. Araştırmadaki STEM etkinliklerinde azot ve su döngüsünün yoğun bir şekilde tartışılmasının bu ilişkilendirmeye neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, “Azot Döngüsü” anahtar kavramı, azot döngüsü sürecinde görev alan *yıldırım* kelimesiyle ilişkilendirilmiştir. Bu bağlamda, öğrencilerin “azot döngüsü” hakkında anlamlı farkındalıklar geliştirdiği görülmektedir.

“Akuaponik Sistem” anahtar kavramı *su* kelimesi üzerinden “Tasarruf ve Geri Dönüşüm” kavramlarıyla bağlantı kurmuştur. Akuaponik sistemdeki suyun devir daim etmesiyle su tasarrufu yapıldığının ve sistemin geri dönüşümsel bir uygulama olduğunun öğrenciler tarafından fark edildiği düşünülmektedir. Akuaponik sistemde *akvaryum* ilişkilendirmesinin ise sınıfta yapılan STEM uygulamalarının bir sonucu olarak kavram ağına yer aldığı düşünülmektedir. “Geri Dönüşüm” anahtar kavramının ön testte de üretilen *plastik materyal* kelimesiyle ilişkilendirilerek geri dönüştürülen malzemeler kategorisinde, öğrencilerin zihinlerinde yer aldığı görülmüştür.

Kavram ağına üçüncü kesme noktasında eklenen “Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramı *gelecek* kelimesiyle ilişkilendirilmiştir. Akgün (2021) yaptığı çalışmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilirlik kavramına yönelik algılarını incelemiştir. Bu çalışmada, sürdürülebilirlik anahtar kavramının devamlılık ve gelecek kelimeleriyle ilişkilendirilmesi bu çalışmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Kavram ağına eklenen bir diğer anahtar kavram “Gübre”, *hayvan dışkısı* ve *bitki* kelimeleriyle ilişkilendirilmiştir. Ön testte *pis dışkı* olarak olumsuz bir imajla ortaya çıkan gübre kavramı uygulamalar sonrası son testte daha olumlu bir imajla kavram ağına girmiştir. Ayrıca “Gübre” kavramının *bitki* kelimesi üzerinden “Tarım” ile dolaylı yoldan bağlantı kurduğu görülmektedir. Önceki kesim noktasında da yer alan “Küresel İklim Değişikliği”nin, iklim değişikliğinin

olumsuz sonuçları olan *kıtlık, buzulların erimesi ve mevsimsel değişimler* kelime gruplarıyla ilişkilendirilmesi öğrencilerin konu hakkında ki farkındalıklarının artmaya başladığını göstermektedir.

Dördüncü kesme noktasında “Azot Döngüsü” anahtar kavramına *su, balık dışkısı, şimşek, döngü ve akuaponik sistem* kelime grupları eklenmiştir. Araştırmadaki STEM etkinlikleri boyunca, akuaponik sistemlerin temeli olan azot döngüsüne, balık dışkısının katkısı sıklıkla belirtilmiştir. Yine atmosfer ile toprak arasındaki azot döngüsü sürecinde yıldırım ve şimşegin rolü konu anlatımlarında vurgulanmıştır. “Azot döngüsü” ile “Akuaponik sistem” arasındaki “döngü” kelimesi köprü vazifesi görerek iki kavram arasında ara bağlantıyı sağlamıştır. Madde döngüleri konusu 8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programının “Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi” ünitesinde yer almaktadır. 6. sınıf öğrencileri, çalışmadaki STEM etkinlikleri aracılığıyla madde döngüsü ve azot döngüsü kavramlarıyla tanışmışlardır. Bu nedenle uygulamalar öncesi ön testte konu hakkında bilgi sahibi olmamaları ya da kelime algısından dolayı yanlış şematik yapılara sahip olmaları doğal karşılanmaktadır. Son test bulgularına göre, uygulanan STEM etkinlikleri sonucunda "Azot Döngüsü ve Madde Döngüsü" anahtar kavramlarındaki ön testte ortaya çıkan eksik ve yanlış şematik yapıların giderildiği, doğru ilişkilendirilen kelime sayısının arttığı ve öğrencilerin anlamlı bir öğrenme deneyimi yaşadıkları gözlemlenmektedir. Bu bağlamda uygulanan STEM etkinliklerinin ve okul dışı eğitim gezilerinin azot döngüsü öğretiminde yardımcı olacağı öngörülmektedir. Alanyazında “Madde Döngüleri” nin öğretiminde STEM etkinliklerinin kullanıldığı çalışmalar incelediğinde benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Dallı, (2019) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada "Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları" konusunda STEM yaklaşımına dayalı bir öğretim programı tasarlamıştır. Araştırmanın sonuçları, STEM’e dayalı öğretim programlarını kullanan öğrencilerin akademik başarılarında, geleneksel yöntemleri kullanan kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Baykır, (2022) lise öğrencileriyle yaptığı çalışma sonucunda, madde döngüsü öğretiminde kullandığı akuaponik sistem STEM uygulamalarının olumlu etkilerini belirtmiştir. Ayrıca araştırmalar, bu çalışmada olduğu gibi öğrencilerin madde döngüleri hakkında genellikle yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ve bazı kavramlarda yanlışlar taşıdıklarını ortaya koymuştur. Örneğin, Çelikler ve Topal (2011) ortaokul öğrencilerinin madde döngüleriyle ilgili temel kavramları öğrenme

konusunda eksiklikleri olduğunu belirtmiştir. Çimer (2012) çalışmasında, ortaokul öğrencilerinin madde döngülerini öğrenmede büyük zorluk yaşadığını vurgulamıştır. Öztaş (2014) ise lise öğrencilerinin çoğunun temel ekolojik süreçlerden (örneğin madde döngüleri) haberdar olmadığını ve küresel çevre sorunlarıyla ilgili bazı kavram yanlışlarına sahip olduklarını ifade etmiştir. Aslan (2023), ortaokul öğrencilerinin "madde döngüleri ve çevre sorunları" ile ilgili anahtar kavramlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ve bu durumun öğrencilerin bilimsel ifadeler kullanmalarını engellediğini bildirmiştir. Abasız'ın yaptığı çalışma (2019), lise öğrencilerinin madde döngülerini kısmen bildiklerini ve bu konuyu basit ve bilimsel terimlerle açıklamaya çalıştıklarını göstermiştir. Araştırmalar, farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin genellikle madde döngüleri konusunda sınırlı bilgiye sahip olduklarını ortaya koymuştur (Çelikler ve Topal, 2011; Derman ve Yaran, 2017). Bununla birlikte, Bilgiç (2019) araştırmasında, ortaokul öğrencilerinin madde döngülerini ve bu süreçlerin yaşamdaki önemini kavradıklarını ifade etmiştir.

Dördüncü kesme noktasında, "Akuaponik Sistem" anahtar kavramına, sistemin ana bileşenleri olan *su motoru*, *hava taşı* ve *akvaryum* kelimeleri eklenmiştir. Böylece akuaponik sistem bileşenlerinin çoğu tamamlanmıştır. Ayrıca, öğrenciler "Azot Döngüsü" anahtar kavramı ile de ara bağlantı kurarak sistemin işleyişini anladıklarını göstermektedirler. Son test bulgularına göre, uygulanan STEM etkinlikleri sonrasında "Akuaponik Sistem" anahtar kavramında ön testte ortaya çıkan bilgi eksikliklerinin giderildiği ve sistem üzerinden ilişkili olan kavramlar hakkında anlamlı bir öğrenme deneyimi yaşandığı görülmüştür. Alanyazında benzer çalışmalar incelendiğinde 2005-2008 yılları arasında gerçekleştirilen "Waste Water Resource, Play with Water: Introducing Ecological Engineering to Primary Schools to Increase Interest and Understanding of Natural Sciences" adlı projede, akuaponik sistemlerin, madde döngüleri konusunun öğretilmesine destek olduğu gözlemlenmiştir (European Commission, 2009). Thompson vd., (2023a) tarafından, lise öğrencileriyle yapılan çalışma, akuaponik tabanlı bir eğitimin, ekolojik kavram ve ilişkilerin anlamlı öğrenmesini ve içerik anlayışını sağlamada etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmaların sonuçları, bu çalışmanın bulgularını da destekler niteliktedir.

"Hidroponik Sistem" anahtar kavramına dördüncü kesme noktasında *marul*, *çilek*, *kil topu*, *bitki* ve *su* kelimeleri dâhil edilmiştir. Öğrenciler hidroponik ve

akuaponik sistem etkinliklerinde toprak yerine kullanılan kil topraklarında marul yetiştirmiş, okul dışı öğrenme ortamı olarak topraksız tarım çilek serasını ziyaret etmiş ve burada kokopitte yetiştirilen çilekleri incelemişlerdir. Son test kavram aşında, hidroponik sistem ile ilişkilendirilen tüm kelimeler göstermektedir ki yapılan uygulamalar sonucunda öğrenciler süreci özümsemişler ve bilişsel bir farkındalık kazanmışlardır. Ayrıca, “Hidroponik Sistem” *su* ve *topraksız tarım* kelimeleriyle “Akuaponik Sisteme” bağlantı oluşturmuştur. Bu durum, öğrencilerin topraksız tarımın farklı yöntemlerini öğrendiklerini düşündürmektedir. Bununla birlikte “Hidroponik Sistem” anahtar kavramı *su* kelimesi üzerinden “Geri Dönüşüm” ve “Tasarruf” kavramlarıyla dolaylı yoldan bağlanmaktadır. Bu bağlamda hidroponik sistem etkinliklerinin tasarruf ve geri dönüşüm konularının öğretiminde, öğrenci öğrenmelerini zenginleştirebileceği ve bağlamın doğru yapılandırılmasına yardımcı olabileceği öngörülmektedir. Ön kavram aşında yer almayan “Hidroponik Sistem” kavramının son kavram aşında bulunması göstermiştir ki; STEM etkinlikleri ve okul dışı eğitim gezisi hidroponik sistem ve ilişkili olduğu konular hakkında bilişsel yapıların gelişmesine yardımcı olmaktadır. Alanyazında bu çalışmaya benzer sonuçlar gösteren araştırmalar incelendiğinde; Synder vd.’nin (2012) yaptığı çalışmada, lisans öğrencileri hidroponik uygulamalar ile bitki yetiştirilen bir çiftlikte eğitim almışlardır. Araştırma sonuçları, eğitim sonunda öğrencilerin fen bilgisi puanlarında artış olduğunu göstermiştir. Dinçer ve Yıldırım (2019) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarına katkıda bulunabilmek amacıyla, hidroponik temelli akıllı bir sistem tasarlanmıştır. Araştırma sonuçları sistemde bulunan çeşitli özellikler ile çocukların kendilerini bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarında geliştirebileceklerini göstermiştir. Sarif vd. (2023) 9-12 yaş ilkökul çocukları ile yaptıkları çalışmada, hidroponik sistemleri mobil uygulamalar üzerinden öğrencilerin kullanıma sunmuştur. Araştırma sonuçları hidroponik sistem mobil uygulamasının tarım eğitimini geliştirmek ve öğrenciler için hidroponiğin erişilebilir ve ilgi çekici bir konu haline getirmek için ümit verici olduğunu göstermiştir.

Dördüncü kesme noktasında “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramına *küresel ısınma, çölleşme, sıcak-soğuk hava değişimi, balon balığı, gelecek ve topraksız tarım* kelime grupları eklenmiştir. Ön test bulgularında küresel iklim değişikliğine dair kavram yanılgısı görülmemiş ve iklim değişikliğinin sonucuyla

ilgili kelimeler üretilmiştir. Son test bulgularında da çoğunlukla iklim değişikliği sonuçlarının yer aldığı, iklim değişikliği sebepleri hakkında fazla kelime üretilmediği ama ön teste göre ilişkilendirilen kelime sayısının arttığı görülmüştür. Sonuç olarak öğrencilerin, iklim değişikliğinin sebeplerinden daha çok sonuçları hakkında bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Ön testte ortaya çıkan *balon balığı* ve *mevsimler* kelimeleri son testte de üretilmiştir. Bu da istilacı türlerden balon balığının, geçimini su ürünlerinden sağlayan katılımcı grup öğrencilerini daha fazla etkilediğini düşündürmektedir. Küresel iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarına bağlı olarak toprağın verimsizleşmesi ve alternatif tarım arayışları, uygulamalar esnasında öğrencilerle tartışılmıştır. Bundan dolayı, “Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramıyla *topraksız tarım* kelimesini ilişkilendirmeleri öğrencilerin farkındalıklarını göstermektedir. Bir diğer dikkat çekici bulgu “Sürdürülebilir Kalkınma ve Küresel İklim Değişikliği” anahtar kavramları arasında ara bağlantı oluşturan *gelecek* kelimesidir. Öğrencilerin küresel iklim değişikliğinin, sürdürülebilir kalkınma ile birlikte ekosistemin geleceğine olan etkisinin farkına vardıklarının bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Alanyazında bu çalışma ile benzer sonuçlar elde edilen araştırmalara bakıldığında; Benzer ve Akkaya (2022); Durmuş ve Sert (2012); Tok vd. (2014), tarafından yapılan kelime ilişkilendirme testi çalışmalarında öğretmen adaylarının, iklim değişikliğini; en fazla frekansla buzulların erimesi, kuraklık, çölleşme, sıcaklık artışı kelimeleriyle ilişkilendirdikleri belirtilmiştir. Yel (2023) yaptığı çalışmada ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği kavramına yönelik algılarını belirlemiştir. Araştırma sonucunda, ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği kavramına yönelik algılarının genel olarak bilimsel bilgilerle uyumlu olduğu ancak öğrencilerin ürettikleri kelimeler incelendiğinde, genellikle iklim değişikliğinin sonuçlarının vurgulandığı görülmüştür. Ay ve Erik (2020) yaptıkları çalışmada üniversite öğrencilerinin iklim değişikliği konusundaki genel bilgilerinin orta düzeyde olduğu bununla birlikte mücadele konusundaki bilgilerinin daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Gülsoy ve Korkmaz (2020) üniversite öğrencilerinin iklim değişikliği konusunda, bilgi düzeylerinde eksiklik ve algılarında önemli farklılıkların olduğunu ortaya koymuştur. Papadimitriou (2004) öğretmen adaylarının iklim değişikliği mücadelesi ile ilgili nelerin yapılması gerektiğinin farkında olmadıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte alanyazında “Küresel İklim Değişikliğine” ne yönelik STEM etkinliklerinin kullanıldığı çalışmalar

incelediğinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bodur vd. (2023) yaptıkları çalışmada üstün/özel yetenekli 6. sınıf öğrencileri için “küresel iklim değişikliği” konusuna yönelik STEM yaklaşımını benimseyen uygulama temelli bir etkinlik hazırlamışlardır. Araştırma sonuçları uygulamalar sonrası öğrencilerin küresel iklim değişikliği konusunda farkındalıklarının arttığını ve bilişsel yapılarının geliştiğini göstermiştir. Nantsou ve Tombras, (2022) K-6 öğrencileri ile yaptığı çalışmada iklim değişikliği üzerine uygulamalı deneylerle STEM laboratuvarı etkinlikleri gerçekleştirmiştir. Araştırma sonuçları etkinlikler sonrası öğrencilerin ısı ve iklim değişikliği kavramlarını öğrendiklerini göstermiştir.

Dördüncü kesme noktasında “Sürdürülebilir Kalkınma” anahtar kavramının *devamlılık, tasarruf ve küresel iklim değişikliği* kelime gruplarıyla ilişkilendirilmesi önemli bir bulgudur çünkü ön testte anahtar kavram hakkında öğrencilerin bilgi sahibi olmadıkları, kelime kökünden yararlanarak kelime üretmeye çalıştıkları görülmüştür. Etkinlikler sonrası son testte, yanlış yapılandırmaların giderildiği ve öğrencilerin kavramın özünü anladıkları, konu hakkında farkındalık kazandıkları görülmüştür. Alanyazında bu çalışma ile benzer sonuçlar elde eden araştırmalar bulunmaktadır. Dal ve Akçay (2021), fen bilimleri öğretmenlerinin sürdürülebilir kalkınma ve sıfır atık ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, çoğu öğretmen, sürdürülebilirliğin devamlılık ve süreklilik anlamına geldiğini, aynı zamanda geleceğe yatırım yapmak olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, sürdürülebilirliğin doğal kaynakların korunması ve geleceğe aktarılması, kalkınmanın sürekli olması ve ekonomik devamlılık anlamına geldiğini ifade etmişlerdir. Alanyazında “Sürdürülebilir Kalkınma” ya yönelik STEM etkinliklerinin etkinliğine yönelik çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Erkol vd. (2022) ortaokul öğrencileri ile 3E, 5E ve FeTeMM ile desteklenen öğrenme ortamlarının sürdürülebilir kalkınma üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçları, öğrencilerin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik tutumlarının ve akademik başarılarının anlamlı ölçüde arttığını göstermiştir. Arısoy, (2022) 10-11 yaş grubu öğrencileriyle yaptığı çalışmada sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin anlaşılması ve sürdürülebilir çevre sorunlarının çözümüne yönelik farkındalık oluşturmak için STEM etkinlikleri düzenlemiştir. Etkinlikler sonrasında öğrencilerin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik algılarında artış olduğu tespit edilmiştir.

“Gübre” anahtar kavramı dördüncü kesme noktasında *toprak* ve *tohum* kelimeleriyle, “Tarım” anahtar kavramı *çiftçi*, *toprak* ve *tohum* kelimeleriyle kavram ağında yer almıştır. Ayrıca toprak ve tohum kelimeleri “Tarım ve Gübre” anahtar kavramıyla ara bağlantı oluşturmuştur. Öğrencilerin, gübrenin bitki gelişimine katkıda bulunduğunu ve tarımda kullanıldığını bildikleri, ön test ve son test bulgularında görülmüştür. Bu bulgular incelendiğinde, öğrencilerin gübre ile ilgili zihinlerinde belli şemaların zaten mevcut olduğu ve uygulamalar sonrasında üretilen kelime sayısında anlamlı bir artış olmadığı tespit edilmiştir. Ancak akuaponik ve hidroponik sistemlerin *topraksız tarım* ile ilişkilendirilmesi öğrencilerin tarımın çeşitli yöntemlerini keşfettiklerini ve öğrendiklerini göstermektedir. “Tarım” anahtar kavramına yönelik kavram ağında ilişkilendirilen kelimeler incelendiğinde dikkat çeken bir diğer bulgu öğrencilerin tarımı sadece bitkisel üretim olarak görmeleridir. Bununla birlikte tarım Türk Dil Kurumunca “bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, kalite ve verimlerinin yükseltilmesi, uygun koşullarda korunması, işlenip değerlendirilmesi ve pazarlanması, ziraat” olarak tanımlanmıştır (TDK, 2009). Alanyazın incelendiğinde Fathima vd. (2016) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin tarımın bileşenleri konusunda yalnızca %17'sinin yüksek farkındalığa sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma ayrıca, kırsal ve kentsel kökenli öğrenciler arasında farkındalık düzeylerinde belirgin farklılıklar olduğunu ve öğrencilerin yaşadıkları bölgede yetiştirilen ürünler konusunda en yüksek farkındalık düzeyini sergilediğini belirtmektedir. Anderson vd. (2014) yaptıkları çalışmada tarım okuryazarlığı gelişim programına katılan öğretmenlerin ön bilgilerinde, tarımı yalnızca bitkisel ve hayvansal üretim gibi değerlendirip, çiftliklerle özdeşleştirdikleri belirtilmiştir. Akgül ve Macaroğlu Akgül (2011) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının tarımın tanımı ve ilgili kavramlar ile ilgili yeterli düzeyde anlayış geliştiremediklerini belirtmiştir. Boatner (2004) yaptığı çalışmada, öğrencilerin tarım konusunda düşük seviyede farkındalıklara sahip olduğunu belirtmiştir.

Dördüncü kesme noktasında “Geri Dönüşüm” anahtar kavramına *kâğıt* kelimesi eklenmiştir. Öğrencilerin ön test ve son test bulguları incelendiğinde geri dönüştürülebilen malzemelerin bir kısmı hakkında bilgi sahibi olmaları; pil, metal eşyalar, tekstil gibi materyallerden bahsetmemeleri öğrencilerin geri dönüşüm konusunda belirli bir farkındalığa sahip olduklarını, ancak bilgilerin sınırlı ve yüzeysel olduğunu düşündürmektedir. Uygulamalar sonrası son testte de üretilen

kelime sayısında bir artış olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ön testte üretilen “çöp” kelimesinin son testte yer almaması, öğrencilerin yanlış yapılandırmalarının giderildiğini göstermektedir. Bu kesme noktasında dikkat çeken bir diğer bulgu, *su* kelimesinin ön testte “Tasarruf, Tarım ve Madde Döngüsü” anahtar kavramlarıyla ilişkilendirilirken, son testte “Geri Dönüşüm, Tasarruf, Akuaponik Sistem, Hidroponik Sistem, Azot Döngüsü ve Madde Döngüsü” anahtar kavramlarıyla ortak bağlantı oluşturmuş olmasıdır. Bu çoklu bağlantı, araştırmadaki STEM etkinliklerinin öğrencilerin zihinlerinde anlamlı bir yapı oluşturduğunu göstermektedir. Alanyazında benzer çalışmalara bakıldığında, Keleş ve Keleş’in (2018) yaptıkları çalışmada, geri dönüşüm kavramının ilkökul öğrencileri tarafından nasıl algılandığı araştırılmış ve çalışma sonucunda öğrencilerin geri dönüşüm kavramını çevrelerinde gördükleri geri dönüştürülebilir malzemeler üzerinden algıladıklarını belirtmişlerdir. Bu bulguda, çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Benzer bir çalışmada, Harman ve Çelikler (2016), öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun geri dönüşümün anlamı, gerekliliği ve yapılma amacı ile ilgili farkındalıklarının yeterli olmasına rağmen, geri dönüşüme uğrayabilecek atık türleri konusundaki bilgilerinin eksik olduğunu tespit etmişlerdir. Alanyazında “Geri dönüşüm” kavramı üzerine tasarlanan STEM etkinlikleri incelendiğinde benzer sonuçlar tespit edilmiştir. Düzen, (2023) 7.sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada “evsel atıklar ve geri dönüşüm” konusuna yönelik dijital oyun destekli STEM etkinliği tasarlamıştır. Araştırma verileri öğrencilerin geri dönüşüm konusu algılarında artış olduğunu göstermiştir. Çimen (2021), yaptığı çalışmada 7. sınıf öğrencileriyle “Evsel atıklar ve geri dönüşüm” konusu ile ilgili probleme dayalı STEM etkinlikleri düzenlemiştir. Etkinlikler sonucunda öğrencilerin geri dönüştürülebilir ve dönüştürülemez malzemeler hakkında farkındalık kazandığı tespit edilmiştir.

“Tasarruf” anahtar kavramı, dördüncü kesme noktasında *sürdürülebilirlik, elektrik, yeterli kullanım ve sürdürülebilir kalkınma* kelimeleriyle ilişkilendirilmiştir. Ön testte, öğrenciler “Tasarruf” anahtar kavramıyla *elektrik, su ve israf* kelimelerini ilişkilendirmişlerdir; bu bilgiler muhtemelen daha önceki okul eğitimleri ve kamu spotlarından edinilmiştir. Son testte ise anahtar kavrama yönelik, uygulama süresince STEM etkinliklerinde tartışılan *sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma* kelimelerinin eklenmesi, uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin zihinlerinde sürdürülebilirlikle ilgili daha kapsamlı ve anlamlı bir yapı

oluşturduğunu düşündürmektedir. Alanyazın incelendiğinde, bu çalışma ile benzer sonuçlar elde eden Uzunöz vd. (2020) öğretmen adaylarının tasarruf kavramına ilişkin metaforlarını incelemiş, en sık tekrar eden metaforların su, kumbara, ağaç, para, aile, musluk, anne, asgari ücret, zaman, devlet ve yağmur damlası olduğunu belirtmişlerdir. Akuaponik ve hidroponik sistem etkinlikleri sonrasında kelime ilişkilendirme testinden elde edilen bulgular incelendiğinde ön teste göre üretilen kelime sayısının arttığı, kavramlar arasında anlamlı ve daha yoğun ara bağlantılar olduğu görülmektedir.

5.3 Öğrencilerin Topraksız Tarım Algıları

Öğrencilerin uygulama öncesinde tarımın geleceğine dair görüşlerinin olumlu ve olumsuz olarak ikiye ayrıldığı ve genel olarak yöntemler ve teknolojik inovasyonlar üzerinden olumlu görüş beyan ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğu gelecekte robotların tarım yapacağı şeklinde fikirlerini belirtmişlerdir. Okulların her sene aktif olarak katıldığı Teknofest gibi büyük yarışmalarda, tarım teknolojileri kategorisinde öğrencilere yarışma, proje üretme fırsatları tanınmaktadır. Özellikle çiftçilerin işini kolaylaştıracak hava araçları ya da droneler üzerinden çok fazla proje yapılması, öğrencilerin Teknofest alanlarında bu projeleri incelemesi, öğrencilerin etkilenip bu beyanlarda bulunduklarını düşündürmektedir. Sonuç olarak, teknolojinin tarımı kolaylaştıracağı, çalışma süresini kısaltacağı öğrenciler tarafından fark edilmiş ve bunu görüşlerinde beyan etmişlerdir. Öğrencilerin bir kısmı da olumsuz görüş beyan etmişlerdir. Geçim kaynağı tarım olan katılımcı grup öğrencilerinin hem yaşantıları hem de medya yolu ile edindikleri bilgiler, çiftçiye yardım edilmemesi yönündeki görüşleri ile tarıma verilen değerin az olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Diğer taraftan da iklim değişikliği noktasında, geleceği tehlike altında gördükleri için tarım yapılamayacağına yönelik korkularını belirten ifadelerde bulunmaktadır. Bu düşünceleride yine sürdürülebilirlik üzerinden olan olumsuz görüşlerini göstermektedir.

Öğrencilerin bir kısmı topraksız tarımın mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler pamukta fasulye çimlendirme deneyi ve nilüfer bitkisinin suda yetişmesi ile argümanlarını desteklerlerken, diğer taraftan farklı yöntemlerle, el yapımı ilaçlarla veya tohumla verilen ek sınırlarla tarım yapılabileceğini düşünmektedirler. Öğrencilerin nilüfer bitkisinin sadece sudan besini aldığını düşünmeleri, nilüfer

bitkisinin köklerinin, bulunduğu suyun tabanı ile bağlantılı olduğu bilgisine sahip olmadıklarını göstermektedir.

Öğrencilerin çoğunluğu, topraksız tarımın mümkün olmayacağını düşünmektedir. Bu düşüncelerini de mineral, vitamin eksikliği, besinlerin bitkiye ulaşamaması yani kökün toprakla bağlantısının olmamasına bağlamaktadırlar. Öğrencilerin büyük bir kısmı sadece su ile de bitki yetiştiremeyeceğini düşünmektedir. Yeterli vitamin ve mineraller olmadığında ve kökün bir ortama tutunamadığında yetiştiremeyeceğini ifade etmektedirler. Bununla birlikte emin ya da fikir sahibi olmayan öğrencilerinde olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin topraksız tarım uygulamalarının sağlık bakımından değerlendirilmesi yönünde medyanın etkisinde kaldıklarını düşündüren beyanları bulunmaktadır. Topraksız tarım sürecinin ilaçlarla sağlandığını düşünen öğrencilerin genel olarak büyük bir kısmı, topraksız tarım ile yetiştirilen ürünlerin doğal olmadığını, zararlı olduğunu, zararlı olduğu için de lezzetinin kötü olduğunu düşünmektedirler.

Bu görüşlerin altında yatan neden, öğrencilere geleneksel tarımdan farklı bir tarım yöntemi konu edildiğinde, medyada tehlikeli olarak bahsedilen genetiği değiştirilmiş organizmalardaki gibi daha korkutucu imgelem yaratacak bir sürecin olduğunu düşünmeleri olarak yorumlanabilir.

Topraksız tarımın avantajları ve dezavantajları konusunda, toprağa ciddi bir önem atfedildiği için öğrenciler topraksız, herhangi bir ürünün yetiştiremeyeceğini düşünmektedirler. Ama diğer yandan da topraksız tarımın avantajlı olduğunu düşünen öğrencilerin, suya ihtiyaç olmaması, rahatlık ve iş kolaylığı sağlaması, daha hızlı yetişmesi ve ekonomik olması, çok emek sarf edilmemesi, yorulunmaması avantaj noktasında belirttikleri argümanlardır. Bununla birlikte öğrencilerin büyük bir çoğunluğu konu hakkında kararsız ya da bilgi sahibi olmadıklarını belirtmişlerdir.

5.4 Akuaponik ve Hidroponik Sistem STEM Etkinliklerine

Yönelik Öğrenci Görüşleri

Akuaponik ve hidroponik sistem etkinlikleri sonrası öğrenciler ile yapılan görüşmelerde, öğrencilerin etkinlik öncesinde akuaponik ve hidroponik sistemlerle ilgili bilgi sahibi olmadıkları, ancak bu etkinlikle birlikte sistemleri öğrendikleri görülmüştür. Etkinlikler süresince öğrencilerin sistemlere yönelik düşüncelerinin değiştiği görülmektedir. Etkinlikler öncesinde öğrencilerin sistemin uygulanmasına

dair kaygılarının olduğu, zor bir konu olduğunu düşündükleri görülmüştür. Etkinliklerin uygulanmasından sonra ise sistemin işleyişini anlayınca, korkularının yok olduğunu aksine sistemleri kolay, eğlenceli ve ilgi çekici bulduklarını belirtmişlerdir. Alanyazında benzer çalışmalar incelendiğinde çalışma sonuçlarının, bu çalışma sonucunu destekler nitelikte olduğu görülmektedir. Wardlow vd. (2002) yaptıkları çalışmada, sınıflarında akuaponik sistem kuran on öğretmenin görüşünü incelemişlerdir. Araştırma sonucunda öğretmenler, öğrencilerin tamamının akuaponik sisteme ilgi duyduğunu ve bir yıl daha sistemi sürdürmek istediklerini belirtmişlerdir. Suwandari vd. (2023) tarafından ortaokul öğrencileri ile yapılan çalışmada hidroponik fitil yetiştirme sistemi ile ıspanak yetiştirilmesinin, öğrencilerin bilimsel süreçleri daha ilgi çekici bulduklarını göstermiştir.

Öğrenciler sistemin bakımında çeşitli görevler üstlenmiştir ve bu görevlerin kendilerinde sorumluluk ve takım olma bilincini geliştirdiğini, sistemleri eğlenceli, yararlı ve kolay bulmalarının yanı sıra sistemin dikkat gerektirdiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler, balık dışkısının bulunduğu su ile bitki yetişmesinin ilginç olduğunu, hidroponik sistem unsurlarını ve toprak olmadan bitkisel üretim yapmayı dikkat çekici bulduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın bulgularını destekler nitelikte, Baykır'ın (2022) lise öğrencileri ile yaptığı çalışma sonucunda, öğrencilerin akuaponik sistemleri eğlenceli ve heyecan verici buldukları, balık dışkısı ile bitki yetiştirilmesinin ilginç olduğunu düşündükleri, merak duygularını harekete geçirdiği, güven ve sorumluluk kazandırdığı, öğrenciler arasındaki ilişkileri, iş paylaşımı ve iş birliğini geliştirdiği tespit edilmiştir.

Öğrenciler topraksız tarım sistemleri ile birlikte öğrendikleri kavramları “azot döngüsü, besin zinciri, çevre kirliliği ve çözümleri, fotosentez, su tasarrufu ve sürdürülebilir kalkınma” olarak belirtmişlerdir. Akuaponik ve hidroponik sistemlerin fen kavramlarının öğretiminde yardımcı olduğu görülmektedir. Alanyazında benzer çalışma sonuçları incelendiğinde, bu araştırmanın bulguları desteklenmektedir. Albin ve Bamert (2005) yaptıkları çalışmada, 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin sistemin kurulması, yönetilmesi ve izlenmesinden sorumlu olduğu bir akuaponik sistem oluşturmuşlardır. Araştırma sonucunda akuaponik sistemin okullarda ve sınıflarda kullanılabileceği, biyoloji ve fizik bilimlerinin öğretilmesi için mükemmel bir araç olduğu, küçük bir sistem olmasına rağmen kullanımının zor olmadığı ve farklı duyulara hitap ederek, çevre bilimine ve ekolojiye olan ilgiyi artırdığı, çevrenin insanlar için öneminin anlaşılmasına yardımcı olan bir sistem

olduğu ortaya çıkmıştır. Thompson vd. (2023a) tarafından, lise öğrencileriyle yapılan çalışmada, akuaponik proje tabanlı araştırma müfredatının, öğrencilerin ekolojik ilişkiler ve kavramları anlamalarını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, müfredatın standartlara dayalı ekolojik kavram ve ilişkilerin anlamlı öğrenmesini ve içerik anlayışını sağlamada etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. 2005-2008 yılları arasında gerçekleştirilen “Waste Water Resource, Play with Water: Introducing Ecological Engineering to Primary Schools to Increase Interest and Understanding of Natural Sciences” adlı projede, akuaponik sistemlerin, madde döngüleri konusunun öğretilmesine destek olduğu gözlemlenmiştir (European Commission, 2009).

Akuaponik ve hidroponik sistemlerin STEM ile ilişkisine yönelik öğrenci görüşleri incelendiğinde, öğrenciler topraksız tarım sistemlerinin STEM içerikleriyle ilişkili olduğunu belirtmişler ve sistemlerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili konularını anlamlı bir şekilde STEM disiplin alanlarına entegre edebilmişlerdir. Yaptıkları ölçümler ve tabloları matematik alanına, hayal güçlerini kullanarak yaptıklarını ifade ettikleri tasarımları mühendislik alanına, fen konularını bilim alanına ve sistemde kullanılan su motorunu teknoloji alanı ile ilişkilendirmişlerdir. Alanyazındaki benzer çalışma sonuçları bulguları destekler niteliktedir. Baykır (2022), Burt vd. (2019), Genello vd. (2016), Junge vd. (2019), Mikkelsen ve Toth (2018), Shaharuddin vd. (2022), Thompson vd. (2023b) ve Viktor (2018) yaptıkları çalışmada akuaponik ve hidroponik sistemlerin; STEM tabanlı müfredatı geliştirmek, STEM içeriğini öğretebilmek, STEM disiplinlerine katkı sağlayabilmek, STEM konularına ilgi çekmek için kullanışlı bir araç olduğunu belirtmişlerdir.

5.5 Okul Dışı Öğrenme Ortamı Eğitim Gezisine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Öğrenciler, okul dışı öğrenme ortamı eğitim gezisine yönelik genel olarak olumlu görüş beyan etmişlerdir. Özellikle sera sistemi ve teknolojik teçhizat öğrenciler de büyük ilgi uyandırmıştır. Ürünlerin beklenilenden daha lezzetli, sulu ve sağlıklı olması bu tarım sistemine yönelik yanlış yapılandırmanın ortadan kalktığını göstermektedir. Olumsuz olarak öğrencilerin seraya ulaşım da yolların bozuk olmasından etkilenmiş olup, kurulumunun ve kullanılan malzemenin maliyetli olmasını örnek vermişlerdir. Özellikle öğrenciler topraksız tarım

sistemindeki tüm işleyici teknolojileri, ara parametreleri, tozlaştırıcılarını, ürün hasadını ve miktarını öğrendiklerini belirtmişlerdir.

Okul dışı öğrenme ortamı olarak kullanılan topraksız tarım çiftliği, alanyazında nadir görülen bir süreç olarak yorumlanmış, tasarlanmış ve çalışma amacına en verimli şekilde hizmet ettiği düşünülen bir ortam olmuştur. Öğrenciler, uygulama öncesinde topraksız tarıma dair beyan ettikleri olumsuz ve kavram yanılgısı teşkil edecek yapılandırmalarının çoğunda, uygulama sonrasında değişim yaşandığı görülmektedir. Özellikle topraksız tarımdan elde edilen ürünlerin sağlıksız ve lezzetsiz olması, bitkilerdeki büyüme oranı gibi yanlış algılarının farkına vardıkları ve şaşkınlık ile karşıladıklarını beyan etmişlerdir. İlginç şekilde bulgularda daha az gübre ve ilaç kullanımı, tasarruf edilen enerji ve su gibi parametrelere yönelik beyanların diğerlerine oranla az gelmesi, öğrencilerin çevre merkezli etik anlayışının daha az yerleştiği şeklinde izlenim uyandırmıştır. Bu yorumu, öğrencilerin sürekli maliyeti hesaplamaları, kar-zarar oranı yapmaları, alandan en fazla verimin alınması gibi daha antroposen yaklaşıma yakın beyanlarda bulunmaları destekler niteliktedir. Bu durum çalışmanın doğrudan hedeflerinde olmasa da araştırma felsefesine ve içeriğine göre öğrencilerin odaklanmasının istenmediği bir noktadır. Fakat ülkemizin içerisinde bulunduğu ekonomik süreçler, aile ortamından öğrencilere sirayet etmiş olabileceği ve bir gelir kaynağı olarak seraya bakmış olabilecekleri şeklinde yorumlanabilir. Bu bulguların haricinde, değinilmesi gereken başka bir durumda öğrencilerin özellikle seranın çalışma sistemine göstermiş oldukları ilgidir. Seranın teknolojik aksamını, raf sistemi, su depolarından dağıtım şebekesi öğrencilerin çoğunda şaşkınlıkla karşılanmış ve beğeni toplamıştır. Öğrencilerin bu ilgilerinin, sınıf ortamında yapılan STEM tasarım süreçlerini olumlu etkilediğine yönelik yorum yapılabilir. Tozlaştırma işleminin somutta insan eli ile nasıl işe koşulduğunun bir örneği olan sera gezisinde yine arıların yaşam süreçlerine dair yeni şemaların oluşması da beklenen bir durumdur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ortaokul öğrencilerinin topraksız tarım uygulamalarına ilişkin sahip oldukları bilişsel yapılarının geliştirilmesi ve bu gelişim için kullanılan eğitim içeriğinin öğrenci görüşleri temelinde değerlendirilmesinin hedeflendiği çalışmanın bu bölümünde, çalışmanın tüm sonuçları ve bu sonuçlar doğrultusunda yapılan öneriler sunulmuştur.

6.1 Sonuçlar

Kelime ilişkilendirme testine ait bulgular incelendiğinde, uygulanan STEM etkinliklerinin ve okul dışı öğrenme ortamı eğitim gezisinin öğrencilerin bilişsel yapılarının gelişmesinde etkili olduğu görülmüştür.

Kelime ilişkilendirme testi ön test ve son test kelime frekans tablosu incelendiğinde, öğrencilerin uygulamalar sonrası ürettiği doğru ve anlamlı kelime sayısının arttığı, kavram ağında ön teste göre ara bağlantıların yoğun bir şekilde oluştuğu görülmüştür. Bu bağlamda çalışmadaki STEM etkinliklerinin ve okul dışı öğrenme ortamı eğitim gezisinin kavram gelişimini desteklediği ve kavramlar arası bağlantıları kuvvetlendirdiği sonucuna varılmıştır.

“Azot Döngüsü, Madde Döngüsü, Akuaponik Sistem, Hidroponik Sistem ve Sürdürülebilir Kalkınma” kavramlarıyla ilgili öğrencilerin daha önce bilgi sahibi olmadıkları ya da eksik veya hatalı bilgilere sahip oldukları ön testten elde edilen bulgulara tespit edilmiştir. Ancak son test bulgularına göre uygulama sürecinin, öğrenciler üzerinde anlamlı öğrenmeler sağladığı ve yanlış yapılandırmaları giderdiği sonucuna varılmıştır. Ön test ve son test bulguları incelendiğinde akuaponik sistemlerin azot döngüsü öğretiminde etkili olduğu görülmüştür. Akuaponik ve hidroponik sistemlerin; tasarruf, geri dönüşüm, sürdürülebilir kalkınma ve küresel iklim değişikliği kavramlarıyla ara bağlantılar kurması etkinliklerin bu konuların öğretimine destek olabileceğini göstermiştir.

STEM etkinlikleri sonucu gerçekleştirilen yapılandırılmış görüşmeler incelendiğinde, öğrencilerin akuaponik ve hidroponik sistemleri eğlenceli ve ilgi çekici buldukları, sistemlerin öğrenciler arasında takım çalışması, sorumluluk bilinci ve işbirlikçi çalışmayı desteklediği, fen dersine karşı olumlu tutumlar geliştirdiği, STEM içeriğini öğretebildiği ve sistemler üzerinden ilişkili olduğu fen konularının öğretimine yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır.

Öğrencilerin, uygulama öncesinde topraksız tarıma dair beyan ettikleri olumsuz ve kavram yanlışlığı teşkil edecek yapılandırmalarının çoğunda, uygulama sonrasında değişim yaşandığı sonucuna varılmıştır.

6.2 Öneriler

Bu bölümde, araştırma sonuçlarından hareketle araştırmacılara şu önerilerde bulunulmuştur:

- Bu çalışmada topraksız tarım uygulamaları, ortaokul 6. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle etkinliklerin farklı yaş gruplarında ve farklı eğitim seviyelerinde yapılması önerilmektedir.
- Topraksız tarıma yönelik uygulanan eğitim içeriklerinin, öğrencilerin “Madde Döngüleri, Azot döngüsü, Sürdürülebilir Kalkınma, Akuaponik Sistem, Hidroponik Sistem, Geri Dönüşüm, Tarım, Küresel İklim Değişikliği, Tasarruf” kavramlarını anlamalarına yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bu konuların anlatımında ve ders kitaplarında etkinlik olarak akuaponik ve hidroponik sistemlere yer verilmesi önerilmektedir.
- Bu çalışmada düşük maliyetli ve geri dönüşümlü ürünler ile akuaponik ve hidroponik sistemler kurulmuştur. Akuaponik ve hidroponik sistem etkinliğini okullarında uygulayacak olan öğretmenler üniversitelerin Su Ürünleri Mühendisliği ve Ziraat Mühendisliği Bölümlerinde görev yapan akademisyenler ile iş birliği yapabilir, destek ve eğitim alabilirler. Böylece okullarda daha profesyonel akuaponik ve hidroponik sistemler kurulabilir ve ürün yetiştirilebilir.
- Öğrenciler okul dışı öğrenme ortamlarını keyifli, ilgi çekici ve öğretici bulmaktadırlar. Öğrencilerin sınıfta öğrendikleri teorik bilgileri gerçek Dünya’da deneyimleyebilmeleri ve derse karşı olumlu tutum geliştirebilmeleri için okul dışı öğrenme ortamı gezilerine ders planlarında daha sık yer verilmesi önerilmektedir.
- Topraksız tarım uygulamaları öncesi ve sonrasında uygulanan kelime ilişkilendirme testinin eğitimden belli bir süre sonra geciktirilmiş son test olarak uygulanarak eğitimin kalıcılığının belirlenmesi önerilmektedir.
- Öğrencilerin kelime ilişkilendirme testinde anahtar kavramlarla ilgili olarak cümle yazmalarının da istenmesi önerilmektedir. Böylece öğrencilerin anahtar kavrama yönelik ürettiği kelimelerin kavramla ilişkisi olup olmadığı, sadece çağrışım ürünü mü olduğu, kavram yanlışlığı içerip içermediği ya da ürettiği kelime ile aslında neyi ifade etmek istediği daha net belirlenebilir.

7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA 7th Edition atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Abasız, D. B. (2019). *Lise öğrencilerinin ekosistem konusundaki bilişsel yapıları, algıları, duygusal semantik tutumları ve alternatif kavramlarının belirlenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Adanır, Y. & Hacıoğlu, Y. (2021). A project based STEM activity: Let's build a mini farm on our schoolyard. *Journal of Inquiry Based Activities*, 11(2), 125-136.
- Akarsu, M., Akçay, N. O. ve Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175.
- Akbaş, Y. (2013). Coğrafya ve sosyal bilgiler öğretmenlerinin kavram öğretimi ve kavram yanılgıları hakkındaki görüşleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(2), 251-278.
- Akgül, H. C. ve Akgül, E. M. (2011). Fen eğitiminde yeni bir kavram: Tarımsal farkındalık ilköğretim öğretmen adaylarının genel, fen bilgisi öğretmen adaylarının özel durumu. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 15-25.
- Akgül, N. ve Yıldırım, B. (2018). STEM SOS modelinin farklı değişkenler açısından etkisinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(2), 316-326. <https://doi.org/10.31202/ecjse.376481>
- Akgün, S. (2021). *8. sınıf öğrencilerinin yenilenebilir enerji kaynakları ve sürdürülebilirlik kavramına yönelik algılarının incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: "Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?"*. İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul
- Alanka, D. (2024). Nitel bir araştırma yöntemi olarak içerik analizi: Teorik bir çerçeve. *Kronotop İletişim Dergisi*, 1(1), 64-84.
- Alıcı, M. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.
- Altıntaş, F. (2014). *Doğa ve toprağa yönelik hazırlanan informal öğrenme ortamının ilköğretim öğrencileri üzerine etkileri* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı Perspektif Dergisi*, 207, 1-6.
- Altunışık, S. ve Ekici, D. İ. (2022). Probleme dayalı STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının STEM kavramlarına yönelik bilişsel yapılarının gelişimine etkisinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 1-15. <https://doi.org/10.29065/usakead.1116360>
- Anderson, S.M., Thompson, G.W., & Velez, J. (2010). A qualitative analysis of teachers' conception of agriculture. *American Association of Agricultural Education*, 29, 213-227.
- Andiema, N.C. (2016). Effect of child centred methods on teaching and learning of science activities in pre-schools in Kenya. *Journal of Education and Practice*, 7(27), 1-9.

- Arısoy, P. (2022). Erken yaşlarda sürdürülebilir yaşam farkındalığı yaratmak için STEM eğitim uygulamaları1. 2. *Uluslararası STEM Öğretmenler Konferansı Tam Metin Bildirileri*, 18.
- Arslan, E. (2022). Nitel araştırmalarda geçerlilik ve güvenilirlik. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 51, 395-407. <https://doi.org/10.30794/pausbed.1116878>
- Arslan, A. (2023). Middle school students' cognitive perceptions of cycles of matter and environmental problems: a word association test. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 10(4), Article 4. <https://doi.org/10.52380/ijcer.2023.10.4.565>
- Ay, F. ve Erik, N. Y. (2020). Üniversite öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değişikliğine yönelik bilgi ve algı düzeyleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44(2), 1-18.
- Ayas, A. (2006). *Kavram öğrenimi, fen ve teknoloji öğretimi* (Edt: S. Çepni). Pegema Yayıncılık, Ankara.
- Ayaz, M., Gülen, S. ve Gök, B. (2020). STEM etkinliklerinin uygulanması sürecinde elektronik portfolyo kullanımının sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarısına ve STEM tutumuna etkisinin incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1153-1179. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.801394>
- Aydın, E. ve Karslı, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52.
- Aysu, G. (2019). *Probleme dayalı öğrenme tabanlı STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33(3), 134-141. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655653>
- Bahar, M. (2003). Biyoloji eğitiminde kavram yanılgıları ve kavram değişim stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 27-64.
- Bahar, M. ve Özatalı, N.S. (2003). Kelime ilişkilendirme yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 75-85
- Bahar, M., Nartgün, Z., Durmuş, S. ve Bıçak, B. (2015). *Geleneksel-tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme teknikleri: Öğretmen el kitabı* (6. Baskı). PagemYayıncılık: Ankara.
- Bahar, M., Demir, N. S., & Demir, O. (2017). Preservice teachers' perceptions concerning the multifunctionality of agriculture in their mind maps. *European Journal of Education Studies*, 3(7), 299.
- Bahşi, A. ve Açıkgül Fırat, E. (2020). STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 1-22.
- Balcı, S. (2005). *8.sınıf öğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarını öğreniminin 5E öğrenme modeli ve kavramsal değişim metinleri kullanılarak geliştirilmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. ODTÜ.
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır? *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5 (2), 368-388. <https://doi.org/10.31592/aeusbed.598299>
- Bamert, R., & Albin, V. (2005). *Aquaponic als unterrichtsmodell*. Term Thesis. Hochschule Wädenswil HSW.
- Baykır, A., 2022. *Akuaponik sistem uygulamalarının öğrencilerin ekosistem ekolojisi konusundaki*

akademik başarılarına etkisi [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.

- Benzer, S. ve Akkaya, M. M. (2022). Öğretmen adaylarının iklim değişikliği hakkındaki bilgi ve görüşleri. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 149-167. <https://ankad.org/index.php/ankad/article/view/133>
- Bilen, K., Ergün, A. ve Şimşek, V. (2021). Okul öncesi döneme yönelik bir STEM etkinliği: Paraşüt tasarlama. *Scientific Educational Studies*, 5(2), 126-158. <https://doi.org/10.31798/ses.1007703>
- Bilgiç, Ş. (2019). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin madde döngüleri kavramına ilişkin algılarının metafor yoluyla belirlenmesi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Bingöl, B. (2019). Alternatif tarım yöntemleri; aeroponik, akuaponik, hidroponik. *Harman Time Dergisi*, 7(82), 34-42.
- Boatner, S. M. (2004). *A measure of agricultural literacy in Willamette Valley fourth grade students*. Doctoral dissertation. Oregon State University.
- Bodur, N. C., Tüysüz, C. ve Turan, M. D. Kutuplar: Keşfedilmeyi bekleyen topraklar etkinliğinin özel yetenekli 6. sınıf öğrencilerinin iklim değişikliği farkındalığına etkisinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 144-161. <https://doi.org/10.29065/usakead.1353824>
- Bolat, Y. İ. (2020). *STEM temelli matematik etkinliklerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerisi ile STEM alanlarına olan ilgiye katkılarının araştırılması*. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi.
- Burt, K. G., Burgermaster, M., D'Alessandro, D., Paul, R., & Stopler, M. (2020). New York City fourth graders who receive a climate change curriculum with hydroponic gardening have higher science achievement scores. *Applied Environmental Education ve Communication*, 19(4), 402-414. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2019.1611504>
- Bybee, R. W. (2009). The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. *Colorado Springs, CO: BSCS*, 24.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (Second Edition). SensePublishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6>
- Cardellini, L., & Bahar, M. (2000). Monitoring the learning of chemistry through word association tests. *Australian Chemistry Resource Book*, 19, 59-69
- Carver, J., & Wasserman, B. (2012). Hands-on hydroponics. *The Science Teacher*, 79(4), 44.
- Carrozzo, F., Faccini, R., Falci, A., Redaelli, B., Gelsomini, M., Zannoni, G., & Garzotto, F. (2018). IDROPO, a hydroponic planting system to teach gardening through play. *Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (s. 1-4)*.
- Chen, P. H. (2007). *A study of STEM integrated teaching applied in the field of physics in junior high school* [Unpublished master thesis]. National Pingtung University of Science and Technology.
- Chesloff, J. D. (2013). STEM education must start in early childhood. *Education Week*, 32(23), 27-32.
- Clayborn, J., Medina, M., & O'Brien, G. (2017). School gardening with a twist using fish: Encouraging educators to adopt aquaponics in the classroom. *Applied Environmental Education ve Communication*, 16(2), 93-104. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2017.1304837>

- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage Publications.
- Coyne, I. T. (1997). Sampling in qualitative research. Purposeful and theoretical sampling; merging or clear boundaries?. *Journal of Advanced Nursing*, 26(3), 623-630. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.1997.t01-25-00999.x>
- Çaycı, B. (2007). Kavram değiştirme metinlerinin kavram öğrenimi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 87-102.
- Çelikler, D. ve Topal, N., (2011). İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının karbondioksit ve su döngüsü konusundaki bilgilerinin çizim ile saptanması. *Journal of Educational and Instructional Studies in The World*, 1 (1), 72-79.
- Çetin, S. (2019). *STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Çetin, T. ve Yel, Ü. (2022). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği kavramına yönelik zihinsel yapılarının incelenmesi. *International Journal of New Approaches in Social Studies*, 6(2), 244-255. <https://doi.org/10.38015/sbyy.1194938>
- Çevik, M. (2018). Proje tabanlı (PBL) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitiminin meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarıları ve kariyer ilgileri üzerindeki etkileri. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Çimen, O. ve Yılmaz, M. (2012). İlköğretim öğrencilerinin geri dönüşümle ilgili bilgileri ve geri dönüşüm davranışları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 63-74.
- Çimen, B. (2021). *Evsel atıklar ve geri dönüşüm konusunda uygulanan probleme dayalı stem etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarı ve farkındalığı üzerindeki etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61-71.
- Dal, Ş. ve Akçay, N. O. (2021). Fen bilimleri öğretmenlerinin sürdürülebilir kalkınma ve sıfır atık ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi. *e-Kafkas Journal of Educational Research*, 8(3), 438-459. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.862414>
- Dallı, A. (2019). *Madde döngüleri ve çevre sorunları konusunda STEM yaklaşımına dayalı öğretim tasarımı* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Daskolia, M., Flogaitis, E., & Papageorgiou, E. (2006). Kindergarten teachers' conceptual framework on the ozone layer depletion. Exploring the associative meanings of a global environmental issue. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 168-178. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9004-8>
- Dass, P. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*, 1(1), 5-12.
- Dede, H. (2022). Evaluation of STEM sos model: pre-service science teachers' opinions. *International Journal of Progressive Education*, 18(3), 44-56.

- Dede, G. ve Türkan, E. (2009). Balık ve bitkilerin birlikte yetiştirildiği sistem: Aquaponik sistemler. Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Araştırma. <https://www.stb.org.tr/uploads/arastirmalar/dokuman/arastirmalar/balik-ve-bitkilerin-birlikte-yetistirildi-gi-aquaponik-sistemler-1691071008-8.pdf>
- Demir, H. (2021). *Doğada STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, yansıtıcı düşünme becerilerine, STEM meslek alan ilgilerine ve tutumlarına etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Alaaddin Keykubat Üniversitesi.
- Demirel, Ö. (2000). Planlamadan uygulamaya öğrenme sanatı, Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Derman, A. ve Yaran, M. (2017). Lise öğrencilerinin su döngüsü konusyla ilgili bilgi yapıları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(39), 255-274.
- Dinçer, S. (2018). An interdisciplinary system for educating children: Hydroponics-based smart education system [Unpublished master's thesis]. Eastern Mediterranean University. <http://i-rep.emu.edu.tr:8080/xmlui/handle/11129/5096>
- Doğan, A. ve Kahraman, E. (2021). STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi: STEM etkinliklerinin etkisi. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Dergisi*, 13 (2), 2000-2025.
- Dole, J. A., & Sinatra, G. M. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*, 33(2/3), 109-128. <https://doi.org/10.1080/00461520.1998.9653294>
- Dönmez, İ. (2020). STEM motivasyon ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 486-510. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.693825>
- Duit, R. (2009). Bibliography STCSE: Students' and teachers' conceptions and science education. *Kiel, Germany: University of Kiel*.
- Durmuş, E. ve Sert, A. E. (2022). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının küresel sorunlara ilişkin bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi ile incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(3), 1177-1193. <https://doi.org/10.33437/ksusbd.1096539>
- Düzen, A. M. (2023). *Geri dönüşüm konusuna yönelik dijital oyun destekli STEM öğretim modülünün geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Ege Meclisi. (2022, Mayıs 26). İzmir'de Zehirli Balık Alarmı. Ege Meclisi. 26.06.2024 tarihinde <https://www.egemeclisi.com/izmirde-zehirli-balik-alarmi> adresinden erişilmiştir.
- Ekici, F. (2022). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM sonrası ve STEM beklentilerinin yönlendirilmesinde uzun vadeli bir yaklaşımın incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- El-Kazzaz, K. A., & El-Kazzaz, A. A. (2017). Soilless agriculture a new and advanced method for agriculture development: an introduction. *Agricultural. Research. Technology. Open Access Journal*, 3, 63-72. <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2017.03.555610>
- Ercan, F., Taşdere, A. ve Ercan, N. (2010). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla bilişsel yapının ve kavramsal değişimin gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TÜFED)*, 7(2), 136-154.
- Ercan, S., Girgin, S. ve Atılboz, N. G. (2017). Öğrenme Halkası Modelinin 10. Sınıf Öğrencilerinin Madde Döngüleri Konusunu Öğrenmeleri Üzerine Etkisi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 135-145.

- Erdem, M. (2002). Proje tabanlı öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(22), 172-179.
- Erden, S. ve Yalçın, V. (2021). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımına göre hazırlanan okul öncesi STEM etkinliklerinin çocukların problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(3), 1239-1250. <https://doi.org/10.24315/tred.789922>
- Erkol, M., Artun, H., Temur, A. ve Okur, M. (2022). 3E, 5E ve FeTeMM ile desteklenmiş öğrenme ortamının sürdürülebilir kalkınma konusuna etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 10(19), 73-102. <https://doi.org/10.18009/jcer.1002914>
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). Ideas of science teachers took STEM education about STEM based activities. *Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43-67. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m>
- European Commission (2009). Play with water: Introducing ecological engineering to primary schools to increase interest and understanding of natural sciences. <https://cordis.europa.eu/project/id/21028>
- Evcan, S. S., Adilov, G., Eken, Z., Barut, S., Kemali, S. ve Tmaztepe, G. (2020). TÜBİTAK 4004-Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında 7. sınıf öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen “Hayatımızdaki Matematik: Tarım” projesinin değerlendirilmesi. *International Journal of Scholars in Education*, 3(1), 28-41.
- Fathima, R., Krishnankutty, J., & Krishnan, S. (2016). Differential awareness about components of agriculture among students in Kerala. *Journal of Tropical Agriculture*, 54(1), 90-90.
- Genello, L., Fry, J. P., Frederick, J. A., Li, X., & Love, D. C. (2016). Fish in the classroom: a survey of the use of aquaponics in education. *European Journal of Health and Biology Education*, 5(1), 1-12.
- Hamilton, R., & Ghatala, E. (1994). *Learning and Instruction*. New York: McCraw-Hill.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Congressional Research Service, Library of Congress. 20.05.2024 tarihinde https://www2.law.umaryland.edu/marshall/crsreports/crsdocuments/R42642_04052013.pdf adresinden erişilmiştir.
- Gökçe, Y. (2019). *Fen bilimleri dersi güneş sistemi ve ötesi ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bayburt Üniversitesi.
- Gökmen, A. ve Solak, K. (2008). Bilgisayar destekli çevre eğitiminin öğretmen adaylarının madde döngüleri konusundaki başarılarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(3).
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2018). Fen bilimleri derslerine STEM etkinliklerinin 5.sınıfların bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 8 (4), 40-59. <https://doi.org/10.19126/suje.423105>
- Gülsoy, E. ve Korkmaz, M. (2020). Üniversite öğrencilerinin sosyo-ekonomik özelliklerinin küresel ısınma ve iklim değişikliği algıları üzerine etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4), 428-437.
- Gürbüz, F. ve Karadeniz, H. (2020). STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM farkındalıkları üzerine ve “Üçgenler” ünitesindeki başarılarının kalıcılık düzeyine etkisi. *Journal of Human Sciences*, 17(2), 572-592. <https://doi.org/10.14687/jhs.v17i2.5900>
- Güneş, M. H. ve Gözümlü A.İ.C. (2013). İlköğretimde işlenen ekoloji konusunun 10. Sınıf

öğrencilerin ekosistem ekolojisi konusundaki hazırbulunuşluk düzeyleri üzerindeki etkisinin saptanmasında kelime ilişkilendirmenin kullanılması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 252-264.

- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M.M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (pbl) affects high, middle, and low achievers differently: the impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(5), 1089-1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Harman, G. ve Çelikler, D. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının geri dönüşüm kavramı hakkındaki farkındalıkları. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 331-333. <https://doi.org/10.11616/basbed.vi.455855>
- Hart, E. R. (2013). Implementation of aquaponics in education: An assessment of challenges, solutions and success. Master thesis. University of Massachusetts.
- Henriksen, E.K., & Froyland, M. (2000). The contribution of museum to scientific literacy: Views from audience and museum professionals. *Public Understanding of Science*, 9, 393-415. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/9/4/304>
- Hişmi, E. (2022). *STEM etkinliklerinin ilkökul öğrencilerindeki STEM'e ilişkin tutumlar, akademik başarı, problem çözme ve sosyal beceri geliştirme süreci açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Hofstetter, U. (2007). *Aquaponic–ein Unterrichtsmodul über den geschlossenen Kreislauf von Wasser und Nährstoffen*. Term Thesis. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil.
- Hürsoy, P. Ş. ve Demir, R. (2023). Kavram öğretiminde kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerinin ilkökul 2. Sınıf hayat bilgisi ders kitabına yansımaları. *Araştırma ve Deneyim Dergisi*, 8(1), 35-56. <https://doi.org/10.47214/adeder.1253381>
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165/
- İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.
- İnce Besin Tabakası Sistemi – NFT – Toprakvesu.com Bilgi Bankası*. (t.y.). Geliş tarihi 10 Mayıs 2024, gönderen <https://toprakvesu.com/kb/ince-besin-tabakasi-sistemi-nft/>
- Jon Schneller, A., Schofield, C. A., Frank, J., Hollister, E., & Mamuszka, L. (2015). A case study of indoor garden-based learning with hydroponics and aquaponics: evaluating pro-environmental knowledge, perception, and behavior change. *Applied Environmental Education ve Communication*, 14(4), 256-265. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2015.1109487>
- Jones, J. M. (2019). *Urban Youth Agricultural Literacy Impacts of an Educational Experience with the Tennessee State University Mobile Agriculture Classroom and Lab*. Master's thesis. Tennessee State University.
- Junge, R., Bulc, T. G., Anseeuw, D., Yildiz, H. Y., & Milliken, S. (2019). Aquaponics as an educational tool. *Aquaponics Food Production Systems*, 561. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_22
- Junge, R., Wilhelm, S., & Hofstetter, U. (2014). Aquaponic in classrooms as a tool to promote system thinking. *3rd Conference with International Participation-Conference VIVUS, Conference on Agriculture, Environmentalism, Horticulture, Floristics, Food Production and Processing, Strahinj, Naklo, Slovenia, 14–15 November 2014*, 234-244.

<https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/2658>

- Kapan, G. (2019). *7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik devreleri ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Karadüz, E. (2004). Anlam ve kavram ilişkisi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 51-57.
- Karakaya, V. (2022). *Stem ile bütünleştirilmiş sosyal bilgiler (ssstem): Bir karma yöntem araştırması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Kargın, H. ve Bilgüven, M. (2018). Akuakültürde akuaponik sistemler ve önemi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 159-173.
- Kartal Taşoğlu, A. ve Bakaç, M. (2023). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Akademik Başarı ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 52(238), 855-884. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1086365>
- Keçeci, G., Aydın, T., & Kirbag Zengin, F. (2019). The effect of STEM activities on preschool students' scientific process skills. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 10(36), 396-411. <https://doi.org/10.35826/ijoes.2400>
- Keleş, P. U. ve Keleş, M. İ. (2018). İlkokul 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin geri dönüşüm kavramı ile ilgili algıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2), 481-498. <https://doi.org/10.17556/erziefd.404816>
- Kızılay, E., Yamak, H. ve Kavak, N. (2020). STEM kariyerlerini seçmeyi düşünen kadın öğrenci profillerinin analizi. *Uluslararası Müfredat ve Öğretim Dergisi*, 12 (2), 164-175.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317-333). Cambridge University Press. https://knilt.arcc.albany.edu/images/4/4d/PBL_Article.pdf <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.020>
- Kurt, M. (2019). *STEM uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve STEM'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Kurtuluş, M. A. (2019). *STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Alaaddin Keykubat Üniversitesi.
- Laçın Şimşek, C. (Ed.) (2011). *Okul Dışı Öğrenme Ortamları ve Fen Eğitimi. Fen Öğretiminde Okul Dışı Öğrenme Ortamları*. 1. Baskı, Pegem Akademi Yayıncılık.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Establishing trustworthiness. In *Naturalistic inquiry* (pp. 289-327). Sage Publications.
- Lou, S. J., Shih, E. C., Diez, C. R., ve Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8>
- Martin, L. M. (2004). An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education*, 88(S1), 71-82. <https://doi.org/10.1002/sce.20020>
- Megep. (2008). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), Bahçecilik, Hidroponik Sistemler, Ankara.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2023). Resmi İstatistikler. 10.05.2024 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=K> adresinden erişilmiştir.

- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2009). *Niteliksel araştırma: Tasarım ve uygulama kılavuzu*. Jossey- Bass, San Francisco.
- Micallef, A., & Newton, P. M. (2022). The use of concrete examples enhances the learning of abstract concepts; a replication study. *Teaching of psychology*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/00986283211058069>
- Mikkelsen, B. E., & Toth, V. (2018, April 9-10). *Aquaponics in the classroom: Integrating STEM education and food literacy training in an elementary school*. Final Conference: Aquaponics: From Science to Practice, University of Greenwich, London, UK. https://www.capfoods.aau.dk/digitalAssets/384/384915_posterrevised.pdf
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2023). *Matematik ve bilim uygulamaları öğretim programı*. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/2023112323349773-Matematik%20ve%20Bilim%20Uygulamalar%C4%B1%20D%C3%96P.pdf>
- Minner, D. D. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Monk, K. I., Norwood, J. S., & Guthrie, M. J. (2000). Effectiveness of the southwest dairy center mobile classroom in promoting agricultural literacy. *Texas Journal of Agriculture and Natural Resources*, 13, 8-13.
- Mukherjee, S. (2013). Concept Note: Aquaponic Systems and Technologies. *Sankalpa Research Center*. <https://www.scribd.com/doc/295088981/Concept-note-Aquaponic-systems>
- Nantsou, T. P., & Tombras, G. S. (2022). Basit uygulamalı deneylerle iklim değişikliği üzerine STEM laboratuvarı. *2022 IEEE Küresel Mühendislik Eğitim Konferansı (EDUCON)* (s.249-256). IEEE.
- Nakiboğlu, C. (2008). Using word associations for assessing nonmajor science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chem. Educ. Res. Pract*, 9, 309-322. <https://doi.org/10.1039/B818466F>
- National Academy of Engineering and the National Research Council. (2009). *K-12 engineering education: Understanding the status and improving prospect*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://www.nae.edu/69747/A-Framework-for-K12-Science-Education-Looking-Toward-the-Future-of-Science-Education>
- Nelson, R. (2008). *Aquaponic food production: Raising fish and plants for food and profit*. Nelson and Pade, Inc.
- Okur, A. (2015). *Gelecek ticari kentsel tarımda mı?* Yalın Enstitü Derneği. 10.05.2024 tarihinde <https://www.lean.org.tr/author/yalinenstitu/page/32/> adresinden erişilmiştir.
- Okudur, E. (2018). Durgun su kültüründe kırmızı kıvrıkcık marul yetiştiriciliğinde üç farklı şekilde verilen gübrelemenin verim ve kalite parametrelerinin araştırılması. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 394-399.
- Ong, ET, Luo, X., Yuan, J., & Yingprayoon, J. (2020). Çin'deki fen öğretmenleri için stem tabanlı 5E sorgulama öğrenme modelinin kullanımında profesyonel gelişim programının etkinliği. *Science Education International*, 31(2), 179-184. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i2.7>
- Öner, N. (1991). *Klasik mantık*. Ankara: AÜ İlahiyat Fak. Yayınları.
- Özatlı, N. S. ve Bahar, M. (2010). Öğrencilerin boşaltım sistemi konusundaki bilişsel yapılarının yeni teknikler ile ortaya konması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 9-26.
- Öztaş, F. (2005). Lise 9. Sınıf öğrencilerinin madde döngüsü ve enerji akışı ile ilgili görüşlerinin

saptanmasına yönelik bir araştırma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 381-390.

- Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2), 299-307. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031268.72848.6d>
- Patchen, A. K., Zhang, L., & Barnett, M. (2017). Growing plants and scientists: Fostering positive attitudes toward science among all participants in an afterschool hydroponics program. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 279-294. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9678-5>
- Patton, M. Q. (2018). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. (M. Bütün & S. Demir, Çev. Eds.). Pegem Akademi (Orijinal eserin basım tarihi 2014).
- Perkins, L. M., & Stoycheva, D. (2016). Preschoolers explore greenhouses by visiting a greenhouse, making a model, and growing plants. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*, 1(1), 18-26.
- Posner, G. J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Ragan, T. J., & Smith, P. L. (1999). *Instructional design*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Rakocy, J. E., Masser, M., & Losordo, T. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics-Integrating fish and plant culture. *SRAC Publication*, 454.
- Sanjaya, I. G. M. (2018). Termokimya öğrencilerinin öğrenme çıktılarını iyileştirmek için öğrenme döngüsü 5E model tabanlı stem kullanılarak öğrenme materyalinin geliştirilmesi. *Journal of Physics: Conference Series* (Cilt 1006, No. 1, s. 012039). IOP Publishing.
- Sarif, S. M., Samah, R., & Applanaidu, S. D. (2023). A mobile learning application to foster sustainable agriculture through hydroponics: Development and usability testing. *Journal of Information System and Technology Management*, 8(33), 269-285. <https://doi.org/10.35631/JISTM.833020>
- Schaefer, M. R., Sullivan, J. F., & Yowell, J. L. (2003). Standard-based engineering curricula as a vehicle for K– 12 science and math integration. *Frontiers in Education*, 2, 1-5. <https://doi.org/10.1109/FIE.2003.1264720>
- Schunk, D. H. (2014). *Eğitimsel bir bakışla öğrenme teorileri* (M. Yasin Demir, K. Celasun, Z. Hayal Kaçkar, E. Üzümcü, & B. Evrim Şahin, Çev.). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Selvi, M., & Yıldırım, B. (2024). STEM öğretme-öğrenme modelleri: 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme ve STEM SOS modeli. In S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM+A+E eğitimi* (s. 203–236). Pegem Akademi.
- Senemoğlu, N. (2011). College of education students' approaches to learning and study skills. *Education & Science*, 36(160), 65-80.
- Shaharuddin, W. Y. W., Hashim, H., Abas, M. A., Hassin, N. H., Karim, M. F. A., Hussin, H., & Hambali, K. (2022). Students' knowledge in science: an evaluation via hydroponic kit. *Pertanika Journal of Social Sciences ve Humanities*, 30(4). <https://doi.org/10.47836/pjssh.30.4.16>
- Siew, M. N., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-4-8>
- Sigmon, B. S. (2014). *Effectiveness of a farm field trip*. Master's Thesis. Kentucky University.
- Silverman, D. (2013). *Doing qualitative research: A practical handbook*. (4. Baskı). Sage.

- Smit, E. L., Blakeslee, T. D., & Anderson, C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 111-126. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300202>
- Synder, L. U., Micklebart, M. V., & Eylands, V. (2012). Öğrencilerin honduras'ın roatán adası'ndaki hidroponik ve yerel pazarlara ilişkin deneyimsel öğrenimi. *Uluslararası Tarım ve Yayım Eğitimi Dergisi*, 19 (1), 54-63. <https://doi.org/10.5191/jiaee.2012.19107>
- Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., & Lovatelli A., 2014. Small-scale aquaponic food production Integrated fish and plant farming. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 589. ISSN 2070-7010.
- Sonmez, D., & Lee, H. (2003). Problem-based learning in science. *ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education*, Columbus, OH.
- Stewart, R. (2011). *Cultivating a farm experience: perceptions of field trips to educational farms*. Master's Thesis. Cornell University
- Suwandari, L., Stiadi, E. S. A., Irawan, F., Mufidah, J., & Zimbaran, S. W. A. (2023). The ability to learn the skills of planting spinach hydroponic wick system for mild mental retardation children class vii in SLB BC Bina Kasih Bandung City, *Baltic Journal of Law ve Politics*, 16(3),1087-1095.
- Şahin, Ç. (2010). *İlköğretim 8. sınıf "kuvvet ve hareket" ünitesinde "zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline göre rehber materyaller tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Şahin, A. ve Top, N. (2015). STEM students on the stage (SOS): promoting student voice and choice in stem education through an interdisciplinary, standards-focused, project based learning approach, *Journal of STEM Education*, 16(3), 24-31.
- Şahin, F. ve Yazgan, B. S. (2013). Araştırmaya dayalı sınıf dışı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 3 (3), 107-122.
- Şanlı, M. (2019). *STEM eğitim uygulamalarının öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumları ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi], Gazi Üniversitesi.
- Şenocak, E. ve Taşkeselgil, Y. (2005). Probleme dayalı öğrenme ve fen eğitiminde uygulanabilirliği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 359-366.
- Şimşek, C. L. (2011). *Fen öğretiminde okul dışı öğrenme ortamları*. Pegem Akademi.
- Taghisoylu, R. (2022). Nitel bir araştırma tekniği olarak: Durum çalışması. *Social Mentality and Researcher Thinkers Journal (Smart Journal)*, 6(33), 1161-1167. <https://doi.org/10.31576/smryj.556>
- Thompson, K. R., Webster, C. D., Pomper, K. W., & Krall, R. M. (2023a). Use of a project-based aquaponics curriculum in rural Kentucky school districts increases secondary students' understanding of ecosystems. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 19(3), e2313. <https://doi.org/10.29333/ijese/13687>
- Thompson, K. R., Webster, C. D., Pomper, K. W., & Krall, R. M. (2023b). Use of aquaponics project-based environments to improve students' perception of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) disciplines and career pathways. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 19(2), e2309. <https://doi.org/10.29333/ijese/13102>
- Tok, G., Cebesoy, Ü. B. ve Bilican, K. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının iklim değişikliği farkındalıklarının incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 23-36.

Top, N. ve Şahin, A. (2015). Bunu gerçekleştirin: Yeni bir öğretim stili üzerine bir çalışma, öğrencileri Öğrencilerin STEM bilgisini ve ilgisini artırmak için aşama (SOS). Şahin A. (Ed.), A STEM öğretiminin uygulamaya dayalı modeli (s. 43-61). Sense Yayıncılar.

Türk Dil Kurumu. (2009). *Türkçe Sözlük*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları

Tsai, H. W. (2007). A study of STEM instructional model applied to science and technology in junior high school □ Unpublished doctoral dissertation □. *National Pingtung University of science and Technology*, Taiwan.

Uğraş, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri [Preschool teachers' views about STEM applications]. *The Journal of New Trends in Educational Science*, 1(1), 39-54.

URL-1: (<https://grow.cals.wisc.edu/deprecated/food-systems/undergrad-helps-teach-orphans-about-hydroponic-farming>)

URL-2: (<https://www.rappler.com/philippines/visayas/group-students-using-hydroponics-farming-technology-cebu/>)

URL-3: (<https://www.carsifu.my/news/caltex-fuel-your-school-campaign-provides-smart-aquaponics-systems>)

URL-4: (<https://www.bizcommunity.com/Article/196/358/167137.html>)

URL-5: (<https://yakincag.com.tr/haber/15568502/cocuklar-hem-beceri-kazaniyor-hem-de-uretime-yonleniyor>)

URL-6: (<https://www.bthaber.com/topraksiz-tarimda-universite-belediye-is-birligi/>)

Uslu, O. (2019). *Akuaponik üretim sisteminde bitkilerin su kalitesi üzerindeki etkileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

Uzunöz, A. ve Akbaş, Y. (2011). Kavramsal değişim yaklaşımına dayalı coğrafya öğretimi: Bir uygulama örneği. *Education Sciences*, 6 (2), 1659-1678.

Uzunöz, A., Aktepe, V., ve Özağaçhanlı, Z. (2020). Sosyal Bilgiler Öğretmen Adaylarının Tasarruf Değerine İlişkin Metaforik Algıları. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 10(1), 36-51. <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.659945>

Uyanık, S. (2021). *Ortaokul öğrencilerine sosyobilimsel konu temelli çevrimiçi STEM eğitime yönelik örnek bir tasarım geliştirilmesi ve değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.

Velazquez-Gonzalez, R. S., Garcia-Garcia, A. L., Ventura-Zapata, E., Barceinas-Sanchez, J. D. O., & Sosa-Savedra, J. C. (2022). A review on hydroponics and the technologies associated for medium-and small-scale operations. *Agriculture*, 12(5), 646. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050646>

Viktor, T. (2018). Aquaponics in the classroom: The potentials of implementing an aquaponics system in elementary schools in order to forward STEM education [Unpublished master's thesis]. Greenwich University.

Wardlow, G. W., Johnson, D. M., Mueller, C. L., & Hilgenberg, C. E. (2002). Enhancing student interest in the agricultural sciences through aquaponics. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, 31(1), 55-58. <https://doi.org/10.2134/jnrlse.2002.0055>

Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.

- Yalçın, N. ve Akbulut, E. (2021). STEM eğitimi ve STEM perspektifinde robotik kodlama eğitimlerinin incelenmesi: Kızılcahamam kodluyor örneği. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(2), 469-490.
- Yel, Ümit. (2023). Ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği kavramına yönelik metaforik algıları. *Journal of Anatolian Cultural Research (JANCR)*, 7(1), 49-75.
- Yıldırım, B. (2018). STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 42-53.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (5. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). Investigating the effect of STEM education and engineering applications on science laboratory lectures. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B. ve Selvi M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13 (2), 183-210. <https://doi.org/10.17244/eku.310143>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications* (6. Edition). California: Sage Publications.
- YÖK/Dünya bankası. (1997). *Fizik öğretimi*. Ankara: Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.

8. EKLER

EK 1. Etik Kurul Onayı



Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Nilay TAŞTAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Sayın Nilay TAŞTAN,

“Sürdürülebilir Akuaponik ve Hidrofonik Sistem Etkinliklerinin Değerlendirilmesi” adlı İnsan Araştırmaları Etik Kuruluna yapmış olduğunuz başvurunuz (Protokol NO. 2023/332) kurulumuzun 07.08.2023 tarihli ve 2023/06 toplantısında değerlendirilerek etik olarak uygun bulunmuştur. Bilgilerinize sunarız.

Prof. Dr. Hamit COŞKUN (Başkan)

Prof. Dr. Mehmet ERYİĞİT (Üye)

Prof. Dr. Altay EREN (Üye)

Prof. Dr. H. Birol YALÇIN (Üye)

İzinli

Doç. Dr. Seval ALKOY (Üye)

Doç. Dr. Abdullah DURAKOĞLU (Üye)

İzinli

Av. Zühal Demirci (Üye)

EK 2. İzin Belgesi



T.C.
URLA KAYMAKAMLIĞI
İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü
80. Yıl Gazi Ortaokulu



Sayı : E-50482181-150.99-88346001
Konu : Nilay TAŞTAN
(Tez Çalışması)

30.10.2023

Sayın Nilay TAŞTAN

İlgi : Nilay TAŞTAN'a ait 26/10/2023 tarih ve 88133392 sayılı Dilekçe

İlgi dilekçenizde belirttiğiniz Sürdürülebilir Akuaponik ve Hidroponik Sistem Etkinliklerinin Değerlendirilmesi adlı tez çalışmanızı okulumuzda yapmanızda engel görülmemektedir.
Bilgilerinizi rica ederim.

Dilek TEKİÇ
Okul Müdürü

EK 3. İzin Belgesi



T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-12018877-604.01.02-90357685
Konu : Araştırma İzni

23/11/2023

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarihli ve 81576613-10.06.02-E.1563890 sayılı yazısı (Genelge 2020/2).
b) Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Rektörlüğünün 16.10.2023 tarihli ve 52018 sayılı yazısı.

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Programı öğrencisi Nilay TAŞTAN' ın, "Sürdürülebilir Aquaponik ve Hidrofonik Sistem Etkinliklerinin Değerlendirilmesi" konulu tez çalışmasını Müdürlüğümüz Urla ilçesine bağlı Urla 80.Yıl Gazi Ortaokulunda uygulama isteği ilgi (b) yazıda belirtilmektedir.

Söz konusu ölçeklerin uygulanmasının yukarıda belirtilen okulda 2023-2024 eğitim öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumu yöneticilerinin uygun gördüğü şekilde yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde Olur'larınıza arz ederim.

Dr. Ömer YAHŞİ
Millî Eğitim Müdürü

OLUR
Dr. Fatih KIZILTOPRAK
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek: Anket Formları (15 Sayfa)

Adres : Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 konak/ İZMİR

Telefon No : 0 (232) 280 36 31
E-Posta: strateji35_1@meb.gov.tr
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Bilgi için: Duda ALP Bilgisayar İşletmeni

Unvan : Bilgisayar İşletmeni

İnternet Adresi: Faks:



EK 4. Yapılandırılmış Açık Uçlu Soru Formu

Topraksız Tarıma Yönelik Öğrenci Görüşlerini Belirleme Formu

Soru 1. Sizce geleceğin tarımı nasıl olacaktır? Açıklayınız.

Soru 2. Sizce topraksız tarım olur mu? Açıklayınız.

Soru 3. Sizce sadece su ile tarım olur mu? Açıklayınız.

Soru 4. Topraksız tarımın yapıldığını varsayarsak, bu tarımı sağlık açısından değerlendirebilir misiniz?

Soru 5. Topraksız tarımın yapıldığını varsayarsak, bu tarımı avantajları ve dezavantajları açısından değerlendirebilir misiniz?



EK 5. Yapılandırılmış Açık Uçlu Soru Formu

Topraksız Tarım Çilek Serası Eğitim Gezisine Yönelik Öğrenci Görüşlerini Belirleme Formu

Soru 1. Yapılan gezide en çok neyi/neleri beğendiniz?

Soru 2. Yapılan gezide sizi en çok ne/neler etkiledi, dikkatinizi çekti?

Soru 3. Yapılan gezide sizi en çok ne/neler şaşırttı?

Soru 4. Yapılan gezide ne/neler hoşunuza gitmedi, beğenmediniz?

Soru 5. Yapılan gezide neler öğrendiniz?



EK 6. Yapılandırılmış Açık Uçlu Soru Formu

Akuaponik ve Hidroponik Sistem STEM Etkinliklerine Yönelik Öğrenci Görüşlerini Belirleme Formu

Soru 1. Topraksız tarım sistemlerine yönelik düşünceleriniz uygulama öncesi ve sonrası nasıl değişmiştir?

Soru 2. Topraksız tarım sistemlerine yönelik sizi olumlu ve olumsuz yönde etkileyen süreçler nelerdir?

Soru 3. Topraksız tarım sistemlerine yönelik yapmış olduğunuz uygulamalar hangi fen bilimleri konularının öğrenilmesine yardımcı olmuştur?

Soru 4. Yapmış olduğunuz topraksız tarım uygulamaları ile bilim alanı arasında bir ilişki kurabiliyor musunuz?

Soru 5. Yapmış olduğunuz topraksız tarım uygulamaları ile teknoloji alanı arasında bir ilişki kurabiliyor musunuz?

Soru 6. Yapmış olduğunuz topraksız tarım uygulamaları ile mühendislik alanı arasında bir ilişki kurabiliyor musunuz?

Soru 7. Yapmış olduğunuz topraksız tarım uygulamaları ile matematik alanı arasında bir ilişki kurabiliyor musunuz?

EK 7. Kelime İlişkilendirme Testi

rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Akuaponik Sistem 2. Akuaponik Sistem 3. Akuaponik Sistem 4. Akuaponik Sistem 5. Akuaponik Sistem 6. Akuaponik Sistem 7. Akuaponik Sistem 8. Akuaponik Sistem 9. Akuaponik Sistem 10. Akuaponik Sistem	rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Geri Dönüşüm 2. Geri Dönüşüm 3. Geri Dönüşüm 4. Geri Dönüşüm 5. Geri Dönüşüm 6. Geri Dönüşüm 7. Geri Dönüşüm 8. Geri Dönüşüm 9. Geri Dönüşüm 10. Geri Dönüşüm	rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Tasarruf 2. Tasarruf 3. Tasarruf 4. Tasarruf 5. Tasarruf 6. Tasarruf 7. Tasarruf 8. Tasarruf 9. Tasarruf 10. Tasarruf
rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Gübre 2. Gübre 3. Gübre 4. Gübre 5. Gübre 6. Gübre 7. Gübre 8. Gübre 9. Gübre 10. Gübre	rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Küresel İklim Değişikliği 2. Küresel İklim Değişikliği 3. Küresel İklim Değişikliği 4. Küresel İklim Değişikliği 5. Küresel İklim Değişikliği 6. Küresel İklim Değişikliği 7. Küresel İklim Değişikliği 8. Küresel İklim Değişikliği 9. Küresel İklim Değişikliği 10. Küresel İklim Değişikliği	rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Azot Döngüsü 2. Azot Döngüsü 3. Azot Döngüsü 4. Azot Döngüsü 5. Azot Döngüsü 6. Azot Döngüsü 7. Azot Döngüsü 8. Azot Döngüsü 9. Azot Döngüsü 10. Azot Döngüsü
rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Madde döngüsü 2. Madde döngüsü 3. Madde döngüsü 4. Madde döngüsü 5. Madde döngüsü 6. Madde döngüsü 7. Madde döngüsü 8. Madde döngüsü 9. Madde döngüsü 10. Madde döngüsü	rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Sürdürülebilir Kalkınma 2. Sürdürülebilir Kalkınma 3. Sürdürülebilir Kalkınma 4. Sürdürülebilir Kalkınma 5. Sürdürülebilir Kalkınma 6. Sürdürülebilir Kalkınma 7. Sürdürülebilir Kalkınma 8. Sürdürülebilir Kalkınma 9. Sürdürülebilir Kalkınma 10. Sürdürülebilir Kalkınma	rumuz: _____ Sınıf: _____ Yaş: _____ 1. Tarım 2. Tarım 3. Tarım 4. Tarım 5. Tarım 6. Tarım 7. Tarım 8. Tarım 9. Tarım 10. Tarım

EK 8. Ön Kelime İlişkilendirme Testi Kelime Frekans Tablosu

Anahtar Kelimeler										
Üretilen kelimeler	AkuaponikSistem	HidroponikSistem	Azot Döngüsü	Tarım	Sürdürülebilir Kalkınma	Madde Döngüsü	Geri Dönüşüm	Tasarruf	Gübre	Küresel İklim Değişikliği
Ahır Hayvanları	-	-	-	2	-	-	-	-	5	-
Akuapark	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atık	1	-	-	-	1	2	7	4	6	-
Azot	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Bağırsaklar	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
Balık Türü	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Bitki	-	-	1	1	1	2	1	-	9	1
Bitki Büyütme	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Cam Eşyalar	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
Canlı	-	-	-	2	-	-	-	1	1	-
Çevre	1	1	-	-	-	1	5	2	-	-
Çiçek	-	-	-	7	1	-	-	-	3	-
Çiftçilik	-	-	-	6	-	-	-	-	2	-
Çöp	-	-	1	-	1	-	10	1	1	3

Çöp Kutuları	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
Deney	3	2	-	-	-	1	-	-	-	-
Deniz	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Doğa	-	-	-	-	1	1	4	-	3	-
Doğal Afetler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Doğal Gaz	-	-	1	-	-	-	-	3	-	-
Düzenli Kullanmak	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Elektrik	-	-	-	-	1	-	-	9	-	-
Elektrik Su İsrafı	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
Emek	-	1	-	3	2	-	-	1	-	-
Emekleme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enerji ve Üretimi	1	1	-	1	1	1	-	2	-	2
Farkındalık	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-
Fidan-Fide	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-
Gaz	-	1	-	-	-	2	-	1	-	-
Geri Dönüşüm Kutuları	-	-	-	-	-	1	5	-	-	1
Gezegenerler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Gübre	-	-	-	3	1	2	1	-	-	-
Güneş ve Işığı	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2
Hava Değişimi	-	-	-	-	-	1	-	-	-	9
Havuz	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hayat	-	-	-	-	-	1	1	1	-	2
Hayvan	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
Işık	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
İhtiyaç	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-
İnsanlar	-	-	-	-	1	-	2	1	2	4
İşaretler	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Kâğıt	-	-	-	-	-	1	10	1	-	-

Kalkınma	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
Karton	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Kirli	-	-	1	2	-	-	5	1	-	3
Kuş	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
Mazot Döngü-Mazot-Benzin	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Metal	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Mevsimler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Meyve Ağacı	-	-	1	9	1	2	4	3	8	-
Meyve	-	-	-	13	-	1	-	-	1	-
Mide	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-
Mineral	-	-	-	-	1	-	-	2	2	-
Motor	-	1	2	-	-	-	-	-	-	3
Mutluluk	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-
Nefes Alıp-Verme	-	2	1	-	-	-	-	-	-	1
Okyanus	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Para	-	-	-	1	-	-	-	6	3	-
Hayvan Dışkısı	-	-	-	-	-	1	3	-	21	-
Plastik Atık	-	-	-	-	-	1	9	1	-	-
Sağlık	-	-	2	2	1	1	1	1	-	-
Zaman	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-
Sebze Meyve Kalıntısı	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Sebze	-	-	-	15	-	1	-	-	-	-
Sıcak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Soğuk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Su	6	1	-	9	-	10	-	13	2	-
Su Kaydıracağı	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Su Tükenmesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Sulama	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Sürdürme-Sürmek-Sürtünmek	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
Şehirleşme	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
Tarım	1	1	-	-	-	2	1	-	5	2
Tarım Aletleri	-	-	-	11	-	-	-	-	2	-
Tarla	-	1	-	3	-	-	-	-	1	-
Teknolojik Aletler	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
Temizlemek	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
Tohum	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Toprak Bakımı (İlaç-Vitamin)	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Toprak	-	-	-	22	1	2	-	1	5	1
Ülkeler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Yemek	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Yeniden Kullanım	1	1	1	-	2	-	3	6	1	-
Yetiştirme-Yetiştirmek-Üretmek	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Zararlı-Zarar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Zehirli Gazlar	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-

EK 9. Son Kelime İlişkilendirme Testi Kelime Frekans Tablosu

Üretilen kelimeler	Anahtar Kelimeler									
	Akuaponik Sistem	Hidroponik Sistem	Azot Döngüsü	Tarım	Sürdürülebilir Kalkınma	Madde Döngüsü	Geri Dönüşüm	Tasarruf	Gübre	Küresel İklim Değişikliği
Açlık	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Ağaç	-	-	-	2	1	-	5	1	1	-
Akuaponik	-	1	6	5	-	3	-	1	1	-
Akvaryum	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arı	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Atık	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Azot Döngüsü	-	-	5	-	-	13	-	-	-	-
Bakteri	2	-	17	-	1	-	-	-	2	-
Balık Dışkısı	11	-	14	-	-	-	-	-	-	-
Balık	20	-	3	-	-	5	-	-	-	-
Balon Balığı	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8
Benzin-Mazot	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Besin	4	1	1	2	-	-	-	1	5	-
Bitki	7	7	8	14	1	7	2	-	15	-
Boru	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Buğday	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Buzulların Erimesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
Canlı	1	1	3	2	2	1	-	2	3	1

Çevre	-	-	-	1	-	3	1	1	-	-
Çiçek	1	2	1	2	-	1	-	1	1	-
Çiftçi	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Çilek	-	8	-	3	-	-	-	-	-	-
Çölleşme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Çöp	-	-	-	-	-	-	7	1	-	-
Devamlılık	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-
Dışkı	1	-	-	1	-	1	-	-	6	-
Dikkatlilik	-	-	-	-	2	-	-	3	-	-
Doğa	-	-	1	1	1	-	4	1	-	1
Döngü	11	1	8	1	-	5	1	1	1	-
Dünya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Elektrik	-	-	-	-	3	-	-	10	-	-
Enerji	-	-	-	-	2	-	-	3	-	1
Eşya	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-
Ev	-	-	-	-	-	--	-	2	-	-
Fanus	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fasulye	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Fotosentez	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-
Gelecek	-	-	-	-	15	-	-	3	-	9
Gelecek Nesil	-	-	-	-	4	1	1	1	-	-
Geri Dönüşüm	-	-	-	-	4	2	-	4	1	-
Geri Dönüşüm Kutusu	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Gübre	1	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Güneş	-	1	-	1	-	1	-	-	-	4
Hava	-	-	2	2	-	1	-	1	-	3
Hayvan	-	-	5	3	1	1	-	-	4	-

Hayvan Dışkısı	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-
Hayvancılık	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Hidroponik Tarım	-	1	-	13	-	-	-	1	1	-
İklim	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
İklim Değişikliği	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
İlaçlar	4	2	-	2	-	-	-	-	2	-
İsraf	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Kâğıt	-	-	-	-	1	-	11	3	-	-
Karbon	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karbondioksit	1	-	-	1	-	1	-	-	-	7
Kaynak	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-
Kıtlık-Açlık	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 5
Kil Topu	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Kirlilik	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
Kokopit	3	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Kuraklık-Susuzluk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 9
Küresei Isınma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Madde	-	-	2	1	-	6	-	-	-	-
Madde Başkalaşımı	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-
Mantar	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
Marul	9	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Metal	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-
Mevsimsel Değişimi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 2
Mevsimler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Mikrop	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-
Mineraller	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
Oksijen	-	-	1	2	-	4	-	-	-	1

Oksijen Taşı	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orman	-	-	-	2	-	1	2	1	-	-
Otçul	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-
Ölmek	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Para	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-
Plan	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
Plastik-Pet Şişe	-	-	-	-	-	-	12	1	-	-
Sebze Meyve	1	3	-	19	-	-	-	-	-	-
Sera	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-
Sera Etkisi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Sera Gazı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Sıcak-Soğuk Değişimi	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4
Sistem	3	2	1	-	-	-	-	-	-	1
Soba	-	5	-	-	-	-	-	-	-	0
Soğuk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Su	18	8	2	5	8	14	13	15	-	-
Su Motoru	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulama	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-
Susuzluk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Sürdürülebilirlik	-	-	-	-	2	-	-	9	-	1
Şimşek	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Tahta	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
Tarım	-	1	1	-	-	2	-	1	7	-
Tarla	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-
Tasarruf	1	1	1	2	10	-	9	-	1	-
Tohum	2	2	1	9	1	-	-	-	8	-
Toprak	-	-	4	11	1	-	1	2	8	-

Topraksız Tarım	10	18	-	8	-	-	-	-	-	9
Traktör	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Üretim	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-
Yağmur	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-
Yarar	-	-	1	-	2	1	-	-	-	-
Yaşam	-	-	-	-	1	-	2	2	-	1
Yenileme	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-
Yeterli Kullanım	-	-	-	-	1	-	-	10	-	-
Yıldırım	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
Zehirli Gazlar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2