

**T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORTAÖĞRETİM FEN ve MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI**

BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**LİSE ÖĞRENCİLERİNİN KELEBEĞİN YAŞAM DÖNGÜSÜ
BAĞLAMINDA SİSTEM DÜŞÜNME BECERİLERİ**

**Seda ÇAKMAK
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman
Prof. Dr. Musa DİKMENLİ**

Konya - 2019



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Seda ÇAKMAK
	Numarası	148307021004
	Ana Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi
	Bilim Dalı	Biyoloji Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tezin Adı	Lise Öğrencilerinin Kelebeğin Yaşam Döngüsü Bağlamında Sistem Düşünme Becerileri

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

...../...../.....

Öğrencinin
Adı Soyadı İmzası

Seda ÇAKMAK



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Seda ÇAKMAK
	Numarası	148307021004
	Ana Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi
	Bilim Dalı	Biyoloji Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Musa DİKMENLİ
	Tezin Adı	Lise Öğrencilerinin Kelebeğin Yaşam Döngüsü Bağlamında Sistem Düşünme Becerileri

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan “Lise Öğrencilerinin Kelebeğin Yaşam Döngüsü Bağlamında Sistem Düşünme Becerileri” başlıklı bu çalışma 01/07/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı Adı Soyadı	İmza
Danışman	Prof. Dr. Musa DİKMENLİ	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Osman ÇARDAK	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Atilla ARSLAN	

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen, akademik bilgi ve donanımıyla bana her daim örnek olan, yol gösteren yüksek lisans tez danışmanım Prof. Dr. Musa DİKMENLİ ve saygıdeğer hocamız Prof. Dr. Osman ÇARDAK' a öncelikle şahsıma, sonrasında tez çalışmama verdikleri emeklerinden dolayı saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bana bu süreçte güç veren ve bu günlere gelmemde büyük rol oynayan, varlıklarını hayatımın her alanında destekleriyle birlikte hissettiren annem, babam ve kardeşime teşekkürü bir borç bilir, sonsuz şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmam esnasında anketlerimde bulunan sorulara yanıt veren ve bu bulguları elde etmemi sağlayan tüm öğrencilere de en samimi duygularıyla teşekkür ederim.



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Seda ÇAKMAK
	Numarası	148307021004
	Ana Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi
	Bilim Dalı	Biyoloji Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Musa DİKMENLİ
	Tezin Adı	Lise Öğrencilerinin Kelebeğin Yaşam Döngüsü Bağlamında Sistem Düşünme Becerileri

ÖZET

Biyoloji canlıların doğal yapılarını, yaşam döngülerini, gelişim evrelerini ve soyut nitelikli kavramları yoğun olarak inceleyen bir bilim dalıdır. Biyoloji eğitiminde sistem düşünme ise biyolojik objeler süreçler ve sistemlerin teorik özelliklerini temsil eden sistem modelleri arasındaki ilişkiler yumağını doğru bir şekilde düşünme olarak anlaşılabilir. Öğrencilerin bazı bilgilerin kökenini ve zihinsel sürecini doğru bir şekilde analiz etmede sorun yaşadıkları, bilgileri ezbere dayalı olarak öğrendikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerde sistem düşünme becerilerini biyoloji bilimine aktarmada bazı sıkıntılar yaşanması bu araştırmayı yapmamızda büyük bir etken olmuştur. Bundan dolayı lise öğrencilerinde sistem düşünme becerilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin bu becerilerini açık uçlu soru ve çizim teknikleri kullanılarak inceleyen bir araştırma planlanmıştır. Nitel araştırma tekniği kullanılmış, katılımcıların çizimleri içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışma grubu Konya merkez ilçelerde bulunan lise öğrencileridir. Öğrencilere bir açık uçlu soru bir de çizim tekniğini içeren soru yöneltilmiş kavram

yanılgıları, eksik bilgileri ve sistem düşünme becerileri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Sonuçlara göre öğrencilerin bir çoğunun sistem düşünme becerilerini günlük hayatta kullanmalarında problem yaşadıkları, kulaktan dolma bilgileri benimseyebildikleri ve kavram yanılgısı içerisinde oldukları gözlenmiştir. Kelebeklerin yaşam döngülerini analiz etmede eksik kaldıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin bir kısmında ise kısmi sistemi kısmi olarak düşünebilme, eksik bilgilerden ya da yanlış öğrenmelerden dolayı tam olarak sistemi oturtamama problemi belirlenmiştir. Bazı öğrencilerin açık uçlu soruya yanıt vermedikleri, bazı öğrencilerin de çizim sorusunu yapamadıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin açık uçlu soruya ve çizime verdikleri yanıtlar doğrultusunda kavram yanılgıları belirlenmiş ve frekansları alınmıştır. Ayrıca öğrencilerin sistem düşünme becerilerinin tam olduğu kısımlar da belirtilmiş sistem düşünme becerilerine sahip öğrenci çizim ve yanıtları gösterilmiştir.

Soyut kavramların somutlaştırılmasında ve sistem düşünme becerilerinin oluşturulmasında öğretmenlere ve ailelere büyük sorumluluklar düşmektedir. Çünkü sistem düşüncesinin oluşmadığı yerde sistemin zıttı olan kaos görülür. Bunu önlemek için biyoloji bilim dalında analogilerden, görsel materyallerden ve maketlerden, simülasyonlardan faydalanılmalıdır. Öğrencilerde zihinsel haritalamanın olması sağlanmalıdır. Biyoloji dersinin özü hayattır ve hayat sistemli düşünme mekanizmasının içerisinde yer alır biyoloji dersini özüne ne kadar yaklaştırırsak bireye ve dolayısıyla topluma o kadar yarar sağlamış oluruz.

Anahtar Kelimeler: Kavram yanılgısı, sistem düşünme becerisi, kelebeklerin yaşam döngüsü, nitel araştırma



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Seda ÇAKMAK
	Numarası	148307021004
	Ana Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi
	Bilim Dalı	Biyoloji Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Musa DİKMENLİ
	Tezin İngilizce Adı	High school student's systems thinking skills in the context of the life cycle of a butterfly

SUMMARY

Biology is a science that intensively examines the natural structures, life cycles, developmental stages and abstract concepts of living things. In biology education, systems thinking can be understood as thinking correctly the relationships between biological objects processes and system models representing the theoretical properties of systems. It was seen that students had problems in correctly analyzing the origin and mental process of some information and learned the information based on midwifery. In addition, problems in system thinking, skills in biology have been a major factor in conducting this research. Therefore, it is aimed to examine system thinking skills in the context of the life cycle of the butterfly in high school students. Qualitative research technique was used to analyze the content drawings of the participants. Working group High school located in central districts of Konya. An open-ended question and a drawing technique were used to reveal misconceptions, incomplete information, and system thinking skills.

They were found to be incomplete in analyzing the life cycle of butterflies. Teachers and families have great responsibilities in the system and creation of

thinking skills in the concretization of abstract concepts. Because where the idea of the system does not occur, the chaos of the system is lost.

In order to prevent this, analogies, visual materials, models, simulators are used in biology.

Keywords: Misconception, system thinking skills, life cycle of butterfly, qualitative research



İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI	i
YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
TABLolar DIZINI	xi
ŞEKİLLER DIZINI	xii
GRAFİKLER DIZINI	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	2
1.3. Araştırmanın Varsayımları.....	3
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	3
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	4
2.1. Sistem Nedir.....	4
2.1.1. Sistemin Yapısı	5
2.1.1.1.Alt sistem-üst sistem.....	8
2.1.2.Sistem Çeşitliliği.....	14
2.1.2.1.Basit ve Karmaşık Sistemler.....	14
2.1.2.2.Soyut ve Somut Sistemler.....	15
2.1.2.3.Statik ve Dinamik Sistemler	16
2.1.2.4.Doğal ve Yapay Sistemler	16
2.1.2.5.Kapalı ve Açık Sistemler	16
2.1.3.Sistemin Gerekliliği : Sistem Olmasa Kaos Olurdu	18
2.2. Sistem Düşüncesi	19
2.2.1. Felsefi Alt Yapısı ve Tanımı.....	19
2.2.2. Sistem Düşüncesinin Temel Fayda ve Görevleri.....	26
2.2.3. Sistem Düşüncesinden Temel Alan Diğer Bazı Yaklaşımlar	28
2.2.4. Sistem Düşüncesi Çerçevesinden Dünyaya Bakış.....	29
2.3. Biyolojik Sistemler ve Biyolojide Sistem Düşüncesi	31
2.3.1. Biyolojik Bir Sistem Olarak “Hücre”	35
2.3.2. Sistem Biyolojisi (Systems Biology).....	37
2.4. Eğitimde Sistem Düşüncesi	38

2.4.1. Eğitimde Sistem Düşüncesi Bileşenleri, Özellikleri ve Becerileri	41
2.4.2. Biyoloji Eğitiminde Sistem Düşüncesinin Yeri.....	47
2.4.3. Biyolojik Mantık.....	49
3.KELEBEKLER VE YAŞAM DÖNGÜLERİ.....	52
3.1.Kelebeklerin Genel Özellikleri	52
3.1.1. Kelebeğin Dört Aşamalı Yaşam Döngüsü.....	53
3.1.1.1. Yumurta Dönemi	53
3.1.1.1.1. Döllenme.....	54
3.1.1.1.2.Yumurtlama	54
3.1.1.1.3.Besin bitkisi tercihleri	54
3.1.1.1.4.Küme Halinde Yumurta Bırakma	54
3.1.1.1.5.Olgunlaşma	55
3.1.1.1.6.Yumurtadan çıkma.....	55
3.1.1.2. Larva Dönemi(Tırtıl)	55
3.1.1.3.Krilazit Dönemi (Pupa).....	55
3.1.1.4. Yetişkinlik Dönemi (Kelebek Dönemi).....	56
3.1.2. Kelebeklerin Habitat istekleri	56
3.1.3 Kelebeklerin Besin istekleri.....	56
3.1.4. Su istekleri	57
3.1.5.Sıcaklık istekleri.....	57
3.1.6 Ekolojik işlevleri.....	57
3.1.7. Kelebekleri tehdit eden faktörler	58
4.YÖNTEM.....	59
4.1. Çalışma Grubu	59
4.2. Verileri Toplama Araçları.....	59
4.3. Verilerin Analizi ve Yorumlanması.....	60
4.3.1. Yaz mevsiminde çevremizde uçarken sıkça gördüğümüz kelebeklerin kış mevsiminde ortadan kaybolup, bahar aylarının gelmesiyle birlikte tekrar ortaya çıkıp uçuyor olmalarının sebebi sizce ne olabilir? Açıklayınız. Açık uçlu sorusuna verilen yanıtların analiz edilmesi	61
4.3.2. Kelebeğin yaşam döngüsünü bir şekil çizerek gösteriniz ve çizdiğiniz şekli açıklayınız. Çizim sorusuna verilen yanıtların analiz edilmesi.....	67
5. BULGULAR.....	77
5.1.Açık Uçlu Soruya Verilen Cevaplardan Elde Edilen Bulgular.....	77

5.2. “Kelebeğin yaşam döngüsünü bir şekil çizerek gösteriniz ve çizdiğiniz şekli açıklayınız.” Şeklinde Sorulan Çizim Sorusundan Elde Edilen Bulgular.....	78
5.3. Açık Uçlu Soru ve Çizim Tekniğinden Elde Edilen Bulgularla Tespit Edilen Kavram Yanılgıları.....	80
6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKÇA.....	90
7. EKLER.....	103
ÖZGEÇMİŞ.....	103



TABLULAR DIZINI

Tablo 1. Analizci Yaklaşım İle Sentezci Yaklaşım Arasındaki Farklar (Hester ve Adams, 2013: 312).....	22
Tablo 5.1. Açık uçlu soru kategorileri, frekansları ve oranları (%).....	77
Tablo 5.2. Çizimlerin kategorileri, frekansları (f) ve yüzdeleri (%).....	79
Tablo 5.3. Öğrencilerin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında sistem düşünme becerileri ile ilgili kavram yanılgılarının frekans (f) ve yüzdeleri (%).....	81



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Kelebeklerin genel yapısı (Anonim, 2019).....	53
Şekil: 4.2. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen açıklamalar (K-564).....	63
Şekil: 4.3. Kavram yanılgısı içeren açıklamalar (K-115).	63
Şekil: 4.4. Kavram yanılgısı içeren açıklamalar (K-183).	63
Şekil: 4.5. Kavram yanılgısı içeren açıklamalar (K-587).	64
Şekil: 4.6. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar (K-87).	64
Şekil: 4.7. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar (K-305).	65
Şekil: 4.8. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar (K-586).	65
Şekil: 4.9. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar (K-599).	65
Şekil: 4.10. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-24).....	66
Şekil: 4.11. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-560).....	66
Şekil: 4.12. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-565).....	67
Şekil: 4.13. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-573).....	67
Şekil: 4.14. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-576).....	67
Şekil: 4.15. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-60).	69
Şekil: 4.16. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-144).	70
Şekil: 4.17. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-169).	70
Şekil: 4.18. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-200).	71
Şekil: 4.19. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-226).	71
Şekil: 4. 20. Kavram yanılgısı içeren çizimler (K-37).....	71
Şekil: 4.21. Kavram yanılgısı içeren çizimler (K-43).....	72
Şekil: 4.22. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-8).....	72
Şekil: 4.23. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-9).....	73
Şekil: 4.24. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-44).....	73

Şekil: 4.25. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-59).....	73
Şekil: 4.26. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-120).....	74
Şekil: 4.27. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-71).	74
Şekil: 4.28. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-486).	75
Şekil: 4.30. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-599).	76
Şekil: 5.2. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-536).	80



GRAFIKLER DIZINI

Grafik 6.1. Açık uçlu soru kategorileri ve frekansları (f)	82
Grafik 6.2. Açık uçlu soru kategorileri ve yüzdeleri (%)	83
Grafik 6.3. Çizim sorusu kategorileri ve frekansları (f).....	84
Grafik 6.4. Çizim sorusu kategori ve yüzdeleri (%)	85
Grafik 6.5. Kavram yanılgıları frekansı (f).....	86



1. GİRİŞ

Eğitim bireylerde sistematik olarak kendi yaşantısı ve kasıtlı kültürlenme yolu ile istendik davranış değişikliklerini meydana getirme süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım içerisinde belki de üzerinde en çok durulması gereken kavram ise eğitimdeki olayların anlık olmadığını ve zaman içerisindeki akışını kasteden süreç kelimesi ve karşılıklı ilişkiyi belli kurallara göre işleyen mekanizmayı belirten sistematik szcgdr.

Sistem kavramı çevreden köken alan hayatın içinden beslenen ve dünya düzenini oluşturan bir kavramdır. Sistem kelimesi hem fen bilimlerinde hem de sosyal bilimler içerisinde oldukça fazla kullanılan ve günlük hayatta da birçok alanda yer edinen bir yapıdır. Günümüze kadar öğrencilerin okulda, çalışanların iş yaşamında ve bireylerin sosyal yaşamlarında çok yaygın olarak kullandıkları sistem kavramı hakkında birçok araştırma yapılmakla birlikte sistem yaklaşımsal olarak da ele alınmıştır. İlk, orta ve yükseköğrenim düzeyindeki öğrencilerin sistem düşünme becerileri ve bu beceriyi yaklaşım haline getirebilmeleri konusunda belli araştırmalar yapılmıştır. Yapılan alışmalar bireylerin sistem düşünebilme ve hayatın rutininde bile var olan sistematığı kavrayamama gibi sorunları olduğunu göstermektedir.

Bireyler düzeni ve ahengi yakalama eğilimindedirler. Lise düzeyindeki ğrencilerinde ise zihinsel kurgulama ya da bir sisteme oturtma düşüncesinden ziyade var olan bilgilerle, çevreden gelen tepkilere göre düşünme ve hareket etme eğilimi daha çok görülmektedir. Bazı ğrenciler düşüncelerini sistematikleştirmeden, zihinlerinde bir harita oluşturmadan öğrenebilme amacıyla hareket etmektedirler. Çevreden, öğretmenden ya da bireysel sebeplerden kaynaklanan eksik ve hatalı öğrenmeler sistem düşünme becerilerinin gelişmesine engel olmaktadır.

Dünyamız birçok eşsiz özelliği olan canlı türüne ev sahipliği yapmaktadır. Bunlardan birisi de kelebeklerdir ve kelebekler yaşam döngüleri, kanat yapıları, beslemeleri, üremeleri, yaşadıkları habitatlar vb. zelliklerinden dolayđ her zaman ilgi çekici bulunmuş ve bireyleri kelebekleri araştırmaya itmiştir. Doğada her alanda sistem var olduğu gibi kelebeklerde de sistematik algısı daha iyi anlaşılabilmektedir. Fakat bazı öğrenciler sistem düşünme becerilerini günlük hayata aktarmada problem yaşayabilmekte ve anlamlı öğrenmeyi gerekleştirememektedirler.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın genel amacı, lise öğrencilerinin sistem düşünme becerilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda şu sorulara cevap aranacaktır:

1-Lise öğrencilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında, sistem düşüncesi algıları nasıldır?

2-Lise öğrencileri kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında, sistem düşüncesinin bilişsel bileşenleri arasında ne tür ilişkiler kurmaktadır?

3-Lise öğrencilerinin kelebeğin yaşam döngüsü hakkında yanlış öğrenmeleri ve eksik bilgileri var mıdır?

4-Lise öğrencilerinin biyolojide sistem düşünme becerilerinin belirlenmesinde çizim tekniği kullanılabilir mi?

1.2. Araştırmanın Önemi

Atom, molekül, organel, hücre, doku, organ, organizma, tür, populasyon, ekosistem, biyosfer, evren gibi karmaşık ve hiyerarşik süreçler biyolojik sistemlere en güzel örneklerdir. Madde döngüleri, yaşam döngüsü, döl almaşı gibi kavramlar bir puzzlenin parçaları gibi iç içe geçmiş dinamik düşünmeyi içeren soyut kavramlardır. Bu tür karmaşık biyoloji olaylarının doğru bir metodoloji ile anlaşılabilmesi için “sistem düşüncesi” yaklaşımı ortaya atılmıştır. Karmaşık biyoloji sistemlerin nasıl öğrenileceği ve öğretileneği konusu biyoloji eğitiminin temel araştırma konularından birisidir. İlköğretim, ortaöğretim öğrencilerinin ve fen öğretmenlerinin büyük çoğunluğunun bütüncül kavramları anlayamadıkları için biyolojideki büyük resmi göremedikleri literatürlerde ortaya konmuştur.

Şimdiye kadar ilk, orta ve yükseköğretim düzeyindeki öğrencilerin çeşitli biyolojik kavramları anlama düzeyleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda her yaş seviyesinden öğrencilerin çeşitli kavramlar hakkında eksik bilgilere ve yanlış öğrenmelere sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerin kendi yorumları sonucu veya çeşitli kaynaklardan geliştirdikleri günümüzdeki bilimsel ilkelerle örtüşmeyen aksine çelişen düşünce kalıpları anlamlı öğrenmenin önünde

büyük bir engel olarak görülmektedir. Eğer bir öğrencinin belli bir kavram hakkında eksik veya yanlış öğrenmesi varsa bu öğrencinin yeni bilgileri bunlar üzerine anlamlı bir şekilde inşa etmesi mümkün olamaz.

Biyolojideki kavramların birçoğu soyut özellikte ve zihinde canlandırılması zor olan kavramlardır. Bu nedenle öğrencilerin yanlış öğrenmeleri daha çok bu tür soyut kavramlarda yoğunlaşmaktadır. Bunun yanında biyoloji öğrencileri bu soyut kavramlar hakkında kavram kargaşalarına sahiptir. Bu tür biyoloji kavramlarının çoğu da soyut nitelikteki kavramlardır. Şimdiye kadar çeşitli teknikler kullanılarak yapılan bazı araştırmalarda öğrencilerin kelebekler hakkında bazı yanlış öğrenmelere ve eksik bilgilere sahip oldukları ortaya konmuştur. Bununla birlikte kelebeğin yaşam döngüsünü örnek alarak öğrencilerin sistem düşünme becerilerini açık uçlu soru ve çizim tekniklerini kullanarak inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır. Belirtilen bu teknikler ile lise öğrencilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında sistem düşünme becerilerinin ortaya konması, biyoloji öğretimine, biyoloji ve fen öğretmenlerine, biyoloji ve fen ders kitabı yazarlarına ve programcılara katkı sağlayacaktır.

1.3. Araştırmanın Varsayımları

Çalışma esnasında öğrencilerin rahat ve objektif bir ortamda buldukları, çizimleri yaparken hiç kimseden etkilenmedikleri ve öğrencilerin çizimleri sırasında gerçekçi davrandıkları varsayılmıştır. Çalışmanın sonuçlarının değerlendirilmesi sırasında ise objektif olunarak bilimsel analizlere dayalı, realist olunmuştur.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma Konya merkez ilçelerde bulunan 6 liselerde uygulanabilmiştir.
- Öğrenciler açık uçlu soruya cevap verip vermeme konusunda sınırlılıklar yaşatmışlardır.
- Çalışmada soru sayısı nitelik olarak dolu, nicelik olarak ise sınırlıdır.
- Çalışma nitel araştırma ile sınırlıdır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Sistem Nedir

“Sistem” sözcüğü; Yunanca’da “birlikte olmaya neden olan”, “beraber durmak” veya “beraber yerleşmek” anlamına gelen “*sunistanai*” sözcüğünden köken almıştır (Bowler, 1981:1; Ercil ve Sıgır, 2008:76). Bugün “sistem” denildiğinde, her insanın zihninde belirli ilkelerle düzenli çalışan ve iç tutarlılığı olan bir yapı akla gelmektedir. Bu açıdan, sistem rastgelelik veya kaosun karşıtıdır (Bowler, 1981:1).

Aralarında çok az farklılıklar bulunsa da, aynı temel noktalara atıfta bulunarak çeşitli “sistem” tanımları yapılmıştır.

“Sistem” kavramının tanımında geçen anahtar terimler arasında “birbirini etkileme” (interacting), “birbirine bağlı olma” (interdependent) ve “bir bütün oluşturma” kavramlarını saymak mümkündür (Daellenbach ve McNickle, 2005:22). Ayrıca bir sistem; elemanlar, karşılıklı bağlantılar, işlev veya amaç olmak üzere üç şeyi içermek zorundadır (Meadows, 2009:11). Bugüne kadar yapılan tanımlamalara bakıldığında hepsinin temelinde bu anahtar terim ve kavramları görmek mümkündür.

Bilimsel anlamda ilk sistem tanımı, sistem düşüncesini ortaya atıp geliştiren Ludwig von Bertalanffy ve Russell Lincoln Ackoff a aittir. Bunlar 1971 yılına kadar, sistemi “karşılıklı ilişkiler içinde bir dizi eleman” olarak tanımlamışlardır (Ackoff, 1971; Bertalanffy, 1988:55). Daha sonra Ackoff (1981), sistemi, “bağımsız parçalara ayrılamayan bir bütün” olarak tanımladı. Betts (1992) sistemi bir dizi elemanın ortak bir amacı başarmak için bir bütün gibi hareket etmesi olarak görürken, Chen ve Stroup (1993) ilişkili parçaların topluluğu ve Salisbury (1996:22) işlevsel bir birim olarak beraber çalışan bir parça veya bileşenler grubu olarak dile getirmiştir. Meadows (2009:11)’a göre sistem, bir dizi elemanın bir şeyleri gerçekleştirmek için belli bir amaca uyumlu şekilde organize olmasıdır. Daellenbach ve McNickle (2005:27)’a göre sistem, bir arada bulunan elemanların özel ilişkilerle oluşturduğu organize haldir. Ercil ve Sıgır (2008:76) ise sistemi, karşılıklı olarak birbirini etkileyen parçaların bir bütün gibi faaliyet göstermek amacıyla birleşmesi olarak tarif etmiştir.

Burada bir bütünü oluşturan parçaların arasındaki etkileşim ya da ilişkilerin oluşturduğu bütüne vurgu yapılmıştır. Herhangi bir sistemin herhangi bir parçası,

bazı özelliklere sahiptir ve parça sistemden ayrıldığında bu özellikler de kaybolur ve sistem hiçbir parçasının tek başına yapamadığı işleri başarır (Ackoff, 1981). Diğer bir ifade ile parçaların etkileşimleri sayesinde, “bütün” parçalardan farklı özelliklere sahip bir “sistem” haline gelmektedir. Bir sistem fiziksel, biyolojik, sosyal veya sembolik olabilir; bunlardan biri ya da daha fazlasının birleşimi de olabilir.

Sistem içindeki fonksiyonlara bakıldığında, Tecim (2004) bunları **sinerji, etkileşim ve analiz** olarak üç grupta toplamıştır ve sistemi, bu fonksiyonların meydana geldiği elemanlar topluluğu olarak tanımlamıştır. Belirlenen bu fonksiyonların, “bütüne hizmet” ortak amacıyla gerçekleştiklerini belirtmiştir.

Sinerji: Sistemler sinerji ile karakterize edilirler bütün (sistem) parçaların (elemanlar) toplamından daha büyüktür; çünkü elemanlar arasındaki ilişkiler sisteme değer katar (Betts, 1992). Diğer bir tabirle, bütünün performansı, her bir parçanın performansından etkilenir (Tecim, 2004). Elemanlar arasındaki ilişki bir *enerji* değişimiyle sürdürülür (Betts, 1992).

Etkileşim: Her bir parçanın bütünü etkileme yolunun, bir parçanın ne yaptığına bağlı olmasıdır (Tecim, 2004).

Analiz: Herhangi bir eleman gruplamasının, yukarıdaki iki prensibi takip etmesidir (Tecim, 2004).

Ercil ve Sığı (2008:76) sistem oluşturan parçalarla sistem oluşturmayan parçaların arasındaki farkı şöyle ifade etmiştir; “Bir nesne eğer, bir araya nasıl getirildiği önemli olmayan birkaç parçadan oluşmuşsa, bu bir yığındır. Yani sistem değildir. Sistem ve yığın arasındaki en önemli fark, miktar ve büyüklüklerdeki artma ve eksilmelerde yığında bir değişikliğin meydana gelmemesidir.” Görüldüğü üzere elemanlar arasındaki ilişki veya etkileşim olayı, sistem tanımında temel noktalardan biridir. Etkileşim yoksa sistem de yoktur.

2.1.1. Sistemin Yapısı

Bir sisteme bakıldığında, sistemin işleyişini etkileyen farklı elemanlar, girdiler-çiktılar, sınır, çevre ve bunlar arasındaki ilişkiler göze çarpar. Daellenbach ve McNickle (2005:27)’a göre de bir sistemin önemli unsurları; elemanları, elemanlar

arasındaki ilişkileri, sistemin davranışı veya eylemleri, çevresi ile ilişkisi, çevreden gelen girdiler, çevreye verilen çıktılar ve gözlemcinin özel ilgisidir. (Nuhoğlu, 2013:115)'nun da vurguladığı üzere buna “sistemin yapısı” denilebilir ve bir sistemin dinamik davranışını belirleyen esas faktör o sistemin yapısıdır.

Her bir elemanın nitelik ve doğası, bütün sistemde onun ilişkisine bağlıdır (Salisbury, 1996: 22) . Her bir eleman, yalnızca bütün sistemle ilişkisindeki işlevlerin nasıl olduğuna bakılarak anlaşılabilir (Salisbury, 1996:22). Her bir eleman sistemin davranışına katkı yapar ve kendi davranışı sistem içinde olmasıyla etkilenir (Daellenbach ve McNickle, 2005:27). Bir sistemin bir elemanına yapılan, diğer bütün elemanları etkileyecektir (Salisbury, 1996:23), diğer bir ifade ile sistem üzerine bağımsız etkisi olan bir eleman yoktur (Daellenbach ve McNickle, 2005:27). Elemanlar dinamik olarak karşılıklı ilişkilidir ve bütünden izole edilerek anlaşılabilir (Salisbury, 1996:23) ve herhangi bir eleman sistemden çıkarılır ya da ayrılırsa sistemin davranışı değişir (Daellenbach ve McNickle, 2005:27).

Çevre: Salisbury (1996:25)'ye göre, havasız bir ortamda çalışan sistem yoktur; dolayısıyla bütün sistemler bir dereceye kadar çevresindeki şeylerle karşılıklı ilişki kurma aracılığıyla işlerler. Doğal olarak araştırmacının burada kastettiği “sistem”, “biyolojik sistem” olmalıdır. Bir *sistemin çevresi* bir dizi eleman ve onların ilgili özellikleridir, sistemin bir parçası olmayan elemanlardır, fakat bunlardan herhangi birindeki bir değişim, sistemin durumunda bir değişime neden olabilir (Ackoff, 1971). Sistem, sisteme *girdi (input) sağlayan* ve sistemden *çıktı (output)* alan ve “çevre” olarak adlandırılan bir *dış tarafa (outside)* sahiptir (Daellenbach ve McNickle 2005:27). Sistem-çevre etkileşimleri; maddenin, bilginin ve enerjinin girişi ve çıkışı olarak tanımlanabilir (Chen ve Stroup, 1993). Bir sistemin çevresi onun durumunda değişiklik yapabilen bütün değişkenleri içerir ve bir sistemle ilgisi olmayan özellikleri etkileyen dışsal elemanlar, onun çevresinin bir parçası değildir (Ackoff, 1971). *Sistemin sınırları* dışında kalan, sistemin kendi içinde kontrol edemeyeceği her şey *çevreyi* oluşturmaktadır (Tecim, 2004). Bir sistem çevreye açık, kapalı veya yarı geçirgen olabilir (Chen ve Stroup, 1993).

Lewontin (2013:71), “Çevresiz bir organizma olamayacağı gibi, içinde organizma bulunmayan bir çevre de olamaz” diyerek çevre ve organizmanın

ayrılmaz bir bütünün parçaları olduğunu anlatmıştır. Ayrıca, organizmaların dış dünyanın hangi öğelerinin bir araya getirilerek kendi çevrelerini oluşturacağını ve öğeler arasında ne tür ilişkilerin kendileriyle ilişkileneceğini belirlediğini dile getirerek, sistemlerin öz-düzenleme özelliğine vurgu yaptığı da söylenebilir (Lewontin, 2013:75). Lewontin organizma ve çevre arasındaki ilişkinin önemi üzerinde çok durmuş ve çevrenin yapılandırılmasıyla ilgili açıklığa kavuşturulması gereken beş özelliği vurgulamıştır (Lewontin, 2013):

- Çevre, organizmanın kendisinin etkinlikleri ile tanımlanan alanın bir özelliğinden çok, fiziksel bölgenin bir özelliği olarak tanımlandığında, türün coğrafi ve zamansal dağılımını anlamak genellikle olanaksızdır.

- Organizmalar dış dünyanın hangi durumlarının kendileri ile ilişkileneceğini, biçimlerinin ve metabolizmalarının tipik özellikleri ile belirlemekle kalmazlar, etkin biçimde, kelimenin gerçek anlamıyla bir dünyayı da etraflarında inşa ederler.

- Organizmalar neyin kendilerine ilişkin olduğunu belirlemekle ve dış dünyanın uygun durumları arasında bir fiziksel ilişkiler kümesi yaratmakla kalmamakta, aynı zamanda çevrelerini sürekli bir biçimde değiştirmektedirler.

- Koşullar çevrelerinin bir parçası haline geldiğinde organizmaların dış koşullarının istatistiksel özelliklerini modüle ederler.

- Organizmalar dıştan gelen sinyallerin gerçek fiziksel doğasını biyolojileriyle belirlerler. Bir fiziksel sinyali oldukça farklı olan bir diğerine dönüştürürler ve işte bu dönüşümün sonucu, organizmanın işlevleri tarafından çevresel bir değişken olarak algılanır.

Özetlemek gerekirse, Lewontin, canlı organizmayı çevrenin şekillendirdiği “edilgen” bir varlık olarak değil, canlı organizmanın da çevresini etkin biçimde kullanan “etken” bir varlık olarak tanımlama eğilimindedir.

Süreç: “Süreç” denilen şey, bir sistemi meydana getiren bir dizi davranıştır ve üretim-hedefli bir fonksiyondur (Ackoff, 1971).

2.1.1.1.Alt sistem-üst sistem

Ele alınan konuya bağlı olarak çeşitli elemanlardan oluşan sistemin parçaları *alt sistem* olarak adlandırılmaktadır (Tecim, 2004). Bir *alt sistem* daha geniş sistemin bir parçasıdır; mesela dolaşım sistemi insan sisteminin bir alt sistemidir (Betts, 1992). Diğer bir ifade ile her sistem belirli sistemlerden oluşabileceği gibi ayrıca daha büyük ve kompleks bir sistemin alt sistemi durumunda da olabilir (Tecim, 2004). İşte böyle alt sistemler arasındaki ilişkilerden bahsedildiğinde, aslında daha büyük bir sistemden, yani bir “üst sistem” den (supra-system) bahsedilmiş olmaktadır (Betts, 1992). Bir sistemin faaliyeti ya da işleyişi, o sistemin alt sistemleri arasındaki fonksiyonel bağlılığın bir sonucu olarak ortaya çıkar ve alt sistemler, bir sistemin incelenmesinde ele alınacak temel birimlerdir (Tecim, 2004). Bir sistem, diğer bir sistemin herhangi bir parçası olabilir veya daha büyük bir sistemin bir alt parçası olarak görev yapabilir. Ayrıca, “büyük sistem” olarak tanımlanan bir sistem, daha da büyük bir sistemin alt sistemi olabilir (Ercil ve Sığırı, 2008:80).

• **Hiyerarşi** Alt sistem üst sistem kavramları, sistemin sistemlerle iç içe olduğunu, bir başka ifadeyle bir sistem hiyerarşisinin bulunduğunu ifade eder (Daellenbach ve McNickle, 2005:36). Bir sistemin hiyerarşisi, sistem içindeki seviye sayısı ile ifade edilir (Betts, 1992). Sistemlerin hiyerarşideki konumları ise kendilerinin karmaşıklık dereceleri ile ilgili olmaktadır (Tecim, 2004). Arka arkaya gelen daha üst hiyerarşik seviye her alt seviyedeki bütün süreçleri kapsar ve bu eleman sayısından dolayı gittikçe artan bir karmaşıklık olur ve elemanlar arasındaki ilişki artar (Betts, 1992). Elemanların ve alt sistemlerin sayısı doğrusal olarak artarken, ilişkilerin sayısı katlanarak artar (Betts, 1992).

Betts (1992) ayrıca hiyerarşilerin doğal olabileceğini (mesela bir ailedeki doğum sırası) veya keyfi olabileceğini (bir okul veya iş gibi dizayn edilmiş bir durum) söylemiş ve keyfi hiyerarşilerin sürdürülmesinin doğal hiyerarşilere göre daha fazla enerji gerektirdiğini belirtmiştir.

• **Homeostazi:** Homeostazi bir sistemin dışsal güçler tarafından dengesizleştirildikten sonra, önceki durumuna geri dönme eğilimidir (Salisbury, 1996, 26). Ayrıca homeostazi geri bildirim mekanizmaları aracılığıyla öz-düzenleme

olarak da tanımlanmıştır (Betts, 1992). Diğer bir deyişle, sistem içinde bir değişim başladığında, sistem kendini yine geri değiştirmeye çalışacaktır (Salisbury, 1996:26), bir nevi özdüzenlemeye başvuracaktır.

Araştırmacıların buradaki düşüncelerine daha ileri düzeyde bir açıklama getirmek gerekirse, her biyolojik sistemin optimum (en uygun) düzeyde çalışabilecek iç şartların alt ve üst sınırlarını belirleme yeteneği vardır.

• **Amaçlılık** : Sistemin tanımında yer alan, elemanlar arasındaki ortak amaç vurgusu daha önce yapılmıştır. Sistemin durumunda gözlenen değişimler amaca yönelik davranışlarla karakterize edilir (Chen ve Stroup, 1993; Klir'den aktaran, Ossimitz, 1997).

Banathy (Aktaran Betts, 1992)'ye göre bazı sistemler tek bir açık hedefe sahipken, diğer sistemler birden çok, bazen de çelişkili bir hedefe bile sahip olabilir. Tek hedefi olanlar “birleştirici” sistem olarak sınıflandırılırken, diğer sistemler “çoğulcu” sistemler olarak sınıflandırılır. Bir sistem, etkin biçimde hedefe organize olmuş gibi görülmelidir (Chen ve Stroup, 1993).

• **Sınır**: Sistem ve onun çevresi arasındaki ayırım, orada bir sınır olduğunu gösterir. (Daellenbach ve McNickle, 2005:29). Her sistem, sistemin kendisini sınırlayan ve tanımlayan ve etrafındaki diğer şeylerin dışında tutan sınırlara sahiptir (Salisbury, 1996:26). Sınır sistemi bir bütün olarak çevreden ve herhangi bir alt sistemden ayırarak tanımlamaya imkân verir (Chen ve Stroup, 1993). Sistemin çevresi ile ilgili olan sistemin sınırları, sistemin iç bünyesine ilişkin değişkenleri, sistemin çevresine ilişkin faktörlerden ayırır (Tecim, 2004). Kısacası sınır, sistemin nerede başlayıp nerede bittiğini gösterir ve her sistemin mutlaka bir sınırı vardır (Tecim, 2004). Burada, ilke düzeyinde daha genel bir ifade kullanacak olursak, içinde bulunduğu uzaydan (mekân anlamında) bir sınırla ayrılamayan hiçbir sistem veya obje tanımlanamaz. “Sistem sınırlarını ayarlama, sistemin ne tip girdileri kabul edeceği ve hangi çıktıları üreteceğini belirleme meselesidir. Sistem sınırlarının ayarlanması herhangi bir sistemde önemli bir meseledir. Bir sistem kendi çıktılarını düzenlemelidir, ancak bunu çok fazla yapamaz, yaparsa çevresiyle ilişkisini tehlikeye atar” (Salisbury, 1996:26).

“Fiziksel ve biyolojik sistemlerde sınırları tanımlamak nispeten kolay olduğu halde, sosyal sistemlerde sınırları belirlemek son derece zordur. Sosyal sistemlerde sınır, incelemenin amacına göre belirli değişkenleri içine alacak şekilde çizilebilecek hayali bir çizgi olarak anlaşılabilir” (Tecim, 2004).

• **Geri bildirim ve geri bildirim döngüleri:** Geri bildirim hedef ve sistem davranışı arasında aracılık eden bir mekanizmadır (Chen ve Stroup, 1993), diğer bir ifade ile herhangi bir karşılıklı etki akışı anlamına gelir (Senge, 2011:88). Geri bildirim, eylemlerin nasıl birbirini güçlendirebileceğini veya birinin öbürünün etkisini nasıl söndürebileceğini veya dengeleyebileceğini gösteren basit bir mekanizmadır (Senge, 2011:86).

Yapısal durumlarına göre sistemler sınıflandırılabilir. Çevresiyle devamlı madde, bilgi, uyarın ve enerji alış-verişi yapan dinamik sistemlerde -yani açık sistemlerde-bileşenler arasındaki etkileşimler çok önemlidir. Hatta bir sistemi karmaşık ve dinamik yapan en önemli süreçlerden biri sistemdeki geri bildirim süreçleri ya da döngüleridir.

Açık sistemlerde sürekli bir girdi, süreç, çıktı ve geri bildirim akışı vardır (Tecim, 2004). Genellikle sistemdeki bir elemanın durumu başka bir elemanın durumunu etkiler ve bu böyle sürer (Daellenbach ve McNickle, 2005:42). Böylece geri bildirim her etkinin aynı zamanda hem sebep, hem sonuç olacağı, bir aksiyom (ilksav) olarak kabul edilir ve hiçbir şey hiçbir zaman sadece tek yönde etkilenmez (Senge, 2011: 88). Bu özellik insan faaliyeti sistemi ve doğal sistemlerin ikisi için de ortak özelliktir ve sıklıkla karmaşıklığın ana sebebidir (Daellenbach ve McNickle, 2005:42). Sistemler, geri bildirimle sonuçta istikrarlarına teknik, biyolojik ya da sosyal olarak koruma özelliği katarlar (Ditfurth, 2009:118). Geri bildirim sayesinde sistem dinamik bir yapıya kavuşur ve bu sayede sistem faaliyetlerini değerlendirme ve gerekirse ayarlama imkânını bulur (Tecim, 2004). Geri bildirim döngüleri çoğu sistemin kontrolünde merkezi bir rol oynar (Daellenbach ve McNickle, 2005:44). Geri bildirim perspektifi, “bir sistemin yarattığı problemlerin sorumluluğunu bütün elemanların paylaştığı” yaklaşımını benimser, ama bu işin içinde olan her elemanın sistemi değiştirmekte eşit kaldıraç gücü uygulayabileceği anlamına gelmez (Senge, 2011:92).

Senge (2011:94)'nin pekiştirici geri bildirim olarak adlandırdığı bu süreçte, nasıl bir hareket meydana gelirse gelsin, o hareket şiddetlenir ve aynı yönde daha çok harekete yol açar. Pekiştirici geri bildirim süreçlerinde ortaya çıkan davranış ya ivme kazanan büyüme ya da ivme kazanan azalmadır (Senge, 2011:96). Burada sistemin gelecekteki durumu ve denge durumu (veya istenen bir hedef durumu gibi bir referans durumu) arasında farklılığı artırır (Daellenbach ve McNickle, 2005:43). Diğer bir deyişle, sistem durumu gittikçe referans durumdan sapma, dolayısıyla kararsızlığa yol açma eğilimindedir; bu durumda sistem ya patlar ya da değişkenleri çok büyük değerlere ulaşarak ölüme gider (Daellenbach ve McNickle, 2005:43).

Pozitif geri bildirim, bir sistemin tüm işleyişinde tezahür ederse sistem ölüme gider; ama sistemin içinde sadece belirli bir süreçle sınırlı kalırsa, geriye dönüşsüz olarak o süreç sonlanır; ama sistem bütünlüğünü korumaya devam eder. Buna en güzel örnek biyolojiden, doğum olayıdır. Doğum olayında, hormonların etkisine bağlı olarak doğum sancıları doğum olana kadar artarak devam eder. En sonunda da bebek dünyaya gelir ve bu da sistemin içinde pozitif geri bildirimli bir sürecin geriye dönüşsüz olarak bitişini gösterir. Dikkat edilecek olursa, buradaki pozitif geri bildirim insan organizmasının (biyolojik sistemin) tümü üzerinde değil, onun içinde belli bir süreç üzerinde etkili olmuştur.

Sonuçta yeniden oluşan bir denge durumu vardır. Zaten dengeleyici bir sistem içindeyseniz, istikrar arayan bir sistem içindesinizdir (Senge, 2011:98).

Oldukça az değişkeni olan mekanik sistemler nispeten basit sistemlerdir, istikrarlı bir ilişki ile çalışırlar ve çok az geri bildirim gerektirirler (Betts, 1992). Organik sistemler ise çok değişkenli ve karmaşıktırlar; çok sayıda geri bildirim gerektirirler (Betts, 1992). Doğal ve insan yapısı sistemlerin çoğu negatif geri bildirimle dayanır. Onlar ya bir hedefe ulaşmaya çalışırlar ya da var olan ilişkileri, özellikleri veya dengeyi korumaya veya sürdürmeye çalışırlar (Daellenbach ve McNickle, 2005:44). Senge (2011:98)'nin de belirttiği üzere “doğa dengeyi sever, ancak genellikle insani karar alıcılar bu dengeye aykırı davranır ve sonuçta bedelini öderler.”

Ne zaman “değişmeye direniş” görülürse, o zaman ortada bir veya birden fazla “gizli” dengeleme sürecinin varlığı söz konusudur (Senge, 2011:103). Bir nevi negatif geri bildirim, gelecek durum ve referans durum arasındaki farklılığı azaltarak dengelemeyi sağlamaktadır (Daellenbach ve McNickle, 2005:43). Bir organizmanın nasıl çalıştığını kavramak için onun hem belirgin, hem de örtük olan dengeleyici süreçleri kavranmalıdır (Senge, 2011:101).

• **Beklenmeyen özelliklerin zuhur etmesi (beliren özellikler-emergent properties):** Bu durum, biyolojik bir sistem için normal bir süreci yansıtır. Gerçekten de biyolojik bir sistemdeki, bütünleşmenin daha üst düzeylerinde, daha düşük bileşenlerle ilgili bir bilgiden öngörülemez yeni özellikler ortaya çıkar (Mayr, 2008:22). Sistem, bileşenlerinin hiç birinin bireysel olarak (tek tek) sergileyemeyeceği davranış ve özellikleri sergiler, dolayısıyla böyle özellikler sadece sisteme şekil veren bileşenlerin “ortak etkileşimi” veya “davranışlarından” ortaya çıkar, bu nedenle “zuhur eden özellikler” olarak tanımlanırlar (Daellenbach ve McNickle, 2005:39). Karmaşıklığın daha yüksek seviyelerinde, yeni olgunun zuhur etmesi probleminin varlığı, tek başına bilimin metodu için temel bir problem oluşturur ve indirgemeci bir düşünce bunu çözemez (Checkland, 1984:65). Parçalar arasındaki etkileşimlerden ötürü tek tek parçaların açıklanışı, sistemin bir bütün olarak taşıdığı özellikleri ifade etmez, sistemin tümünü kontrol eden etmen, bu parçaların organizasyonudur (Mayr, 2008:22). Ayrıca zuhur etme olgusu, yüzlerce yıl öncesinden gelen, Aristo’nun “bütün, parçaların toplamından daha büyüktür” ifadesiyle özetlenebilen bir olgudur.

• **Etkileşimler üstündeki bu odak, birçok sistemin önemli bir tarafını vurgular:** Birçok sistemde, sistem bileşenleri arasındaki etkileşimlerin altta yatan bir sonucu olarak, küresel sistem özellikleri zuhur eder (Resnick’den aktaran Penner, 2000). Penner (2000) *zuhur etme* kavramını, birçok spor olayında ortak bir olay düşünülerek gösterilebileceğini söylemiş ve dalga hareketini örnek vermiştir. Burada çok sayıda insanın topluca aynı anda oturup kalkmasıyla ortaya çıkan dalga olayından bahsedilmiştir. Eğer sadece 2-3 kişi ayrı ayrı oturup kalksa dalga hareketi oluşmayacak, ancak yüzlerce kişi bu hareketi aynı anda yapsa dalga hareketi ortaya çıkacaktır. Bu da ‘bütünün parçalarının bir organizasyonu’ olduğunun bir

göstergesidir.

• **Detaylı karmaşıklık ve dinamik karmaşıklık:** Bu terimler, sistemlerin karmaşık doğasını açıklamaya yardım eder. Bazı sistemler çok sayıda değişkeni içerecek kadar karmaşıktır; bu *detaylı karmaşıklık* olarak adlandırılır (Salisbury, 1996:26). *Dinamik karmaşıklık* sebepler ve sonuçlar zaman ve uzay vasıtasıyla ayrılınca ve hemen göze çarpmayınca ortaya çıkar; burada hangi sonuçları hangi faaliyetlerin etkilediğini söylemek çok zordur (Salisbury, 1996:27). Detaylı karmaşıklık sistemin parçalarının çeşitliliğinden ve bir de görevlerin, metotların, konuların, politikaların ve kuralların sayısız olmasından dolayıdır (Salisbury, 1996:27). Dinamik karmaşıklıkla baş etmek, eylemler ve sonuçlar arasındaki ilişkilerin dikkatli analizini gerektirir (Salisbury, 1996:27).

• **Zaman:** Chen ve Stroup (1993)'a göre zaman sistem teorisinde merkezi bir değişkendir, sistemde zamanla dönüşüm görülür, ancak sistem yine de kimliğini korur. Büyüme, kararlılık ve dağılma ana değişim tipleridir.

• **Sistemin durumu:** Belirli bir zaman içerisinde sistem durumunun nasıl değiştiği bilinirse, sistemin davranışı tamamen bilinir (Daellenbach ve McNickle, 2005:37). Zamanın bir anında bir *sistemin durumu*, o zamanda olan sistemin bir dizi özelliklerini yansıtır ve herhangi bir *sistemin* sınırsız sayıda özelliği vardır (Ackoff, 1971). Dolayısıyla bir sistemi tamamen bilmek imkânsız olmaktadır.

• **Sistemin öznelliği:** Sistemin öznelliğini Daellenbach ve McNickle (2005:23-24) özetle şöyle açıklamaktadırlar:

Bu özelliklerden de anlaşılacağı gibi, bir sistem “şaşırtıcı gerçeği” anlamlandırmak için *bilişsel* bir yapıdır (Barton ve Haslett, 2007). Yaşantılarımız sayesinde zihnimizde evrene dair oluşan bilişsel algıyı sistem yapılarına dönüştürüp, evreni dolayısıyla dünyamızı daha iyi anlamlandırmaktayız. Sonuçta bir sistem tanımlaması için doğru veya geçerli ve başka bir tanesi yanlış veya geçersiz olarak etiketlenemez, her biri kendi sahibi için mantıksal olarak tutarlı ve geçerlidir (Daellenbach ve McNickle, 2005:25). Sonuç olarak, sistem düşüncesi siyah ve beyaz meselesi değildir, grinin tonlarıdır (Daellenbach ve McNickle, 2005:25).

• **Öz-düzenleme** (self-regulation) ve kontrol sistemleri: Bazı şeyleri, bir insan

faaliyeti sistemi olarak görmek için ana sebep, sistem davranışının etkili kontrolünün yapılmasıdır (Daellenbach ve McNickle, 2005:44). İletişim ve kontrol, mekanik olsun biyolojik olsun, fiziksel olsun, sosyal olsun tüm sistemler için oldukça önemlidir (Tecim, 2004). Öyle ki, “Eğer bir organizasyonda sağlıklı bir bilgi iletişimi ve böylece kontrol mekanizması olmaz ise, o organizasyon değişen çevresi ile ilgili sağlıklı bir bilgi alamayacak ve buna göre kendi faaliyetlerini düzenleyemeyecektir. Böyle bir organizasyonun, koşulları sürekli değişen dünyada, hayatta kalması düşünülemez” (Tecim, 2004).

Bir sistem değişikliklere kendi kendini adapte edebilir, bu durum adeta yeni çıktı ve sonuçların üretilmesine ihtiyaç olduğunu gösterir (Salisbury, 1996:28). Sistemin çevresine hızla uyum gösterebilmesi gerekir ama en azından bir parçası, çevredeki değişikliklerden daha yavaş değişikliğe uğrarsa ayakta kalabilir; bu parça, sistemin “belleği” olarak görülebilir (Cilliers, 2010).

“Sistemdeki denge bozulursa, yeni bir sistem kendi kendini, zamanla yavaşça denge konumuna getirecektir. Gerçekte, biyolojik ve ekolojik sistemlerdeki öz-düzenleme negatif geri bildirimle dayanan bir kural gibidir. Böyle sistemler kendi doğal denge durumuna dönerler” (Daellenbach ve McNickle, 2005:47).

“Doğal sistemlerde insan kontrolünün genellikle farklı hedefleri vardır, mesela bir haşereyi veya bir sağlık tehdidi olduğu düşünülen doğanın bazı yönlerini yok etme gibi. Maalesef, doğal sistemlerin insan kontrolündeki birçok girişimi feci sonuçlar doğurmuştur” (Daellenbach ve McNickle, 2005:47).

2.1.2.SİSTEM ÇEŞİTLİLİĞİ

Sistemler yukarıda da değinildiği gibi kişiden kişiye ve bakılan çerçeveye göre değişebilir niteliktedirler. Dolayısıyla birçok sistem çeşidinden bahsedilebilir. Aşağıda sistemlere ait yaygın bazı sınıflandırmalar verilmiştir.

2.1.2.1.Basit ve Karmaşık Sistemler

Bir sistemde geri bildirim zincirleri ve gecikmeler olmadığında basit sistem olarak adlandırılır (Nuhoğlu, 2013:116). Bu sistemlerde bulunan eleman sayısı azdır. Karmaşık sistemlerin farklı tanımları sistemi farklı yollardan ayırıştırır ve farklı

tanımlar aynı zamanda farklı karmaşıklık derecelerine sahiptir (Cilliers, 2010). Karmaşık sistemler çoğunlukla basit olan çok sayıda elemandan oluşan, başka birçok elemanla etkileşime giren (Cilliers, 2010) ve geri bildirim döngüleri ile gecikmeleri olan açık sistemlerdir. Karmaşık sistemlere özgü olmamakla beraber, zuhur etme, kendi kendini düzenleme ve uyum (adaptasyon) gibi yetenekler karmaşık sistemlerin ana temalarıdır (Ryan, 2007). Bunlar birçok sistem yaklaşımı için önemlidir. Karmaşıklığın bilimi kaos olarak adlandırılır. Kaotik sistemler o kadar geniş bir alana yayılır ki, bilimin geleneksel olarak evrenin normları gözüyle baktığı düzenli sistemlerin çapını bile son derece daraltırlar (Hayles, 2010). Karmaşık sistemlerde, başlangıç koşullarındaki çok küçük değişimler nihai biçimlerde çok büyük değişimlere sebep olur. Edward Norton Lorenz'in ortaya attığı karmaşık sistemlerin "başlangıç koşullarına hassas bağlılık" ilkesi bu durumu açıklamaktadır (Ruelle, 2014:58).

Cilliers (2010), karmaşık sistemlerle ilgili belli başlı anlayışları ve sorunları şu şekilde belirlemiştir:

- Bir sistemin karmaşık davranışlar göstermesi, sistemin karmaşık yapısından kaynaklanır. Eğer yapılanma zayıfsa, yani çok sayıda özgürlük derecesi varsa sistemin davranışı daha rastlantısal olur ama daha işlevsel olmaz.
- Karmaşık sistemin farklı tanımları sistemi farklı yollardan ayrıştırdığından dolayı, herhangi bir tanımın verdiği bilgi, o tanımın hangi görüş açısından yapıldığına bağlıdır.
- Sistemin makro düzeyde öngörülemeyen davranışını tanımlarken, bütün mikro düzeydeki özelliklerin dikkate alınması gerekmez. Ne var ki, sistemin makro düzeyde sergilediği davranış, mikro düzeydeki davranışların sonuçlarından başka bir şey değildir.

2.1.2.2.Soyut ve Somut Sistemler

Soyut bir sistem tüm elemanları kavramlardan ibaret olan sistemlerdir. *Somut sistemler* ise en az iki elemanın bir nesne olduğu sistemlerdir (Ackoff, 1971).

2.1.2.3. Statik ve Dinamik Sistemler

Ackoff (1971)'a göre *statik (tek-durum/one-state) bir sistem* olayların meydana gelmediği sistemdir. *Dinamik (çoklu-durum/multi-state) bir sistem* olayların meydana geldiği sistemdir, zamanla durumu değişir ve değişimi sergiler (Ackoff, 1971; Nuhoğlu, 2013:115). Yine Ackoff (1971)'a göre *homeostatik bir sistemin* elemanları ve çevresi dinamik olan statik bir sistemdir. Bir sistemde meydana gelen olay, belli bir sürenin belli bir zaman dilimi boyunca bir veya daha fazla yapısal özelliklerindeki değişimdir. Bu, sistemin (veya çevrenin) yapısal durumu içinde meydana gelen bir değişimdir (Ackoff, 1971).

2.1.2.4. Doğal ve Yapay Sistemler

Tecim (2004)'e göre bu sistemler “Doğanın, kendi içinde dönüşümünü sağlayan mekanizmalara özgü sistemlerdir. Kısaca, doğa olaylarından oluşan sistemler olup yüksek derecede sıra ve denge içermektedir. Doğada var olan tüm varlıklar doğayla denge kurmak ve bu dengeyi devam ettirmek için kendilerini adapte ederler. Doğadaki tüm varlıkların adaptasyonu doğal denge yaşamını sürdürmektedir.”

Yapay sistemler ise doğa dışında insan eliyle oluşturulan sistemler olup, bu sistemlerin devamlılığı için doğal sistemlere göre daha çok çabaya (enerjiye) ihtiyaç vardır.

2.1.2.5. Kapalı ve Açık Sistemler

Kapalı sistemler: Kapalı bir sistem çevresi olmayan (Ackoff, 1971) ve dolayısıyla herhangi bir çevreyle etkileşimde bulunmayan, girdi ve çıktısı olmayan sistemdir (Daellenbach ve McNickle, 2005:41). Kapalı sistemler çevresiyle herhangi bir madde/enerji veya bilgi değişimini gerçekleştiremezler (Montuori, 2013). Girdiler, bir defaya mahsus olmak üzere belirlenen, sistemin belirli bir düzeyde faaliyet gösterebilmesi için çevresinden aldığı her şeydir (Tecim, 2004). Canlı sistemlerle çalışırken kapalı bir sistem son derece problemlili görünür, çünkü yaşamayan bir sistem kapalı bir sistemdir (Montuori, 2013). Her canlı sistem bir çevreyle var olur ve bu çevreyle bir ilişkisi vardır (Montuori, 2013). Sosyal ve

biyolojik sistemler açık sistemler iken, mekanik sistemler kapalı sistemler olabileceği gibi dış çevre ile ilişkilerine bağlı olarak açık sistemler de olabilir (Tecim, 2004).

Gerçek hayatta kapalı sistem yoktur. Tam kapalı bir sistem olarak sadece evren düşünülebilir.

Herhangi bir gerçek-canlı sistemin, sadece küçük bir yoldan da olsa, etkileşimde olduğu bir çevresi vardır. Bundan dolayı, kapalı sistem kavramı teorik bir kavramdır. Bir çevreyle etkileşimi olmamasıyla birlikte, sistemin davranışı, tamamıyla sistemin bileşenleri arasındaki etkileşimler ve onun ilk veya başlangıç koşulları aracılığıyla düzenlenir. Sistemin nasıl davranacağını bu son ayrıntı belirler. Bundan dolayı deterministik olmak zorundadır (Daellenbach ve McNickle, 2005:41).

Açık sistemler: İçinde bulunduğu çevreden madde, bilgi ve enerji alış-verişi yapabilen sistemler açık sistemlerdir. Enerji, açık sistemlerin temel ihtiyaçlarından biridir; çünkü enerji olmadan sistem işlemez. Açık sistemler -biyolojik sistemlerde olduğu gibi- enerjii ya doğrudan “enerji” olarak alır ve dönüşüme uğratarak kullanır (fotosentezde radyant enerji doğrudan ATP’ye dönüştürülebilir), ya da enerji hammaddesi olarak alır ve kullanabileceği enerjii bunlardan üretir (hücre solunumu ile üretilen ATP). Betts (1992)’e göre, enerjii içeri aktarabilen ya da dışarı aktarabilen bir sistem “açık sistem” olarak adlandırılırken, enerjii içeri aktaramayan ise “kapalı sistem” olarak adlandırılır. Genel Sistem Teorisini ortaya atan Ludwig von Bertalanffy sistemlerde açık ve kapalı sistem kavramlarını oldukça önemsemiş ve sistem teorisini de açık sistemler üzerine kurmuştur.

Bertalanffy (1950)’ye göre bir sisteme madde girişi ve çıkışı olmuyorsa bu sistem kapalıdır; eğer giriş ve çıkış oluyorsa açık sistemdir ve bu nedenle bileşenlerde değişim olmaktadır. Açık bir sistem çevresi olan sistemdir (Ackoff, 1971). Canlı sistemler açık sistemlerdir, çevreleriyle materyal değişimi ve kendi bileşenlerindeki yapım ve yıkımın sürekliliği ile kendi kendilerini devam ettirir (Bertalanffy, 1950), yani dinamik bir denge içinde faaliyetini sürdürürler (Tecim, 2004). Açık sistemler çevreyle etkileşim kurar, çevreden girdi alır ve çevreye çıktı sağlar (Daellenbach ve McNickle, 2005:41). Açık sistem ile sistemin faaliyette bulunduğu dış çevre arasında enerji, bilgi ve materyal alışverişi bulunur (Tecim, 2004). Her canlı organizma

gerçekte bir açık sistemdir ve sistemin bu bileşenlerinin kendi kendine sürekli bir giriş-çıkışı, yapım-yıkımı, organizma canlı olduğu sürece sürdürülür (Bertalanffy, 1988:39).

Salisbury (1996:26)'nin de belirttiği gibi açık sistemler çevreleriyle yoğun etkileşimde bulunurlar, ancak asla tamamen açık olmazlar. Eğer sistem tamamen açıksa, çevresiyle düzenli bir etkileşimi yoktur; esas itibarıyla, o sistem olmaz, çünkü öz-tanımlamadan (self-definition) yoksundur (Salisbury, 1996:26). Açıklık ve kapalılık bir derece sorunudur. Açık sistemler, çevresiyle değişimi olmamasıyla tanımlanan dengedeki sistemler olan kapalı sistemlerden çok daha az stabil olma eğilimindedir ve sistemin açıklığı potansiyel dengesizliğe yol açar (Montuori, 2013). Sürekli vurgulandığı üzere, bu sistemlerin çevresi ile kurduğu ilişki çok önemlidir; öyle ki, ilişkilerde ortaya çıkan her hangi bir gecikme diğer sistemlerin de çalışmasını etkiler (Tecim, 2004).

2.1.3.Sistemin Gerekliliği : Sistem Olmasa Kaos Olurdu

Sistem bir takım küçük parçalardan oluşan fakat kendisi de aynı zamanda daha büyük bir sistemin ya da sistemlerin parçası olarak işlevde bulunan bir bütündür (Kaya,1993-a). Sistemi oluşturan parçaların sistemi oluşturmakta bir amacı vardır ve bu amacı gerçekleştirecek parçalar (alt sistemler) bir araya gelerek bütünleşmiştir (Başaran, 2006). Sistemin parçalarının birbirleriyle uyumlu halde çalışmadıkları ortamlarda düzen kurulamaz ve kaos kavramı ortaya çıkar. Kaos kavramı sözcük anlamı itibarıyla günlük dilde, “karmaşıklık, düzensizlik, belirsizlik” gibi ifadeleri çağırır. Kavram, yunanca “boşluk, yarık, hudutsuzluk” anlamlarına gelen “Khaos” kelimesinden gelmektedir. Kavram ile ilgili en doğru tanımı veren teorik fizikçi Jensen, kaos’u “kompleks, doğrusal olmayan dinamik sistemlerin düzensiz ve öngörülemez davranışı” şeklinde ifade eder (Gleick, 1995:16).

Kaos kavramı ve teorisi ile ilgili her şey ilk olarak 19. yüzyılın sonlarında Fransız matematikçi Jules Henri Poincare'nin çalışmaları ile başlamıştır. Dinamik sistemler üzerinde çalışmış olan tüm klasik fizikçi ve matematikçiler arasında kaos kavramını en iyi anlayan bilim adamı Poincare olmuştur. Poincare “Bilim ve Yöntemler” adlı eserinde, çok değişkenli sistemlerin kalıcı çözümlerinin olmadığını,

çözümlerinin sonsuz bir şekilde sürebilen oynak bir durum alacağını ve bunun da sistemlerde geleceğin tahminine izin vermeyeceğini ifade eder.

Sistemin oluşturulmadığı ya da sistemin alt parçaları arasında koordinasyonun sağlanamadı durumlarda düzen kurulamaz ve kaos oluşumu kaçınılmazdır. Buna yılsonu karne işlemleri dönemi örnek verilebilir. Eğer yılsonunda bilgisayar sisteminde bir sorun yaşanırsa hem öğrenciler hem öğretmenler bu durumdan mağdur olurlar ve yapılacak tüm işlemler aksar, şikayet etmeler baş gösterir öğrencilerin duruma tepkileri oluşur panik duygusunun da vermiş olduğu etkiyle bu durum kaos ortamının doğmasına yol açar.

2.2. Sistem Düşüncesi

Sistem düşüncesi kavramı, İngilizce literatürde “systems thinking”, “general systems theory”, “systems thinking approach”, “system approach”, “systemic thinking” şeklinde olan, Türkçe literatüre “sistem düşüncesi”, “genel sistem teorisi”, “sistem düşüncesi yaklaşımı”, “sistem yaklaşımı”, “sistemik düşünce” olarak geçen bir düşünme yaklaşımıdır.

2.2.1. Felsefi Alt Yapısı ve Tanımı

Sistem felsefesi, teorik ve gerçek-dünya problemlerine bir yaklaşım olarak, dünyanın sistem görüşünü ve sistem düşüncesini aydınlatmakla ilgilenir (Banathy ve Jenlink, 2004). Sistem felsefesi sistem sorgulamasından doğan genel varsayımları ortaya çıkarmayı amaçlar (Banathy ve Jenlink, 2004).

Sistem düşüncesinin temelleri 1940’lı yıllara dayanmaktadır ve bir biyolog olan Ludwig von Bertalanffy tarafından ortaya atılmıştır. Bertalanffy’nin 1968 yılında yayımlanan “General Systems Theory” adlı kitabında belirttiği üzere, o yıllarda biyolojide ağırlıklı olarak mekanistik bir yaklaşım hâkimdi. Dönemin bilim insanlarından olan Bertalanffy, mekanistik anlayışın karşısında, yeni bir anlayışı dile getirmek istemiştir. Tecim, 2004). İndirgemecilik fikrinde kural ele alınan her bir zorluğun mümkün olduğunca küçük parçalara ayrılması ve en basit ve bilinmesi en kolay şeylerden başlayarak, en karmaşık şeylere kadar kademeli olarak ilerlenmesidir (Descartes, 2014:29). Makine çağının diğer temel fikri olan mekanizm ise bütün

olayların sebep-sonuç ilişkisiyle açıklanabileceğini savunmaktadır: Bir olay eğer diğeri için gerekli ve yeterli ise her zaman diğerrinin sebebi olmaktadır (Tecim, 2004).

Bu döneme ait düşünce akımlarına bakıldığında mekanizm, indirgemecilik (reduktionizm), bütüncülük (holizm), dirimselcilik (vitalizm), organizm gibi yaklaşımların birbiriyle çatıştığı, bundan dolayı daha birleştirici ve gerçekçi yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Mesela reduktionizm ve holizm arasındaki tartışma, bilim felsefesi çalışmalarının klasik başlıklarından biridir ve sistem düşüncesinin ortaya çıkışında büyük bir etkiye sahiptir (Pan, Vallerdi, ve Kang, 2013). Bugün ayrıntılar bir yana bırakılarak hem fizikselciliğin hem de dirimselciliğin (vitalizm) en iyi kurallarının birleştirilmesiyle oluşturulan ve organikçilik adı verilen felsefe günümüzün baskın görüşüdür (Mayr, 2008:3). Evrene bakışta, bilim ve felsefe tarihi içinde paradigma kaymalarının olduğu anlaşılmaktadır. “Yeni bir paradigmanın peşinden giden bilim adamları yeni araçlar benimserler ve farklı yerlere bakmaya başlarlar veya daha da önemlisi, bilim adamları devrimler sırasında bildikleri araçlarla daha önce bakmış oldukları yerlere tekrar baktıkları zaman yeni ve farklı şeyler bulurlar” (Kuhn, 2008:207). Bunlar değişimin ve keşfin kapılarını zorlayan zihinsel çabalaradır.

Gharajedaghi (2011:8)'ye göre paradigma kaymaları ya gerçekliğin doğasında bir değişim, ya da sorgulama metodunda bir değişimle iki kategoride gerçekleşir. Bir başka ihtimal, bunların ikisinde beraber bir paradigma kayması yaşanmasıdır. Herhangi bir paradigmanın önemi ve etkisi fazla tahmin edilemez, ama ikili kayma eski paradigmaya yeni bir meydan okumadır (Gharajedaghi, 2011:8).

Daellenbach ve McNickle (2005:18)'a göre geleneksel rasyonel düşünce indirgemeci ve sebep-sonuç düşünce tarzına dayanır. İndirgemeci bir yöntemle parçaları ayrı ayrı ele alıp sebep-sonuç yaklaşımını kullanmak, sistemin tümünü anlamak için, yeterli değildir (Daellenbach ve McNickle, 2005:18). Bu dönemde biyoloji, fizik, kimya gibi temel disiplinler indirgemeci bir yaklaşımla ilerlemiştir. İndirgemecilik sistem içindeki her bir bileşenin ayrıntısına dikkat çekerken, sistem düşüncesi bu bileşenlerin sistem içindeki sistemik rollerine dikkat çeker (Daellenbach ve McNickle, 2005:19). İndirgemecilikteki bu basit analitik kalıbı yıkmaya düşüncesi (senteze ağırlık verme düşüncesi)- bütünün nasıl çalıştığını anlamak,

sadece her bir parçayı anlamak değil, aynı zamanda onların etkileşimlerinin de farkına varmayla olur (Higgins, 2013:4). Bu yaklaşımların her biri sistemle ilgili çok önemli yönleri göz ardı edebilir ya da gözden kaçırabilir; oysa sistemi anlamada bu iki yaklaşımın birbirini tamamlar şekilde kullanılması gerekir (Daellenbach ve McNickle, 2005:18-19). Mesela bir sistemin zuhur etmesinde, holistik düşünce kullanılırken, sistemin hiyerarşisi incelenirken indirgemeci yaklaşım benimsenebilir (Pan vd., 2013). Sonuç olarak epistemolojik bakışın, bilimde baskın olan Newtoncu modelden, holizm ve indirgemeciliğin her ikisini de içeren karmaşıklığın bir değerlendirmesine ihtiyaç vardır. Bu yönde bir paradigma değişikliği ve kayması yaşanmaktadır (Mazzocchi, 2008).

Makine çağındaki sistemler için “sistemik düşünme” kavramı uygun görülürken, sistem çağına geçiş yapıldığında, karmaşıklık içinde problemler arttığından, bu düşünce şekli etkililiğini kaybetmiş ve “sistemik düşünme” paradigması ortaya çıkmıştır (Hester ve Adams, 2013). Sistem fikrini kullanan insanın sistemle ilişkili anahtar düşüncesi, “sistemik” düşünmeye vurgu yapması veya varlıkların bir sistem içindeki rolüne atıf yapmasıdır (Daellenbach ve Mcickle, 2005:22).Ackoff (1981) makine-çağı düşüncesinin anahtar yaklaşımını “analiz” terimi ile sistem düşüncesinin anahtar yaklaşımını ise “sentez” terimi ile açıklamaktadır. Ackoff analizin ve sentezin birbirini tamamlayıcı süreçler olduğunu belirtip, sistem düşüncesinin bu ikisini yeni bir yolda birleştirdiğini söylemiştir. Peter Checkland tarafından ortaya atılan “*sistem düşüncesi, analiz ve bilimsel metod arasındaki ilişki*” konusunu yeniden ele alıp, bir nevi sistem düşüncesinin bilimdeki rolünü gözden geçiren Barton ve Haslett (2007), sistem düşüncesini, analiz ve sentez arasındaki bir diyalektik tasarlayıcısı olarak görür. Makine çağında etkisini kaybeden düşünce paradigması yerini kavramsal olarak sistem teorisi ile kurulan, yeni bir paradigma olan “sistemik düşünme” ye bırakmıştır (Hester ve Adams, 2013). Makine çağının analizci yaklaşımı ile sistem düşüncesindeki sentezci paradigma arasındaki farklar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo 1. Analizci Yaklaşım İle Sentezci Yaklaşım Arasındaki Farklar (Hester ve Adams, 2013: 312).

	Sistematik	Sistemik Düşünme
Çağ	Makine	Sistem
Analiz birimi	Problem	Problemler yumağı,
Durdurma ölçütü	Optimizasyon	Doyuruculuk
Hedef	Problem çözme	Anlamayı
Temel felsefe	İndirgemecilik	Yapısalcılık
Epistemoloji	Analiz	Sentez
Disiplin kapsamı (Scope)	Disiplinler arası	Disiplinler üstü
Yaklaşım	Öngörü	Araştırarak keşfetme

Tecim (2004)'in de belirttiği üzere sistem düşünce felsefesinin gelişimine üç farklı düşünce sistemi damgasını vurmuştur:

- Holistik Düşünce: Parçalar yerine bütüne odaklanmak anlamındadır. Parçaları bütünden ayrı olarak incelemenin gerçekliğin bazı unsurlarının hesaba katılmamasına yol açacağı anlamına gelir.

- Erekbilimsel Düşünce: Ortak amacı kavramak olarak ifade edilen düşünce sisteminde, elde edilmesi gereken amacı ön planda tutan olaylara bakış açısını yansıtmaktadır.

- Sentez Düşüncesi: Klasik bilimin düşünme yolu analitik, sistem düşüncesinin düşünme yolu ise sentez düşüncesi olmaktadır ki bu düşünce sistemi etkileşimli ilişkilere ve bütüne odaklanır.

Sistem düşüncesine duyulan ihtiyaç iki temel sebebe dayandırılmaktadır: İlki, dünyadaki karmaşık sistemlerin zamanla artışı; ikincisi, düşünme şekilleri ve geleneksel bilime hâkim olan lineer (doğrusal) düşünmenin sınırlı olmasıdır (Nuhoğlu, 2013:117). Gerçekten de, lineer düşünce, birbiriyle bağlantılı ve ilişkili elemanlardan oluşan sistemin yapısını anlamaya çalışmaz. Lineer düşünceye göre her şey açıktır; basamak basamak ilerler. Sadece sebep ve onun doğurduğu bir sonuç

vardır. Sistem düşüncesi ise lineer düşüncenin ötesinde, sistemin karmaşık ilişkiler yumağındaki, ilişkili elemanların bütünü oluşturan yapısını anlamaya çalışır.

Bertalanffy'nin söylediği gibi Genel Sistem Teorisi, dışlanmamış ve zamanla “sistem düşüncesi” olarak bilim dünyasında yerini almaya başlamıştır. Checkland (1984:74-75) sistem düşüncesinin, o dönem için, geçerli bir konsept olmadığını; entelektüel tarihimizin, “sistem düşüncesi ve analitik düşünme” tarzının bilimsel düşünmenin ikiz bileşenleri olduğunu kabul edecek bir aşamaya gelmediğini ifade etmiştir.

Sistem düşüncesi bir biyolog tarafından ortaya atılmasına rağmen, kullanım alanı olarak sadece biyoloji ile sınırlı kalmamıştır; disiplinlerarası bir hal almıştır. Hatta Tecim (2004) bunun bir *metadisiplin* olduğunu söyleyerek, branşlar üstü bakış açısı olarak ele alınması gerektiğini belirtmiştir. Sistem düşüncesi yaklaşımı sadece fizik, mühendislik, sağlık gibi fen alanlarında değil; yönetim, sosyoloji, ekonomi, meteoroloji gibi diğer alanlarda da geçerli bir problem çözme yaklaşımı olarak yerini almıştır. Hangi alanda kullanılırsa kullanılsın, sistem düşüncesinde temel ilkeler geçerlidir. Sistem düşüncesinde “zuhur etme” ve “birbiriyle ilişkilendirme” esastır. Bir başka ifadeyle, sistem düşüncesinde hiçbir problem çevresinden soyutlanmış bir şekilde tanımlanamaz. Problem ya sistemin bir parçasıdır, ya da problemin bizzat kendisi çok parçalı bir sistemdir. Sistem düşüncesi, Dünya'yı “evren” denilen büyük sistemin içinde daha küçük bir sistem olarak kabul eder. Sistem düşüncesi üzerinde çalışan birçok araştırmacı, hiçbir parçanın çevresinden soyutlanarak anlaşılmayacağını, anlamlı bir değerlendirme için uygun bir bağlama yerleştirilmeleri gerektiğini ifade etmektedirler (Hiller Connell, Remington, ve Armstrong, 2012).

Bir yönetim bilimcisi olan Senge (2011:81) ve bu düşüncenin temellerini atan biyolog Bertalanffy (1988:37), sistem düşüncesini “bir bütünü görme disiplini ve ‘bütünlük’ün genel bir bilimi” olarak tanımlamışlardır. Farklı disiplinlerden olsalar da temel ilkeler aynıdır; sadece uygulama alanları farklıdır. Sistem düşüncesi, şeylerden çok karşılıklı ilişkileri, statik *enstantanelerden* çok değişim düzenlerini görmek için bir çerçevedir (Senge, 2011:81). Ya da gerçek sistemlere dair karmaşık görüşlerin farkına varma, bunları açıklama ve modelleme (ör: yapı, organizasyon) yeteneğidir (Riess ve Mischo, 2010).

Sistem düşüncesi, sistemleri tanıma ve analiz etmede kullanılan ve insanları sistemlerin inşasında ve reformunda yönlendiren bir çeşit sistem metodolojisidir (Pan vd., 2013). Bu yaklaşım tek başına yeni bir bilimsel disiplin olmaktan çok, belirli olayların, durumların ve gelişmelerin incelenmesinde kullanılan bir düşünce tarzı, bir yöntem, bir yaklaşımdır. Sonuçta sistemi anlamak, müdahale etmek ve kontrol etmek ancak bu sistemi oluşturan alt sistemlerin ve ilişkilerinin anlaşılması ile mümkündür (Tecim, 2004).

Gharajedaghi (2011, 10), organizasyonun doğasını anlamak için üç başarılı sistem modeli sunmuştur; zihinsel donanımsız mekanik sistemler, tekli düşünen biyolojik sistemler ve organize olmuş çoklu düşünen karmaşık sistemler:

• **Zihinsel donanımsız sistemler (mindless) - Mekanistik bakış:** Evren, doğanın içsel yapısı ve nedenselliğe dayalı yasalar ile düzen içinde çalışan bir makinedir (Bu görüş Fransa’da ortaya çıkmıştır).

Organizasyonun makine modunda olması, basit ve çekici gelmektedir. Böyle bir sistem veya organizasyonun kendi içinde zihinsel bir donanımı olmadığı için düşünmeyen bir sistemdir ve kendine ait bir amacı yoktur. Kullanıcı tarafından tanımlanan işlevi yapar ve sahibinin kazanç sağlama hedefini başarmada kullanılan bir araçtır. Bir araç olarak kullanılan bu sistemin önemli özelliği güvenilirliği ve performans kriterinin basit ve etkili oluşudur. Ayrıca parçaların işlevinden sapma göstermeme ilkesi etkinliğini, kontrol edilebilirliğini, işleyişinin öngörülebilirliğini ve iç düzenin dalgalanmalardan muaf olmasını sağlamaktadır. Düşünmeyen bir mekanik sistemin parçalarının seçeneği yoktur. Bu sistemin kendi kendini yeniden yapılandırma becerisi yoktur. Sistem işlevleri reaktiftir ve sadece çevresi stabil olursa veya onun üstünde çok az etki bırakırsa işlev gösterebilir.

• **Tekli düşünen (uni-minded) sistemler - Biyolojik bakış:** Tekli düşünen sistemler, biyolojik bir paradigmaya dayanılarak tanımlanmıştır (Bu sistem Almanya ve Britanya’da ortaya atılmış; ama ABD’de daha da geliştirilmiştir)

İnsanoğlu gibi kendine ait bir hedefi olan canlı sistemler, tekli düşünen sistemlerdir. Bu hedefin açık sistemlerin doğasında var olan hassasiyet ve esnekliğe bağlı olması hayati derecede önemlidir. Geleneksel yaklaşımda, canlı varlıklar,

hayatlarını sürdürmek için, büyümek ve çoğalmak zorundadırlar. Bunu yapmak için de çevresinden faydalanmalıdır

Tekli düşünen sistemlerin “sistem” olarak seçenekleri vardır; ama sistemin parçalarının böyle bir seçeneği yoktur. Bu sistemler, homeostatik mekanizmalar ve sibernetik ilkeler temelinde işlerler (Burada araştırmacının, *homeostasis* gibi biyolojik sistemin dinamik karakterine uymayan bir terim yerine, *homeodinamik* kavramını kullanması daha yerinde olacağı düşünülmektedir). Aslında, tekli düşünen sistemler, çevresindeki olaylara sadece önceden verilmiş donanımlarıyla tepki gösterirler

Tekli-düşünen sistemin işletimi veya çalışması yöneticilik işlevi, tek bir beynin kontrolü altındadır. Bir iletişim ağı vasıtasıyla, çeşitli duyarlılıkta olan parçalardan bilgi alır ve sistemin ilgili parçalarını harekete geçiren talimatları verir. Tekli-düşünen normal bir sistemde meydana gelen bir bozukluk, iletişim kanalından gelen bilgi akışının aksaması ile ortaya çıkar. Bu nedenle, tekli-düşünen sistemlerin karşılaştıkları problemleri çözmeleri için daha fazla bilgiye ve daha iyi iletişime ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, bir sistemin parçaları bilinç geliştirdiği veya tercih kullanmaya başladığında, işte o zaman sistem gerçek anlamda büyük bir problemle yüz yüze gelmiş olacaktır

•**Çoklu-düşünen (multi-minded) sistemler - Sosyokültürel bakış:** Çoklu-düşünen sistemler sosyal organizasyonlar (örgütler) ile örneklendirilebilir. Sosyokültürel bakış açısından bir hayır kurumu, amaçlar ve araçların her ikisini de bir seçenek olarak sunan kişilerin bir organizasyonu gibi değerlendirilebilir. Bu tür sistemlerin davranışı, mekanik veya biyolojik sistem modellerine benzer şekilde açıklanamaz

Burada kritik değişken “amaç”tır. Her ne kadar bir seçim yapma becerisi amaçlılık için gerekli olsa da, yeterli değildir

Amaçlı bir sistem olarak bir örgüt, büyük amaçlı bir bütünün (toplum) parçasıdır. Aynı zamanda, toplum, amaçları olan bireylere sahiptir. Sonuçta, amaçlılık durumuna göre üç düzeyde belirgin bir hiyerarşi oluşmuştur

Mekanik sistemlerin elemanları *enerjiye-bağlıdır (energy-bonded)*, sosyokültürel sistemlerin elemanları ise *bilgiye-bağlıdır (information-bonded)*. Enerjiye-bağlı sistemlerde elemanlar arasındaki ilişkiler klasik fizik kurallarıyla yürür. Parçaların işleyişinin pasif ve önceden tahmin edilebilir olması, bir parça bozulana kadar bir zorunluluktur. Bir otomobil, tecrübesine ve maharetine bakmaksızın sürücüsüne cevap verir. Eğer bir sürücü bir arabayı sert bir duvara sürerse, araba buna karşı gelmeksizin duvara vuracaktır. Bir ata binme, bundan farklı bir bakış açısı gösterecektir. Ata kimin bineceği sorunu ve uygun bir binış ancak at ve binici arasında bir dizi bilgi değiş tokuşu sonrasında başarılabilir. Yönlendirme ve kontrol için bilgiye-bağlı bir sistem olan at ve binici formu, psikolojik bir sözleşme tarafından ikinci derece bir anlaşma (anlaşma ortak bir algıya bağlıdır) aracılığıyla başarılır

Sosyokültürel bir organizasyonun üyeleri, bir veya daha fazla ortak hedef ve makul yollarla bir arada tutulur. Üyeler kültürleri içine gömülü olan değerleri paylaşırlar. Kültür, bir bütünü içindeki parçaları birleştirmede çimento görevi yapar. Çoklu düşünen sistemde, sistemin parçalarının (sosyo-kültürel sistemde bireylerin), mekanik ve biyolojik sistemlerdeki parçalardan farklı olarak, organizasyondan bağımsız hareket edebilme özellikleri olduğu için, çoklu düşünen sistemin devamlılığında bireylerin fikir birliği gereklidir.

2.2.2. Sistem Düşüncesinin Temel Fayda ve Görevleri

Sistem düşüncesi ve sistem yaklaşımları 1940'lı yıllardan günümüze kadar üzerinde çalışılan bir konudur. Evrene, doğaya, insana, topluma, olaylara ve problemlere farklı bir bakış tarzını ortaya koymaktadır. Sistem düşüncesi ve yaklaşımının dayandığı temel felsefe, olayları doğal bağlamından koparmadan, gerçeğe en yakın biçimde anlamaya çalışmaktır. Özellikle günümüzde, daha gerçekçi bir “problem çözme yöntemi ve yaklaşımı” olarak öne çıkmıştır. Biyolojinin, karmaşık ve sofistike sistemlerle uğraşan bir bilim olmasından dolayı, sistem düşüncesi konseptini geliştiren ve bu konuda ilk klasik eseri yazan kişinin “biyolog” olması (Bertalanffy, 1988) bir tesadüf değildir. İşte bu yüzden, hiçbir biyolog, biyosferdeki hayat olaylarına ve biyolojik problemlere indirgemeci yalın bir

yaklaşımıyla bakamaz. Sistem düşüncesi ve yaklaşımı sadece biyologlar, araştırmacılar ve bilim adamları için değil; entelektüel bir çaba ile problem çözme yeteneğini geliştirmek isteyen herkese gerekli olan bir yaklaşımdır. Bu çalışmanın teorik çerçevesini çizerken, çalışmalarından yararlanan araştırmacıların ortaya koyduğu fikir ve düşünceler, bugün çok zengin bir bilimsel literatür oluşturmuştur. Sistem düşüncesi bir yandan bireyin ve toplumun problem çözme yeteneğini geliştirirken, diğer yandan da gerçeğin anlaşılması doğrultusunda düşünce kalitesini de yükseltmektedir. Bertalanffy (1988:38) genel sistem teorisinin bazı temel faydalarına değinmiştir. Bunlardan biri, genel sistem teorisinin doğa bilimleri ve sosyal bilimler başta olmak üzere, çeşitli bilimleri birleştirmesi ve problem çözümede bilimler üstü konumunu korumasıdır. Özgün bilimlerin dünyasında “düşey olarak (vertikal)” bütünleştirici kuralların geliştirilmesi, bizleri bilim dünyasının hedefine yaklaştırır. Son olarak bu teori, bilim eğitiminde çok ihtiyaç duyulan bir birleşime yol açabilir.

Genel Sistem Teorisinin ana konusu “sistem” bileşenlerinin tek tek doğası ile onlar arasındaki ilişkilerin ve “güç” kurallarının formüle edilmesidir (Bertalanffy, 1988, 37). Sistem düşüncesi yaşayan sistemlere benzersiz karakterlerini veren o karmaşık, incelikli birbiriyle bağlantılılığı açıklar (Senge, 2011:81). Banathy ve Jenlink (2004), sistem metodolojisinin dayandığı ilkeleri aşağıdaki gibi özetlemektedirler:

- Problemin doğasını tanımlama, nitelendirme ve sınıflandırma,
- Problemin çözümünde uygulanacak metodolojinin bağlamını ve içeriğini tanımlama ve nitelendirme,
- Problemin ortaya çıktığı sistem tipini tanımlama ve nitelendirme,
- Problemin yer aldığı sistemlerin problemin durumunun doğasına, bağlamına/içeriğine ve tipine uygun özel stratejilerin, metodların ve araçların seçimi.

Görüldüğü gibi, problem; sistem bağlamından soyutlanmadan ele alınmakta, modern bilimin yerleşik paradigmasından farklı olarak tümden gelim yaklaşımı benimsenmektedir.

2.2.3. Sistem Düşüncesinden Temel Alan Diğer Bazı Yaklaşımlar

Genel Sistem Teorisi, birçok bilimi kuşatan ve “sistem” bağlamında aralarındaki anlamlı ilişkilerden yararlanan bir teoridir.

Sistem dinamiği yaklaşımı sistem düşüncesi temellerine dayanmaktadır. Konu ve metodoloji yönünden ikisinde de benzerlikler vardır (Richmond, 1994). Sistem dinamiğinde stok ve akış değişkenleri; geri bildirim döngüleri; doğrusal olmayan bağlantılar ve bilgisayar benzetimi (simülasyonu) olmak üzere dört temel eleman bulunmaktadır (Nuhoğlu, 2013).

Sistem düşüncesinin ne olduğunu söylemekten ziyade, sistem düşüncesinin ne olmadığı üzerinden gidip, diğer benzer yaklaşımlarla bağlantılarını anlatan araştırmacılar da mevcuttur. Mesela Richmond (1994) Sistem Düşüncesinin, Sistem Dinamikleri ile ilişkisini araştırmıştır. Aynı araştırmacı, ortak paydalarına rağmen, sistem düşüncesinin genel sistem teorisi, yumuşak (soft) sistem düşüncesi, sistem analizi, kaos teorisi, yöneylem araştırmaları, karar analizi, vs. olmadığını belirtmiştir. Bunlar sistem düşüncesinden temel almış yeni yaklaşımlardır. Mesela, modern karmaşıklık teorilerinin birçoğu genel sistem teorisinin doğrudan geliştirilmiş halidir, bu, sistem-tabanlı davranışı keşfetmede matematiksel araçlar ve güçlü bilgisayarlarla yapılmıştır (Richardson, 2005).

Ayrıca sistem düşüncesiyle yaklaşık olarak aynı zaman dilimlerinde ortaya çıkan ve Norbert Wiener tarafından 1948 yılında ortaya atılan *sibernetik* yaklaşımı da canlı ve cansız sistemler (makine ve insan) ile ilgilenmektedir. Sibernetikte “geri bildirim”, “mesaj”, “iletişim” ve “kontrol” üzerinde durulmaktadır (Weiner, 1982).

Yine çok ilgi çeken ve sıkça kullanılan *kaos* ya da *karmaşıklık teorisi* sistemlerin genel doğasına ilişkin bir bilimdir (Gleick, 2014:14). Bir durumun değil, bir sürecin ve oluşumun bilimi olarak görülmektedir (Kurt ve Kasap, 2011:9). Disiplinler arası bir alandır. Hatta bir meteorolog olan Edward Norton Lorenz tarafından 1960’lı yıllarda ortaya atılan “Kelebek Etkisi Sistemi” modellenmesi, kaos teorisinden ortaya çıkan oldukça meşhur bir yaklaşımdır. Bu da yine kaotik sistemlerin davranışını açıklamaya çalışmaktadır. Özellikle “başlangıç koşullarına hassas bağlılık” ve “garip (tuhaf) çekiciler” en iyi bilinen özellikleridir (Gleick,

2014:155; Ruelle, 2014:87). Bilgisayar modellemeleri vasıtasıyla kaotik sistemlerin davranışlarına dair öngörülerde bulunmaya çalışılmaktadır.

Bu yaklaşımların hepsi doğanın canlı ve cansız bileşenlerini beraberce anlamaya çalışıp bir bütün halinde görmeye çalışırlar. İşte bu yolla sistemli düşünce, insanları varlığımızın bütünlüğünden haberdar etmede bir düşünce biçimi olarak işlerimizi kolaylaştırmaktadır (Flood, 2010). Böylece ortaya çıkan problemleri çözenin bilimsel yolları keşfedilmektedir.

Sistem düşüncesi ve uygulamaları genel olarak fen bilimleri, matematik ve bilgisayar alanlarında hüküm sürüyor gibi görünse de sosyal alanlarda da kendi çalışma alanlarını oluşturmuştur. Çünkü bu yaklaşım bir metadisiplindir. Mesela, Montuori (2013) sistem yaklaşımının sosyal bilim ve yönetim bilimlerindeki rolü üstünde dururken, Higgins (2013) ekonomi, sistem düşüncesi ve dinamik sistem düşüncesi üzerinden değerlendirmeler yapmıştır. Hayles (2010) kültür ve toplum teorileri arasında nasıl bir ilişki olduğunu ve bunların sisteme bakışlarını ele alır. Ulrich (1988) ise sosyal-iletişimsel boyutta sistem düşüncesinin akılcı uygulamaları üzerine çalışmıştır.

Belirtildiği üzere bu alanlar birbirlerinin yerine geçmezler, ancak her birinin temelleri genel sistem teorisine dayanmaktadır. Farklı disiplin ve ihtiyaçlar doğrultusunda, temel prensipler aynı kalmak şartıyla, bu teori farklılaşmış, farklı araçlar kullanmış ve yeni alanları doğurmuştur. Bunlardan bir tanesi de biyoloji alanıyla bağlantılı olması hasebiyle açıklanacak olan *sistem biyolojisi* alanıdır. Sistem biyolojisi, sistem içindeki biyolojik süreçleri ve bilgisayar modellemelerini birleştirmektedir. Sistem biyolojisine daha sonra ayrıca değinilmiştir.

2.2.4. Sistem Düşüncesi Çerçevesinden Dünyaya Bakış

Checkland (1984:60)'in dediği gibi kendini fizik, biyoloji, psikoloji, sosyoloji, vs. gibi bölümlere ayıran doğa değil, doğanın üstünde bunu yapan insanlardır ve bunlar bizim düşüncemize iyice yerleşmişlerdir. Bu nedenle bunların temelinde yatan bütünü görmede çok zorlanırsınız. Bu da bir tür indirgemecilik olarak nitelendirilebilir.

Checkland bütünü anlamamızda sınırlı yeteneğimiz olmasının kaçınılmaz olduğunu ve bazı rasyonel ilkelere göre bilginin sınıflandırılmasını düzenlemek

gerektiğinin önemini vurgulamıştır. İşte burada yatan “bütünü görme”de sistem düşüncesi bizlere yardımcı düşünme yoludur. Bu, insan düşüncesinin bütünü bilme yeteneğinde olmadığının farkında olunmasına yardım eder ve “bilmediğimizi bilme” yeteneği olarak insan anlayışının oldukça önemli bir adımıdır (Flood, 2010). Sistem düşüncesi tüm olay örgüsünü daha açık seçik görme olanağını verir ve bütünlü ilgili bir problem olduğunda bunları en etkili şekilde nasıl değiştirebileceğimizi görmede yardımcı olur (Senge, 2011:15). Senge (2011:11), sistem“Sistem düşüncesi, bir problem hakkında düşündüğümüz yoldur; dünyayı anladığımız yol; bir problemi niteleyip açıkladığımız yol. Bir probleme sistem düşüncesini uygulamak, problemi bir sistem olarak düşündüğümüz anlamına gelir; onu bir sistem olarak anlayıp açıklayabiliriz; problemi etkileyen tek bir sebep olmayabileceğinin farkına varırız” (Salisbury, 1996:24).

Dünyaya bakıldığında canlı sistemler olmadan dünya anlamsız hale gelir. Canlı sistemler ise açık sistemler kategorisine giren ve birden çok etkinin ve bileşenin bulunduğu oldukça karmaşık yapılardır. İnsanoğlu bu karmaşık sistemleri anlamak ve çözmek istemektedir. Günümüzde artık canlı sistemlerin karmaşıklıkları ile baş etmenin bir yolu Lewontin (2013:142-143)’in dediği gibi, bu sınırları bulmak ise oldukça zor bir süreçtir ve yeni bakış açıları gerektirmektedir. Çünkü içlerinde önemli etkileşimlerin gerçekleştiği alt sistemler arasındaki sınırlar koşullara göre değişirler (Lewontin, 2013:143).

Sistem yaklaşımını diğer yaklaşımlardan ayıran en önemli özellik; bu yaklaşımın, bütünü oluşturan parçaları, bunların birbirleri ile olan ilişkilerini bir arada incelemesidir (Tecim, 2004). Esas olarak sistem düşüncesi, sistem üzerinde yapılan çalışmalarda ve dünyayı anlayışımızda bir değişiklik oluşturmayı ve doğrusal neden-sonuç ilişkilerinden daha çok “karşılıklı ilişkilere”; anlık durumlardan daha çok “değişim sürecine” yönelmemiz gerektiğini vurgulamaktadır (Ercil ve Sığırı, 2008:119). Genel dünya görüşü çerçevesinde, belirli bir olaya sistem yaklaşımı açısından bakıldığında, üç temel sorunun cevabına çözüm aranmaktadır (Tecim, 2004):

1. Bu sistemin önemli parçaları nelerdir?

2. Bu parçaları birbirine bağlayan ve birbirine uyumunu sağlayan başlıca süreçler nelerdir?

3. Sistemin gerçekleştirmek istediği amaçlar nelerdir?

Sistem düşüncesinin farklı kültürlerde nasıl algılandığını anlamak isteyen Pan, Vallerdi ve Kang (2013) hem batılı hem doğulu sistem düşünürlerini kıyaslamıştır:

İki tarafın da zihninde sistem düşüncesi, insanların düşünme ve eylemi için bir yoldur. Sistem düşüncesi bir bütüne holistik (bütüncül) bakmak olarak düşünülür. Fakat farklı felsefi içerik, kültür geçmişi ve sosyo-politik çevreler Batı ve Doğu arasında, Çin ve Batı sistem düşüncesi kavram ve yaklaşımlarında birçok farklılık ortaya çıkarmıştır. Bu farklılıklar sistem düşüncesi uygulandığında problem çözme sürecinde de ortaya çıkar. Çinli ve batılı sistem düşüncesinin ortak noktası çoktur. Birçok aynı veya benzer kavram ve kurallar vardır; fakat kökenleri ve felsefi bağlamları ayrıdır. Çinli sistem yaklaşımları holistik düşünceye ve problem çözme sürecinde insanın rolüne daha fazla vurgu yapar.

2.3. Biyolojik Sistemler ve Biyolojide Sistem Düşüncesi

Sistem düşüncesinin “Genel Sistem Teorisi” olarak ilk defa bir biyolog tarafından ortaya atılması, sistem düşüncesinin biyolojiden beslendiğini açıkça göstermektedir. Bertalanffy (1950) açık sistemler olarak belirttiği canlı organizmaların yapı ve fonksiyonları üzerindeki ilişkilerin çok iyi gözlenmesi ve bunların üzerine düşünülmesi sonucunda çağın indirgemeci yaklaşımlarından sıyrılmıştır. Holistik bir yaklaşımla organizmaların bütünlüğüne ve bu bütün içerisindeki karşılıklı ilişkiler içinde olan bileşenlere dikkati çekmiştir. Bu bileşenlerin oluşturduğu bütüne de sistem adı verilmiştir.

Biyoloji alanı canlıları inceleyen bilim dalı olarak tanımlanır. Bu tanım statik bir anlayışa sebebiyet vermektedir. Çünkü bu anlayışla bakıldığında biyoloji, sadece çeşitli canlıların yapısal olarak incelenip, belirli kurallar dâhilinde sınıflandırılması olarak algılanabilmektedir. Oysa organizmalar, cansız dünyada hiç bulunmayan, çoklu katmanlarda düzenlenmiş sistemlerdir (Mayr, 2008:3, Lewontin 2013:103) organizmaların incelenmesinde, önceki bölümlerde bahsi geçen, makine modelinin uygulanmasının zorluğunun üç kaynaktan köken aldığını söyler. Buna göre

organizmalar orta dereceli vücut büyüklüğüne sahiptirler, işlevleriyle ilişkili olacak şekilde içsel olarak heterojendirler ve diğer heterojen sistemlerle karmaşık nedensel ilişkilere girerler. Bu özelliklerin, basit makine modelini bir anlama ya da analiz yolu olarak elverişsiz kılan bazı sonuçları vardır:

- Organizmaları,farklı işlevlerin nedensel analizi için uygun olacak “organlar”a bölümlenmenin, tek ve belirgin bir yolu yoktur.

- Organizma,hiçbiri bir diğerine baskın olmayan, zayıf nitelikte belirleyiciliğe sahip çok sayıda gücün bağlantılı birlikteliğidir.

- Nedenlerin ve sonuçların ayrılması sorun yaratır.

- Organik süreçler genel-geçer izahları engelleyen, tarihi bir bağlama sahiptirler.

Biyoloji demek canlılık demektir. Canlılık ise moleküllerden, hücreye, hücreden doku ve organlara, organlardan bir organizmaya, organizmalardan tür kavramına, türden popülasyonlara ve daha da ilerisi ekosisteme, insan toplum sistemlerine ve belki de evrende henüz keşfedemediğimiz diğer canlılık sistemlerine doğru müthiş bir sıra, karşılıklı ilişki ve etkileşimlerle bağlantılılığın sınıksız olduğu büyük bir düzenin hâkim olduğu bütüne doğru ilerlemektedir. Burada bahsi geçen düzenlilik, (Mayr, 2008). benzersiz derecede karmaşık hiyerarşik sistemler olarak görülmektedir. Öyle ki Mayr “bir üstteki her sistemde, bileşenler konusunda bilinenlerden yola çıkılarak tahmin edilmesi mümkün olmayan özellikler ortaya çıkar” demiştir. İşte bu mevcut olanlardan bambaşka bir özelliğin ortaya çıkması özelliği sistem yaklaşımında *zuhur etme* özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır ve bu özellik organizasyonun farklı seviyelerinde ortaya çıkan farklı karmaşık sistemlerin ortak bir özelliğidir (Mazzocchi, 2008).

Sistem yaklaşımlarının biyolojide uzun bir tarihi vardır. Bu yaklaşımların tarihi üzerinde duran Drack ve Wolkenhauer (2011) sistem kavramını biyolojide uygulanabilir yapmada bir hayli katkısı olan Ludwig von Bertalanffy ve Paul Alfred Weiss’in düşünceleri üzerine odaklanmıştır. Buna göre, onlar, canlı sistemlerin organizasyonu veya düzenini içeren bütün canlı sistemi düşünmek, sistem içindeki dinamikleri ve hücrelerdeki moleküllerden organizmalara farklı seviyeler arasındaki

karşılıklı etkileşimlerin eş değerde önemli olduğunu ve canlı sistemlerin içsel faaliyetinin ve sistem durumunun korunmasının dikkate alınması gerektiğini söylerler. Weiss ve Bertalanffy'in anlayışlarına göre “dinamik”, “hiyerarşi” ve “bütünlük” kavramları canlı sistemlerin anlaşılmasındaki anahtar kavramlardır ve bütünlük kavramı iki düşünür için de ana rol oynar. Çünkü yaşayan sistemlerin bütünlüğü vardır ve bu sistemler karakterlerini bütünden alırlar (Senge, 2011:78). Bunlara göre biyolojideki dinamik kavramı sadece moleküler seviyedeki bir düzenleme süreci değildir. Onların dinamik anlayışı bir de madde ve enerji bakımından açık olan sistemleri içerir (Drack ve Wolkenhauer, 2011). Burada önemli olan uzaysal hiyerarşi, molekülden organizmaya ve hatta ekosisteme ve ilgili seviyeler arasındaki nedensel ilişkiler hakkında ne düşündükleridir.

Bilime ve canlılığa mekanistik bakış açısıyla yaklaşan dönemin bilim insanları canlılığı makineyle eşdeğerde tutmuşlardır. Ancak bu makine modeli, biyologların pek çok fiziksel sistemin ortak özelliklerinden birini, yani onların başlangıç koşullarına bağımlı oluşlarını göz ardı etmelerine neden olmuştur (Lewontin, 2013:116). Çünkü canlılık, makineler gibi mekanik bir bütün değildir, bu nedenle canlı sistemleri içeren bu bütünlere *organizma* adı verilmiştir. Canlılığı dolayısıyla organizmaları tam olarak anlayabilmek adına yapılan parçalara ayırıp anlama işlemi yetersiz kalmaktadır. Çünkü yine Lewontin (2013:110)'in dediği gibi “Biyolojide, parçalar ve bütünlük arasındaki diyalektik ilişkiden kaçamayız. Anlamli parçaları görebilmeden önce onların yapı taşları oldukları bütünü işlevsel olarak tanımlamamız gerekir. Ondan sonra, açıklamaya çalıştığımız şeye bağlı olarak, organizmayı parçalara ayırmanın oldukça farklı yollarını görebiliriz .”

Lewontin (2013)'in canlı organizmaları birer sistem olarak ele aldığı “Üçlü Sarmal” adlı kitabında, bunlara ait verdiği özelliklerden bir kısmı aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Organizmaları parçalara ayırmanın evrensel nitelikte kuralları yoktur.
- Geçmişlerini göz önüne almaksızın canlı organizmaların durumunu anlamak olanaksızdır.
- Canlı organizmalar, orta büyüklükte olmalarının ve içsel heterojenlik

göstermelerinin bir sonucu olarak, zayıf belirleyiciliğe sahip güçlerin bağlantılı bir toplamdırlar.

- İşlevsel açıdan homojen olan çok büyük ve çok küçük sistemlerin özellikleri ve hareketlerini, etkileşim gösteren az sayıdaki güç belirler ve bunların her biri düzeninden çıkarıldığında sistem üzerine önemli etkide bulunur. Böyle sistemlerin incelenmesi fizik biliminin modeli olagelmıştır ve fizik ile kimyanın dünyaya ilişkin tahmin ve manipüle etmedeki engin başarısı, etkenlerin tekli olarak önemli nedensel etki oluşturmalarının bir sonucudur.

- Organizmalar orta büyüklükte dirler ve şekilleri kendilerine özgüdür
- Bir organizmanın yaşamında sürekli biçimde yarı-yol düzeltmeleri bulunur
- Hasta olmak tam olarak tek bir nedensel zincirin etkisi altına girmek demektir.

- Aslında, normalliği, herhangi tek bir nedensel yolun organizmayı kontrol etmediği durum olarak tanımlayabiliriz.

- Normal durumlarında organizmalar, homeostatik düzenlenim mekanizmaları ile pek çok içsel ve dışsal değişikliğe karşı tamponlanırlar

- Bütün bu homeostatik mekanizmalar, düzensizliğin belirli sınırları içinde iş görür ve eğer düzensizlik fazla büyük ise, organizma buna karşı bir yanıt verecektir

- Sınırlı biçimde çalışan homeostatik mekanizmaların varlığı, biyolojik sistemlerin nedensel değişkenliklerin etkimesi açısından eşiklere sahip oldukları anlamına gelir.

- Bir organizmanın sağlam kalması ve çoğalması, enerji gerektiren süreçlere bağımlıdır. Bu süreçler, organizmanın dışındaki enerji kaynaklarını içeriye taşıyabiliyor ve sonra da enerji dönüşümlerinden gelen yıkım ürünleri dışarıya atılabiliyorsa gerçekleşebilir.

- İçeri ve dışarı arasındaki sınırın esnek oluşu, canlı sistemlerin evrensel özelliklerinden biridir.

Biyolojiyi dolayısıyla canlılıktaki biyolojik süreçleri fizikokimyasal yasalara indirgemeye çalışan bakış açısına karşı çıkan (Mayr, 2008:22), fiziki bilimlerin doğanın canlı dünyaya özgü pek çok yönüne hitap edemeyeceğini dile getirmiştir.

Biyolojide benimsenen bir yaklaşım olan organikçiliğin dayandığı temel, canlı organizmaların organizasyona sahip oldukları gerçeğidir (Mayr, 2008:22). Canlılar çeşitli özelliklerin ya da moleküllerin bir araya gelmesiyle oluşmuş yığınlar değildir; çünkü işlevleri tümüyle organizasyonlarına, karşılıklı ilişkilerine, etkileşimlerine ve birbirlerine bağımlılıklarına dayanır (Mayr, 2008:22).

Biyolojide tahminler, biyolojik olguların çoğunda görülen büyük değişkenlik, olayların akışını etkileyen beklenmedik olayların meydana gelişi ve etkileşim içindeki etmenlerin çokluğu nedeniyle en iyi şartlar altında bile olasıdır; düzenlilikler de yaygındır ancak bunu sağlayan etmenler zaman ve mekâna fazlasıyla bağlıdır (Mayr, 2008:64-73). Dengesiz düzenli sistemler sürekli bir madde ve enerji harcaması yoluyla varlıklarını sürdürebilirler (Kauffman, 2005:34). Dengedeki sistemlerde denge, en yüksek olasılıklı ve en az düzenli durumlara doğru bir çöküş anlamına gelmektedir (Kauffman, 2005:34). Son yıllarda biyoloji uzmanları canlı niteliğini belirleyebilme konusunda tanımlarını dayayabilecekleri yeni ölçütler aramaya başlamışlardır. Bu bağlamda kullanılmaya başlayan yeni ölçütlerden biri, “enerjiyi düzenli bir biçimde dönüştürebilme” ve “düzenli enerji dönüştürme mekanizmasına ilişkin bilgiyi başka bir özdeş sisteme aktarabilme” yeteneğidir (Ditfurth, 2009:208).

2.3.1. Biyolojik Bir Sistem Olarak “Hücre”

Biyosferde çıplak gözle gözlemleyebildiğimiz makro düzeydeki bütün hayat olayları, canlının yapısal ve işlevsel birimi olan ve çoğunun büyüklüğü 40 mikronu geçmeyen hücrelerde hazırlanmaktadır. Bilimsel verilere dayanılarak yapılan bu açıklama, hücreleri mükemmel bir biyolojik sistem olarak tanımlamamız için yeterlidir. Hücreler, modern biyolojide genetik materyalini gerçek bir çekirdek içinde muhafaza eden “ökaryotik hücreler” ve genetik materyalini sitoplazmada çıplak bir DNA olarak bulunduran “prokaryot hücreler” olarak iki büyük gruba ayrılırlar. Bu hücrelerin bazıları “bağımsız organizmalar” olarak yaşarlar (bütün ökaryot birhücreliler ve prokaryotik hücreler) ve bazıları da çok hücreli bir organizmanın

yapısal ve işlevsel bir parçası olarak yaşar. Bağımsız bir organizma olarak yaşayan hücreler, kendi kendine yeterli daha bağımsız hareket edebilen bir biyolojik sistemdir; ama bir organizmanın bünyesinde yaşayan hücreler büyük sistemin bir alt sistemi olarak işlev yaparlar. Bir başka ifadeyle, organizma denilen büyük sistem içinde birlikte yaşamanın sınırlılıklarını taşırlar. Biyolojik sistem düşüncesi açısından bu iki tanımlama çok önemlidir.

Biyolojik bir sistem olarak “hücre”yi anlamak, makro dünyayı algılayabilmek için mikro dünyaya atılmış çok büyük bir adımdır. Çünkü hücre kendisi ile çevresi arasına sınırlar koyabilme yeteneği taşıyan, en küçük bütünsel bir sistemi temsil eder (Ditfurth, 2009:241). Kauffman (2005:34) gibi bazı araştırmacılar, hücreleri kendi içsel yapılarını idame ettirebilmek ve üreyebilmek uğruna besin moleküllerini metabolize eden, faaliyetleri bitmek tükenmek bilmez karmaşık “kimyasal sistemler” olarak tanımlamaktadır.

Çok hücreli organizmalardaki hücreler belli bir işbölümü içinde öylesine uzmanlaşmış ve sürekli üstlendikleri görevlerle öylesine sınırlanmışlardır ki, artık hiçbirinde “tek başına yaşama yeteneği” diye bir şey kalmamıştır (Ditfurth, 2009:232). Öyleyse yapılması gereken şey, her bir hücrenin işlevini ve hücrelerin birlikte etkili olmalarını sağlayan mekanizmaları öğrenmektir (Ditfurth, 2009:232).

Çağımızın teorik biyologlarından Stuart Alan Kauffman biyolojiyi sistemler açısından incelemektedir. Karmaşık sistemlerin özelliklerini temel aldığı için aynı zamanda karmaşık sistemler araştırmacısıdır. Kauffman (2005:34)’a göre tüm kendi başına yaşayan sistemler dengesiz sistemler olduğundan bütün dengesiz sistemlerin davranışlarını öngörmemizi sağlayacak genel yasalar bulunması çok büyük önem taşımaktadır. Genel bir yasa olarak da “kendi kendine organizasyon” olgusunu ortaya atmıştır. Çalışmalarında bunun üstünde fazlasıyla duran Kauffman, sistem felsefesi açısından organizmaları değerlendirmiştir. Kimyasal sistemler olan hücrelerimizin kimyasal denge durumunda olmadığına şükretmemiz gerektiğini söyleyen araştırmacı, canlı bir sistem için dengenin ölüm anlamına geldiğini belirtmiştir. Çünkü canlı sistemler sürekli kimyasal dengeden uzak duran, açık termodinamik sistemlerdir (Kauffman, 2005:69). Açık, denge dışı sistemler, kapalı sistemlerin uyduğundan çok farklı kurallara uyarlar (Kauffman, 2005:69). Bunların yanı sıra hücre sadece açık bir

kimyasal sistem değil, aynı zamanda bir kolektif otokatalitik sistemdir (Kauffman, 2005:71). Diğer bir ifade ile kendi kendilerini ve birbirlerini beraberce katalizleyebilen sistemlerdir. Böylece karşılıklı bağımlılık ve etkileşim sonucunda yeni özellikleri ortaya koyabilmekte ve çeşitlilik sağlayarak hayati süreçlerini devam ettirebilmektedirler.

Hücre içindeki organeller, yaptıkları işlevler ile “biyolojik sistem” olarak tanımlanan hücrenin bir *alt sistemi* gibi görev yaparken, tek bir hücre de bir dokunun veya organizmanın alt sistemi olabilmektedir. Başka bir deyişle, hücre hem bir *üst sistem* hem de bir alt sistem görevini üstlenebilmektedir. Hücrelerin bir araya gelip etkileşimli çalışarak oluşturduğu bu topluluk dokuyu oluşturmakta, o da aynı hiyerarşik yapı ile bir organın, organ bir fizyolojik sistemin (dolaşım sistemi, sindirim sistemi, vs.), fizyolojik sistemler bir organizmanın (ör: insan), organizma ise ekosistemin bir bileşeni ve aynı zamanda alttaki diğer sistemlerin üst sistemi konumuna geçebilmektedir. Aradaki *bağlantılar* ve *etkileşimler* her bir sistemin ve bileşenin konumunu, sistem içindeki görevini belirlemektedir. Çok sayıda bileşenin böyle karmaşık görünen etkileşimleri sayesinde, yeni özellikte yapı ve fonksiyonlar zuhur etmektedir. Canlılıktaki hiyerarşik düzen yeni oluşumların öncülü niteliğindedir.

Hücre ve içinde bulunan diğer alt sistemler, parçası oldukları üst sistemlerin yapı, davranış ve işleyişini belirleyebilmektedirler. Mikro düzeydeki bir değişim makro düzeyde de değişimlere sebebiyet vermektedir. Bu açıdan bakıldığında, sistemin istikrarı açısından, en küçük parça bile oldukça önemlidir.

Sistemde bulunan tek bir bileşenin arızası ya da yok oluşu, tüm sistemi ve alt sistemleri etkileyebilmektedir. Her şeye rağmen, sistem bu arızayı kendi içinde telafi etmeye çalışarak hayatını veya varlığını sürdürmek için çabalayacaktır. Sistem tüm ayrıntıları ile bilinebilirse, kısmi olarak davranışları tahmin edilebilirdir; ancak canlı bir sistemi bütünüyle bilmek, mevcut şartlarda mümkün değildir.

2.3.2. Sistem Biyolojisi (Systems Biology)

Biyoloji alanı birçok alt dala ayrılmış bir bilim dalıdır. Biyoloji en küçük birim olan genlerden en büyük birim olan ekolojik sistemlere kadar uzanan ve bu

ikisinin arasında birçok kademeye sahip olan derin bir alandır. Her bir alt dal da kendi içinde tam bir bilim alanının niteliklerine sahip olacak şekilde gelişmiştir. Hal böyleyken, günümüz bilim dünyasına bakıldığında bilimler artık birbirinden çok da fazla ayrı düşünülmemektedir. Çünkü artık disiplinler arası bilim anlayışı hâkimdir.

“Sistem biyolojisi”, biyolojik problemlere ve olaylara belli bir sistem yaklaşımı ile bakmayı gerektiren disiplinler arası bir alan olup, ülkemizde nispeten yeni bir kavramdır.

Kitano (2002b)'ya göre biyolojiyi sistem seviyesinde anlayabilmek için, bir hücrenin veya organizmanın izole edilmiş elemanlarının özelliklerinden ziyade, hücrenel veya organizmal işlevinin dinamiği ve yapısı incelenmelidir. Ideker, Galitski ve Hood (2001)'a göre ise sistem biyolojisi, belirli bir biyolojik sistem çalışırken tüm elemanlarının ilişkilerini ve davranışını inceler.

2.4. Eğitimde Sistem Düşüncesi

Sistem düşüncesi kullanım alanı olarak çok geniş bir yelpazeye sahiptir. Birçok bilim dalında kuramsal ve uygulamalı olarak kullanılan sistem düşüncesi, eğitim alanında da kullanılmaktadır. Sistem düşüncesi eğitimde, birçok alanın birleştirilebileceği bir anlayış sunmaktadır. Hem bir öğretim yöntemi olarak hem de bir düşünme biçimi olarak görülmektedir.

Bu yaklaşım ayrıca eğitim yönetiminde sıklıkla başvurulan bir yaklaşım olarak da karşımıza çıkmaktadır. Çünkü eğitim sistemlerinin birçok sisteme göre çok karmaşık olan yapısı nedeniyle, eğitim sisteminin tasarımı ve planlamasında sistem düşüncesi ve sistem dinamiklerine ihtiyaç vardır (Groff, 2013). Betts (1992) okullardaki yönetimde sistem düşüncesinin uygulanması üzerinde durmuştur ve karar vericilerin sahip olduğu mevcut yaklaşımların, neden çalışmayacağını ve sistem yaklaşımında farklı olanı tam olarak anlamaya ihtiyaçları olduğunu söylemektedir. Brown (1999) yükseköğretim için de bu sistemik bakış açısının, eğitimin bütün kademelerinde benimsenmesi gerektiğine vurgu yapmıştır.

Sistem düşüncesi, eğitimde dinamik sistem düşüncesi olarak da kullanılmaktadır. Burada sistem dinamikleri temel alınarak, sistemlerin modellemeler yoluyla öğretimi ön plana çıkmaktadır. STELLA (Richmond), MODUS (Ossimitz),

STARLOGO (Resnick), NetLogo (Wilensky, 1999) gibi modelleme programlarıyla öğrencilere veya öğrencilere sistemin temel elemanları, sistem süreçleri ve etkileşimleri bilgisayar ortamında öğretilmektedir. Öğrenciler böylece gerçek hayatta deneme imkânı bulamadığı birçok süreci çeşitli yazılımlarla, modellerle ve bizzat kendisinin yapmayı denediği ve yaptığı uygulamalarla öğrenme imkânı bulmaktadır.

Sistem düşüncesi temel aldığı biyolojide kullanılmasının yanı sıra diğer alanlarda da çok yoğun kullanılmaktadır. Aslında kullanım alanları ve kullanım amaçlarından bağımsız bakıldığında, Peter Senge sistem düşüncesi disiplininin özünün, bir zihniyet değişikliğinde yattığını söyler. Bu zihniyet değişikliği kriterleri (Senge, 2011:86);

- Doğrusal sebep-sonuç zincirlerinden çok, karşılıklı ilişkileri kavramak,
- Anlık resimlerden çok, değişim süreçlerini kavramaktır.

Yukarıda belirtilen zihniyet değişikliği kriterleri incelendiğinde sistem düşüncesinin, eğitim-öğretimde hem bir düşünme biçimi hem de bir öğretim yöntemi olarak kullanılacak bir yaklaşım olabileceği görülmektedir. Bu yaklaşımın giderek geniş bir karşılıklı ilişkiler dizisini ve değişim düzenlerini tasvir etmek için zengin bir dil oluşturduğunu söyleyen Senge, önünde sonunda olayların ve ayrıntıların arkasındaki daha derinde yer alan işleyiş düzenlerini görmemize yardımcı olarak hayatı kolaylaştırdığını dile getirir (Senge, 2011:86). Giderek artan karşılıklı bağlantılar dünyamızı daha karmaşık hale getirdiği için yeni bir yolla öğrenmeyi öğrenme gereği ve bu karşılıklı bağımlılık sistem düşüncesine olan talebi arttırmaktadır (Richmond, 1991). Bu nedenle sistem düşüncesi, eğitimi geliştirme çabalarının hayati bir bileşeni olmalıdır (Thornton, Peltier, ve Perreault, 2004). Bilime sistemik bakış sayesinde, ilkelere ilgili olan ve insan etkileşimlerinin yanı sıra içsel etkileşimlerin, geleceğin sosyal dünyası için en iyi hizmeti sunacağı düşünülmektedir (Fahmy ve Lagowski, 1997).

Nuhoğlu (2013:128)'nin da belirttiği üzere, bu yaklaşım teorik bilgilerin daha iyi öğrenilmesini hedeflediği gibi, kendisini ilgilendiren problemlerle ilgili daha derin düşünme ve yaşadığı ortama daha kolay uyum sağlama gibi kişisel becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesini de hedefler. Sistem düşüncesini kişisel bir beceri

haline getirmiş insanlar, karmaşık sistemleri kısa yoldan, kestirme çözümlerle yönlendiremeyeceklerini bilirler.

Doğrusal düşünmeye ağırlık veren formel eğitim bu becerileri geliştiremediği gibi üstüne bastırmaktadır (Senge, 2011:87). Hatta Senge (2011)'nin "organizasyon öğrenmesi" nde belirlediği kritik beş disiplini birleştirici olarak gördüğü ve beşinci disiplin olan sistem düşüncesi, eğitim-öğretimde de bu işlevi üstlenmektedir. Keza düşünce sistemlerinde ya da yöntem ve yaklaşımlarında da aynı görevi üstlenmesi kaçınılmazdır.

Sistem düşüncesi paradigması, öğrencinin yönettiği öğrenme süreciyle, bir şeylerin gerçekten nasıl çalıştığını anlamaya aç olan ve dinamik ilişkilerin altında yatan ilgili güçlerin değişmesinin bir sonucu olarak, bu çalışmaların zamanı nasıl değiştirebileceğini sürekli olarak bulmaya çalışan öğrencileri çoğaltacaktır (Richmond, 1993).

Soderquist ve Overakker (2010)'ın belirttiği zayıf ve etkili olmayan zihinsel modellere yol açan, dolayısıyla sistem düşüncesinin bireyler tarafından benimsenmesinin önünde ki bazı engeller Nichols ve Ferrara (2014) tarafından şöyle sıralanmıştır:

- İnsanlar kendi başvurdukları kişisel çerçeveden kopmakta zorlanırlar. Bu başvurdukları çerçeve neyin çok ve neyin az önemli olduğuna dair sebep ve sonuçlar hakkında varsayımlar içerir.

- İnsanlar nesnelere ve eylemler üzerine odaklanma eğilimindedirler. İnsanlar testler, materyaller ve eğitim dönemleri (training sessions) üzerine odaklanır. Fakat sistem düşüncesinin merkezi, nesnelere ve eylemler arasındaki ilişkiler ağıdır. Sistem düşüncesi nesne ve eylemler arasındaki bu ilişkileri belirgin hale getirir.

- İnsanlar uzmanlık ve otorite alanlarının etrafındaki sınırları belirleme eğilimindedirler; fakat sistem düşüncesi disiplin ve organizasyon ile ilgili sınırlamaları tanımaz. Sistem düşüncesi birbirine bağlı olan ilişkiler ağı sınırları boyunca, sistem davranışı kalıplarını nasıl yarattığını sorar.

Sistem düşüncesi becerilerinin kazandırılması gereken resmi kurumlar okullardır. Okulların, öğrenci başarısını geliştirmede etkili olan bu becerilerin önündeki engellerden nasıl sakındıklarını araştıran Thornton, Peltier ve Perreault (2004), Peter Senge'nin sistem düşüncesine dair oluşturduğu kinayelerin (Senge, 2011), sistem düşünürü olmayanların yaptığı ortak hatalardan sakınmalarına yardım edebileceğini belirtmiştir.

2.4.1. Eğitimde Sistem Düşüncesi Bileşenleri, Özellikleri ve Becerileri

Sistem düşüncesine yönelik, her ne kadar ortak payda da buluşmak zor olsa da, olması gereken birçok temel bileşen, özellik ve beceri saymak mümkündür. Sistem düşüncesine yönelik bu türlü konularda, bunun eğitim koluna odaklanan araştırmacılar, sistem düşüncesine farklı açılardan yaklaşmış ve bu yaklaşımı farklı boyutlardan ele almışlardır. Örneğin sistem düşüncesinin eğitimine bilgisayar tabanlı olarak yaklaşan Ossimitz (2000), bu yaklaşımın dört gerekli boyutunu aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

- Modeller içinde düşünme: Modellemeyi açıkça kavramak sistem düşüncesi kendinin gerçekliğinden değil, kendi gerçekliğimizin modellemesinden bahseder. Modeller içinde düşünme *model-yapma* becerisini de kapsar. Modeller geleceği yapılandırmak, doğrulamak ve geliştirmek zorundadır. Westra, Boersma, Waarlo ve Savelsbergh (2007)'e göre modelleme sistem düşüncesinin önemli bir kısmıdır ve modeller özel bir problemi anlamaya yardımcı olmak için bir dizi teoriden faydalanır. Bir model asla gerçekliğin bütün özelliklerini içermez; sadece problemin çözülmesi bağlamında gerekli olan özellikleri içerir (Westra, Boersma, Waarlo, ve Savelsbergh, 2007).

- Kapalı döngü düşüncesi: Karşılıklı ilişkili ve sistemik yapılarda düşünmek -karşılıklı ilişkide bulunan sistemler sadece doğrusal değil doğrusal olmayan etkileşimlere de sahiptir. Bu geri bildirim döngülerine sebep olur. Bir kez kısır bir döngüye girildiğinde, tüm süreç için tek bir sebep tanımlayamazsınız, herhangi bir sonuç da sebebi etkileyebilir. Geri bildirim döngülerini uygun şekilde anlamak ve zamanla şeylerin ortaya çıktığını görmek için sistemik bir bakış gereklidir.

- Dinamik düşünce: Sistem düşüncesi, dinamik süreçlerle düşünmeyi içerir.

Dinamik düşünce geleceği öngörme anlamına da gelir. Sıklıkla simülasyon modelleri gelecekteki gelişmeleri öngörmek için yardımcıdır veya hatta gereklidir - özellikle gerçeklik oldukça yavaş ortaya çıktığında.

Vachliotis, Salta ve Tzougraki (2014), sistem düşüncesinin bir sistemin temel bileşenleri/alt-sistemlerini analiz etme ve anlamlı bir bütün içinde bu bileşenleri sentezleme, doğal olarak ilgili sistemi organize etme becerisiyle ilgili olduğunu söylemiştir. Buradan yola çıkarak sistem düşüncesi yapısını üç aşamasında aşağıdaki gibi açıklamışlardır;

1. Aşama: Bazı ayrı ve ilgisiz kavramlar ve/veya bağlantılar, tanımlanmış kavramsal sistemle açıklığa kavuşturulur.

2. Aşama: Özel bir etkileşime sahip olan, iki veya daha fazla bileşen ayırt edilir, bütün sistemin bir parçası olan daha geniş bir kavramsal alt sistemi formüle edilir.

3. Aşama: Anlamlı bir bütün içeren daha büyük parçalar/alt sistemler, bütün karşılıklı ilişkiler ayırt edilir. Diğer bir deyişle, ilgili bütün kavramsal sistem tanımlanır.

Ben-Zvi Assaraf ve Orion (2005a) yaptıkları çalışmayla sistem düşüncesine yönelik, literatürden faydalanarak, sekiz özellik derlemişlerdir. Bu sekiz özellik ya da beceri “Sistem Düşüncesi Hiyerarşisi” (Systems Thinking Hierarchy - STH) modeli olarak adlandırılmıştır. Araştırmacılar, daha sonraki çalışmalarında bu modeli kullanıp geliştirmişlerdir. STH modeli Ben-Zvi Assaraf, Dodick ve Tripto (2013) tarafından yapılan bir çalışmada üç seviyeye ayrılmıştır. Böylece öğrencilerin bir sistemi anlayışlarıyla ilgili daha ayrıntılı bilgi sağlayacağı düşünülmüştür.

Stave ve Hopper (2007) eğitimsel çabalarda sistem düşüncesinin etkisini geliştirme ve ölçmede kullanmak için bir sistem düşüncesi taksonomisi oluşturmayı hedeflemişlerdir. Taksonomi, sistem dinamiği literatürünün gözden geçirilmesi ve sistem eğitimcileri ile yapılan mülakatlardan ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ilk basamak olarak bir sistem düşünürünü betimleyen özelliklerin araştırılmasına odaklanılmıştır. Sistem düşüncesiyle ilgili bir konferansta yaklaşık 75 sistem eğitimcisiyle (K-12 eğitim programı) anket ve mülakatlar yapılmıştır. Burada amaç

sistem düşünürlerinin niteliklerini belirlemek ve bir kişinin sistem düşüncesi seviyesini ölçmede bir metot tanımlamaktır. Sistem dinamiği topluluğu içinde sistem düşüncesinin tek bir tanımı olmamasına rağmen, sistem düşüncesinin yedi bileşeni etrafında fikir birliği oluşmuştur. Önerilen sistem düşüncesi taksonomisini oluşturmak için Bloom'un eğitim hedefleri taksonomisi üzerine planlama yapılmıştır. Sonra bu taksonomi her seviyedeki başarının göstergelerini tanımlama ve başarıyı ölçme testlerinde kullanılmıştır. Öğrenciler bir seviyeyi tamamladıklarında göstermeleri gereken becerileri ve becerilerini nasıl ölçebileceği de belirtilmiştir. Bu girişim, sistem düşüncesi uygulamalarında daha standart bir değerlendirme ölçümü için ilk basamağı oluşturmaktadır.

Stave ve Hopper (2007) yaptıkları araştırmalar ve literatürden ortaya çıkan fikir birliği sonucu oluşan yedi sistem düşüncesi bileşeni ve niteliğini aşağıdaki gibi açıklamıştır:

1. Bağlantıları Fark Etme: Sistematik olarak düşünmenin temel seviyesi var olan sistemi ve karşılıklı-bağlantılı parçalardan oluştuğunu fark etmedir. Bu bütün bir sistemin parçalarını, bütünlerini ve zuhur eden özelliklerini tanımlama becerisini içerir. Karşılıklı bağlantıları fark etme, bütün sistemi görmeyi ve sistem parçalarının bütünle nasıl ilişkide olduğunu anlamayı gerektirir.

2. Geri Bildirimi Tanımlama: Bu nitelik, bir sistemin parçaları arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini tanımlama, nedensel ilişki zincirlerini açıklama, geri bildirim oluşturan kapalı nedensel zincirlerini fark etme ve bireysel ilişkilerin kutbunu ve geri bildirim döngülerini tanımlama becerisini içerir.

3. Dinamik Davranışı Anlama: Bir sistem tarafından gösterilen davranış kalıplarını oluşturmaktan sorumlu geri bildirim anlamanın anahtar bileşenidir. Bu, sistem problemlerini dinamik davranış açısından tanımlamayı, sistemi dışsal düzensizliklerden ziyade içsel yapının bir fonksiyonu olarak görmeyi, geri bildirim yapılarının farklı tipleri ile ilişkili davranış kalıbı tiplerini anlamayı ve gecikmenin davranış üzerine etkilerini fark etmeyi içerir.

4. Stokların ve Akışların Farklılaşma Tipleri: Bir sistem düşünürü için basit fark etme ve nedensel ilişkileri açıklayabilme yeterli değildir. Oran ve seviyeleri

tanımlayabilme ile madde ve bilgi akışı arasındaki farkı anlama ve bir sistem içinde farklı değişkenlerin çalıştığı yolu anlama son derece önemlidir.

5. Kavramsal Modeller Kullanma: Sistem davranışını açıklayabilme; nedensellik, geri bildirim kavramlarını ve değişken tipleri sentezleyebilme ve uygulayabilmeyi gerektirir.

6. Simülasyon Modelleri Oluşturma: Bazı yazarlara göre, matematiksel terimler içinde sistem bağlantılarını kurarak simülasyon modelleri oluşturma becerisi, sistem düşüncesinin ileri bir bileşenidir. Bu kategori nicel veri modellerinin yanı sıra nitelin kullanımını ve bazı standartlara karşın modelin geçerliliğinin sağlanmasını içerir.

7. Politikaları Test Etme: Birçok insan, sistem düşüncesinin anlatımını, güçlendirme noktalarını tanımlama ve karar verme hipotezlerini test etme için simülasyon modellerini kullanmayı önerir. Bu sistem davranışını anlamada simülasyon modellerinin kullanımını ve değer ve yapı parametreleri içinde değişikliklerin sistemik etkilerini test etmeyi içerir.

Sistem düşüncesinin eğitim alanı için yeni sayılabilecek bir yaklaşım olması hasebiyle, bahsedilen birçok özellik ve beceriye dair sorunlar oluşabilmektedir. Tabii bu durum araştırmacıların ilgisi kapsamındadır. Sistem ve sistem düşüncesine dair temel bileşen, özellik ve becerilerin farklı eğitim kademlerinde ki yansımaları merak konusudur. Böylece bu alanda nitelikli tespitler yapmak, bu yaklaşımın eğitimin her kademesi ve her alanında daha iyi hale getirilebilmesinin yolunu açacaktır. Genel olarak insanlar sistem kavramlarıyla ilgili zayıf bir anlayışa sahiptir (Pala ve Vennix, 2005) ve geleneksel eğitim, sistem düşüncesi yeteneklerini geliştirmede büyük ölçüde başarısızdır; oysa öğrenci merkezli eğitim metotları bu açıdan daha umut verici görünmektedir (Arndt, 2006). Sistem düşüncesini düzeltmek için görece uygun olan birkaç eğitim metodunu kıyaslayan Arndt (2006), sistem dinamiği modellerini ve ilave didaktik materyaller içeren birleştirilmiş öğrenme çevrelerinin pozitif öğrenme etkilerine sahip olduğunu tespit etmiştir. Bunun için araştırmacılar sistem düşüncesini geliştirmek adına çeşitli uygulamalar yapmaktadırlar. Mesela Nuhoglu (2008) sistem dinamiği ve sistem düşüncesi yaklaşımının, öğrencilerin olaylar

arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini ve geri bildirim döngülerini matematiksel bir mantık çerçevesinde bir benzetim programı ile yapılandırarak kalıcı öğrenmeye yardımcı bir yaklaşım olduğunu görmüştür.

Özellikle Ben-Zvi Assaraf ve Orion (2005a)'a göre öğrencilerin karmaşık sistemleri algısı ve bu algıyı etkileyen faktörler, sistem düşüncesinin bilişsel bileşenleri arasındaki ilişkiler önemlidir. Eğitim uygulamaları sonucu öğrencilerin sistem düşüncesi gibi üst seviyeli düşünme becerileri geliştirilebilmektedir (Ben-Zvi Assaraf ve Orion, 2005a, 2009; Keynan, Ben-Zvi Assaraf, ve Goldman, 2014). Araştırmalar kendi sistem düşüncesi becerilerinde anlamlı bazı ilerlemeler kaydeden öğrencilerin çoğunun en alt düzeydeki başlangıç sistem düşüncesi becerilerine sahip olduğunu göstermiştir (Ben-Zvi Assaraf ve Orion 2005a). Ayrıca öğrencilerin sistemdeki süreçleri anladığını fakat birçoğunda sistemin dinamik, döngüsel ve sistemik kavramlarında eksiklik olduğu da tespit edilmiştir (Ben-Zvi Assaraf ve Orion, 2005b).

Öğrencilerdeki farklı ilerlemelerin kaynağı olarak iki ana faktör bulunmuştur:

a) öğrencilerin bireysel bilişsel becerileri

b) onların içeride ve dışarıda yapılan sorgulamaya-dayalı öğrenme süresince bilgiyi bütünleştirme (integration) aktivitelerine katılım seviyeleridir (Ben-Zvi Assaraf ve Orpaz, 2010).

Dünyayı birleşik bir bütün olarak görme anlayışından yola çıkarak, öğrencilerin yer sistemleri ve onların kavramsal karmaşıklık seviyesini anlamasının gelişimini araştırmıştır. Beraberce tek bir bütünü oluşturan elemanların etkileşimiyle toplanan karmaşık olguları hesaba katmada, öğrencilerin becerilerinde belirgin bir ilerleme olmuştur. Yer bilimlerinde (jeoloji) sistem düşüncesi becerilerini geliştirmenin, öğrencilerin çevre okur-yazarlığını kazanmaları için temel bir adım olduğu görülmüştür.

Yukarıda bahsedilen sistem düşüncesi becerilerinin varlığı genel olarak ortaokul öğrencileri üzerinde ortaya konulmuştur. Lewis (2013) 18-19 yaş grubuyla çalışmıştır. Çalışmanın amacı, öğrencilerin karmaşık sistemleri nasıl kavramsallaştırdıklarına ışık tutmak ve bir sistem bakış açısına veya karmaşık sistem

düşüncesinin belirtilerine işaret eden potansiyel özelliklerini ortaya çıkarmaktır. Sonuçta öğrencilerin sistem düşüncesini tanımlama potansiyeline sahip olduğu ve özellikle öğrencilerinin karmaşık sistemleri kavramsallaştırmada nitel olarak farklı yollara sahip olduğu ortaya konmuştur. 11'inci sınıf öğrencilerinin organik kimya alanındaki sistem düşüncesi yeteneklerini araştıran Vachliotis, vd. (2014) ise öğrencilerin bir bilim alanı içerisinde sistem düşüncesi seviyesinin, öğrencilerin ilgili bilim kavramlarını anlamlı anlamasıyla belirgin şekilde etkili olmuştur. Sweeney ve Serman (2000) ise iki farklı üniversitenin lisans ve lisansüstü öğrencileriyle çalışmıştır. Geliştirdiği sistem düşüncesi envanteriyle, sistem dinamiği kavramlarından bazılarının üniversite seviyesinde bile zayıf anlaşıldığını tespit etmiştir.

Sistem düşüncesinin eğitim alanındaki kullanımı sadece ortaokul ve liseyi değil, mühendislik bölümlerinde olduğu gibi üniversite düzeyini de içine almaktadır (Fordyce, 1988; Jensen, 2014). Gerçekten de sistem düşüncesinin en geçerli olduğu alanlar mühendislik alanlarıdır.

Sistem düşüncesi öğretim sürecine bir yöntem olarak eklenmiş olduğunda, öğrenci başarısını geliştirmede çok büyük faydalar sağlayacaktır (Thornton vd., 2004). Bundan dolayı sistem düşüncesi becerilerinin gelişimi için eğitim müfredatı ve programı açısından bazı girişimlerde bulunmak yerinde olacaktır. Hatta bunun için Warburton (2003), sistem düşüncesinin programa entegre edilebilmesinde bazı ilkeler öne sürmüştür. Bunlar:

1. Çok kapsamlı kavramsal ve materyal içeriği sağlama,
2. Karşılıklı bağlantıları ve birbirine bağlılığı gösterme,
3. Yapı ve süreçlerin statik yönünden ziyade dinamik yönünü vurgulamadır.

Böyle bir eğitim yaklaşımında, programın daha etkili olacağı açıktır. Ben-Zvi Assaraf ve Orion (2009) sistem yaklaşımıyla tasarladıkları program ve eğitim planıyla, öğrencilerin döngüsel ve sistemik anlayışlarında anlamlı bir ilerleme olduğunu görmüşlerdir. Tasarlanan bu program sadece kendi sistem yaklaşımıyla değil, bilimsel ilkeler, kavramlar ve becerileri içeren fizik, kimya, jeoloji ve biyoloji gibi temel bilimlere de çerçeve sağlamıştır. Tasarlanan müfredat; tartışma, düşünme

ve analiz için yeterli zaman bırakmalıdır. Aynı zamanda, öğrencilerdeki ilerlemenin ve öğrencileri değerlendirmenin açık bir sistemi olmadığı sürece, sistem doğrultusunda hazırlanan ders programını eğitimcilerin kabullenmesi zordur (Plate ve Monroe, 2014). Gerçekten böyle bir program tasarlandığında, eğitim hedef ve amaçlarının açık olması gerekir.

Fruland (2006) yaptığı çalışmada, disiplinler arası bir metot dersinde, farklı disiplinlerden on iki aday öğretmenden oluşan bir grubun, tartışma tabanlı müfredat geliştirme sürecinde, sistem düşüncesi paradigmasını kullanmıştır. Bu esnada topladığı verilerde genelde, bazı önemli bilgi boşlukları ve alternatif kavramlar ile sistemlerin doğasına yönelik temel bir anlayış olduğunu ortaya çıkarmıştır. Sistem düşüncesine dayalı tartışma tabanlı müfredat geliştirme sürecinin, aday öğretmenlerde eleştirel düşünme ve çoklu bakış-kazanmada katkıları olduğu görülmüştür. Sonuçta sistem düşüncesinin içerik seçiminde tamamlayıcı bir yapı ve süreç sağladığı anlaşılmıştır.

2.4.2. Biyoloji Eğitiminde Sistem Düşüncesinin Yeri

Daha önce de değinildiği üzere karmaşık sistemleri anlamamanın zorluğu beraberinde birçok problemi de getirmektedir. Bilimi anlamamanın temeli karmaşık sistemleri anlamaktan geçmektedir (Hmelo-Silver vd., 2007). Biyolojik sistemlerin karmaşıklığı, bunları anlamayı çok zorlaştırmaktadır. Karmaşık sistemleri anlama, bilim okur-yazarlığı için gerekli bir bileşen ve çok sayıdaki gerçek-dünya olgusunun çalışmasının nasıl olduğunun kavranması için önemlidir (Hmelo-Silver vd., 2008). Bu nedenle özellikle karmaşık olan biyolojik sistemleri anlamada Hmelo-Silver vd. (2007) bir yol önermişlerdir. Bunu Yapı–Davranış– İşlev Teorisi (Structures–Behaviors–Functions [SBF] Theory) olarak adlandırmışlardır. Araştırmacılar, *Yapı–Davranış–İşlev Teorisi (Structures–Behaviors–Functions Theory [SBF])*'sinin dayandığı üç temel unsuru şöyle açıklamışlardır:

Yapılar (Structures): Bir sistemin yapısal elemanlarını ifade eder. Biyolojik sistemler doğada çok çeşitlidir, dolayısıyla yapılar boyut ve organizasyonu değiştirebilir. Yapılar, çıplak gözle görülebilir; yani makroskobik olabilir. Mikroskobik de olabilirler, kırmızı kan hücreleri veya bakteriler gibi. hiyerarşik

olarak organize olabilirler; hücrelerin dokuları oluşturduğu, üstelik sistemi oluşturduğu solunum sisteminde olduğu gibi. Bununla birlikte, başka çeşit sistemde (ör: ekosistem), bunlar yarı-otonom olabilirler, fakat sistemin parçaları etkileşir; balık ve bakteri gibi.

Davranışlar (Behaviors): Bir sistemin yapılarının, çıktı veya işlevini nasıl başardığının mekanizmalarını ifade eder. Makroskobik ve mikroskobik yapıların her ikisi de onlarla ilintili belirli davranışlara sahiptir. Davranışlar iç içe düzenlenebilir (organın ve dokuların davranışları gibi) veya etkileşebilirler (farklı genlerin davranışları, organizmanın görünür davranışını tam olarak meydana getirmek için etkileşir).

İşlevler (Functions): Bir elemanın bir sistem içindeki rolünü ifade eder (ör: alveoller gaz değişiminin meydana geldiği yerdir). Organizasyonun çeşitli seviyelerindeki birçok farklı yapı işlevi yerine getirmek için bir etkileşim tutumu içinde davranabilir. Ör: solunum sistemi enerji sağlamak için oksijen sağlayan sistemdir ve hücresel süreçler gibi, bunlar bu işleve olanak sağlar. Farklı organizmalar, özdeş işlevleri tamamlamak için çeşitli davranışlar sergileyen farklı yapılara sahiptir.

Araştırmacılar yaptıkları akademik çalışmalarda bu teoriyi kullanarak karmaşık sistemlerin eğitim, analiz ve değerlendirmesini yapmışlardır. Örneğin Hmelo, Holton ve Kolodner (2000), SBF modeli çerçevesinde solunum sistemi üzerinde uyguladıkları eğitimde, öğrencilerin (6.sınıf) “işlev”den çok “yapı”yı ve solunum sisteminin farklı bileşenlerinin nedensel davranışlardan çok işlevlerini çok daha iyi anladıklarını ortaya koymuşlardır. Yine solunum sistemi ve bir akvaryum ekosistemi olmak üzere, iki karmaşık sistemin anlaşılmasında bu teoriyi Hmelo-Silver vd. (2007) kullanmışlardır. Buna göre öğretmen adaylarının ve öğrencilerin (7.sınıf) anlayışlarının “yapılar” üzerinde minimal seviyede farklılaştığı tespit edilmiştir. Fakat farklılığın yeri, sistemlerin en az göze çarpan elemanlarının, nedensel “davranış” ve “işlevlerini” anlamadır. Öğretmen adaylarının ortaokul öğrencilerine göre birazcık daha karmaşık bir zihin modelleri olduğu tespit edilmiştir.

Taşdelen (2016), biyoloji öğretmen adaylarında nitel araştırmaya dayalı olarak genelde evrene, doğa olaylarına ve sorunlara bakışta sistem düşüncesini; özelde ise biyolojik sistem ve biyolojik mantık yaklaşımını araştırmıştır. Araştırma, belli bir zamanla sınırlandırılmış bir grubun mevcut durumunun sistem düşüncesi açısından incelenmesi ve bir durum tespitini de içermektedir. Bu araştırma sonucunda öğretmen adaylarının sahip olduğu sistem ve biyolojik sistem algıları, literatürde yer alan genel tanımlarıyla yakından ilgili özellikleri içermektedir. Öğretmen adaylarının sistemin “düzenliliğine”, “ilişkili/bağlantılı olmasına”, “bütünselliğine”, “anlaşılabilirliğine” ve “yapısal özelliklerine” değindiği ve ayrıca “sistem çeşitlerine” yer verdikleri görülmüştür.

2.4.3. Biyolojik Mantık

“Biyolojik mantık” kavramını anlayabilmek için öncelikle “Mantık ve mantıklı düşünme nedir?” sorularının cevabını vermemiz gerekir. Çüçen (2009:15) mantık kavramı için kelime anlamı olarak Yunan filozofu Herakleitos ve İslam bilgini Farabi'nin tanımlarını vermiştir: Herakleitos'a göre mantık logos *kelimesinden* türemiştir. Logos, evrendeki zıtlığın, uyumsuzluğun, çatışmanın, savaşın, oluşun kısaca her şeyin gerisindeki uyum ve düzendir. Farabi'ye göre ise mantık *nutk* kelimesinden türemiştir ve üç anlamı vardır

- İnsanların nesnelere ve olguları anlama gücü,
- Bu anlama gücü sonucu insan ruhunda oluşan düşünme ya da iç konuşma,
- Düşünme ya da iç konuşmanın dile getirilmesidir.

Çüçen (2009) mantık kavramını, bir terim olarak aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

- Doğru ya da düzgün düşünme ya da tutarlı düşünmeye karşılık gelen bir düşünme türüne ve tarzına verilen addır
- Doğru düşünme tarzını kendisine konu edinen bilime verilen addır. Yani bilim dalıolarak mantık, doğru ve düzgün düşünme formlarını inceler

Ayrıca mantık doğru düşünmeyi doğru olmayandan ayırmak için kullanılan ilkelerin ve metotların bilimi şeklinde de tanımlanabilir (Emiroğlu, 2011:12). Dikkat

edileceği üzere, mantık kelimesi hem bir bilimin adıdır, hem de bir düşünce tarzını belirtmek için kullanılmaktadır (Öner, 2009:18).

Mantıklı düşünme eleştirel düşünmeyle paralel kavramlar olarak ele alınabilir. Aynı zamanda sistem düşüncesi becerileri eğitimde eleştirel düşünme becerilerine uygun bir bağlam içermektedir (Richmond, 1993). Bir alanda eleştirel olarak düşünmek, o alanın mantığını kavramak demektir (Nosich, 2012:98). Mantıklı düşünmeyi bunun üstüne bina eden Nosich (2012:51) mantık kurmayı sekiz bileşenle anlatmıştır.

Buraya kadar anlatılanlar göz önüne alınarak “*biyolojik mantık*” için basit bir tanımlama yapılabilir: Biyoloji, sistem, sistem düşüncesi ve mantık kavramlarının akıllardaki karşılığı birleştirildiğinde karşımıza “*biyolojik mantık*” çıkmaktadır. Biyolojik mantık, biyolojik süreçlerin işleyişindeki akla yatkınlığın ve iç tutarlılığın fark edilmesi için öne sürülmüş bir kavramdır. Biyolojik süreçlerin rastgelelikten uzak bir yapıda, akla yatkın kurallar dâhilinde işlediğini öne sürer. Bu akla yatkın ve mantıklı kuralların da temelini sistem düşüncesinin özellikleri oluşturmaktadır.

Sistem ve sistem düşüncesine dair temel bilgiler daha önce verilmiştir. Bu yaklaşımın temelleri “genel sistem teorisi” ve günümüze gelen türevleri ile düşünme sistemlerinden yola çıkılarak ortaya konulmuştur. Aslında, “sistem düşüncesi” bütünü görmeyi amaçlayan temel bir düşünme ve problem çözme yoludur. Analizi ve sentezi birleştirir. Başka bir ifade ile ne tamamen indirgemecidir, ne de holistiktir. İkisinin beraber etkileşimiyle daha güçlü olduğu bir yol çizer. Bunlardan yola çıkarak, biyolojik mantık bir nevi, biyolojik sistemlerin sistem düşüncesi penceresinden incelenmesidir. Diğer bir ifade ile biyolojik bileşen ve süreçlerin belli bir mantık çerçevesinde birbirleriyle ve çevreleriyle kurdukları etkileşimlerin oluşturduğu sistem düşüncesinden temel alan yaklaşıma biyolojik mantık denir. Sistem düşüncesi ve biyolojik mantık yaklaşımı, her bir türün özgün varlığını ve hayat olaylarının temelinde yatan evrensel gerçeği daha derinden idrak ederek biyoloji eğitiminde yeni bir düşünsel yöntem arayışıdır.

Biyolojik mantıkla en yakın ilişki, olayın gerçekleşme biçimidir; yani olay neden böyle cereyan ediyor da, bir başka türlü cereyan etmiyor? Biyolojik mantık

aynı zamanda insan aklının kurguladığı; fakat biyolojik sistemlerdeki mantıkla birebir uyumlu olan bir mantıktır.



3.KELEBEKLER VE YAŞAM DÖNGÜLERİ

3.1.Kelebeklerin Genel Özellikleri

Kelebekler, güveler ile birlikte Lepidoptera (Pulkanatlılar) takımında yer almaktadırlar. Lepidoptera takımı tür sayısı bakımından hayvanlar aleminin en kalabalık Insecta sınıfı içinde yer alan ve bu sınıf içinde de 150.000'den fazla tür ile ikinci sırada bulunan böcek takımındadır (Koyuncu, 2011).

Genel yapıları birbirine benzeyen kelebek ve güveler bir takım özellikleri ile birbirlerinden ayrılırlar. Bu özellikler şunlardır; Kelebeklerin anten uçları topuz şeklinde sonlanmaktadır. Bu yüzden Latince isimleri topuz antenliler anlamına gelen Rhopalocera alttakımı altında sınıflandırılmıştır. Güvelerin ise antenleri topuz şekli dışında farklı şekillerde olabilmektedir. Bu yüzden Latince isimleri değişik antenliler anlamına gelen Heterocera alttakımı altında sınıflandırılmıştır. Bunun yanında kelebekler genel itibari ile gündüz, güveler ise gece uçarlar. Fizyolojik yapılarına bakıldığında ise, kelebekler güvelere göre daha parlak renklere ve desenlere sahip olup, herhangi bir yere konduklarında kanatlarının üstünü gösterebildikleri gibi kanatlarının alt kısmını da gösterebilirler. Güveler ise soluk renklidirler ve kanatlarının sadece üst kısmını gösterebilirler (Bozacı, 2011; Sözen, Tarihsiz).

Kelebeklerin vücutları kiremit dizilişi şeklinde gözle zor görülebilen pullarla örtülü olup bu pullar uçları yassılaşılarak genişlemiş kıllardır. Kelebeklerin kanat büyüklükleri türlerine göre değişiklik gösterir. Emici tipteki ağız parçaları hortum şeklinde olup çiçeklerin bal özünü emerler. Göğüs kısımlarında iki çift kanat ve üç çift bacak bulunur. Bacaklarının uç kısımlarında hissediciler mevcuttur. Bu şekilde kelebekler balözünün tadının ayaklarıyla alır ayrıca ayaklarıyla çiçeğin suyunu kontrol ederler. Tüylü başlarında büyükçe iki petek göz ve çoğunda iki nokta (osel) göz bulunur. Ayrıca çiçeklerin üzerinde insanların çıplak gözle göremeyeceği bir ışık bulunmaktadır. Bu ışığı kelebekler görebilirler ve bu sayede çiçekleri bulabilirler. Sindirim ve üreme organları ise karın kısımlarında bulunmaktadır (Bozacı, 2011; Erkan, 2014). (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Kelebeklerin genel yapısı (Anonim, 2019)

Kelebeklerde çoğalma yumurta ile olur. Erkek ve dişi kelebeğin çiftleşmesinden bir süre sonra dişi kelebekler genellikle bir bitkinin yaprağına yumurtalarını bırakır.

3.1.1. Kelebeğin Dört Aşamalı Yaşam Döngüsü

Kelebeklerin metamorfoz(başkalaşma) olarak bilinen yaşam döngüleri yumurta, larva, pupa, yetişkin olarak 4 evreden oluşmaktadır. Kelebeğin yumurtadan yetişkinliğe erişme süresi türlere göre 3 haftadan bir kaç aya kadar değişim gösterir.

3.1.1.1. Yumurta Dönemi

Yumurta dönemi yaşam döngüsünün ilk aşamasıdır. Yumurtaların büyüklüğü 1-2mm. civarında olup renk ve biçimleri kelebek türlerine göre farklılık göstermektedir. Yumurtalar normal koşullarda olgunlaşıp çatlaması 6-14 gün arasında değişmektedir Kelebek yumurtasının şekli, büyüklüğü ve dokusu türden türe büyük farklılık göstermektedir. Satyrines ve Heliconiines yumurtaları tipik olarak kubbe veya mermi şeklindedir. Hesperiiidae, Papilionidae ve Riodinidae'lerin büyük bir bölümünün yumurtası yuvarlak ve pürüzsüzdür. Polyommata'lerin yumurtaları

ağsı yüzeylidir ve üstten basık lokma gibi gözükür. Pierine'ler uzun kuka şeklinde dikey yumurta üretirler.

3.1.1.1.1. Döllenme

Nymphalidae ve diğer kelebeklerin büyük kısmında yumurtalar dişinin yumurtlaması sırasında şekillendirilir. Yumurtalar dişinin karnında geliştiği süre boyunca boyut olarak büyür. Yumurtlama yumurtalar belli bir büyüklüğe eriştiği zaman tetiklenir. Yumurtalar yumurtalıktan yumurta odasına geçer ve yumurtlamadan hemen önce döllenir. Sperm bu ana kadar dişinin karnında özel bir bölmede depolanır.

3.1.1.1.2. Yumurtlama

Kelebekler yumurtalarını tırtılların besleneceği konukçu bitkilerin üzerine veya yakınlarına tek tek veya grup halinde bırakırlar. Birçok tür yumurtalarını konukçu bitkiden uzağa kuru ot saplarına, ölü yapraklara ve hatta toprağa bırakırlar. Bu strateji yumurtaların yanlışlıkla otlayan hayvanlar tarafından yenilmesini önler. Bu yöntem ayrıca yumurtaların parazitoid arılar ve sinekler tarafından bulunmasını zorlaştırır.

3.1.1.1.3. Besin bitkisi tercihleri

Birçok türün larvası bir veya iki farklı tür bitkinin yapraklarıyla beslenir ve kendilerini yanlış tür ağaç, çalı veya ot üstünde bulurlarsa ölürler. Birkaç tür besinle beslenebilen türlerin de hiyerarşik bir besin bitkisi tercihi vardır; besin değeri düşük bitkileri sadece tercih ettikleri bitkileri bulamadıkları zaman tüketirler. Bu sebepten kelebekler zamanlarının önemli bir kısmını doğru bitkiye yumurta bıraktıklarından emin olmak için yaprakları kontrol ederek geçirirler.

3.1.1.1.4. Küme Halinde Yumurta Bırakma

Kelebekler genellikle yumurtalarının büyük bir kısmını yaşamlarının ilk bir kaç gününde bırakırlar.

Bazı türler yumurtanı düzenli kümeler halinde, Aporia, Euphydryas, Chlosyne ve Aglais türleri gibi diğerleri ise üst üste 3 katmana kadar düzensiz yığınlar halinde

bırakır. Kümeler halinde yumurta bırakmak her bir tırtılın hayatta kalma ihtimalini artırır.

3.1.1.1.5.Olgunlaşma

Birçok kelebek türünde yumurtalar bırakılmadan önce dişinin karnında 3-6 gün arasında olgunlaşmaya ihtiyaç duyar. Bu süre dolduktan sonra, yumurtlama aktivitesi kelebeğin biyolojik veya sirkadiyen saati ile kontrol edilir. Bu sebepten kelebek yumurtalarını sadece günün belirli saatlerinde bırakır ki bu kelebeğin “dinlen-beslen-uç-yumurtla” aktivite sekansına uyar. Yumurtlama sıcaklık, ışık seviyesi gibi çevresel etkenlerle tetiklenebilir veya değişebilir. Aktivite sekansının yumurtlama bölümü çoğunlukla 5 dakika kadardır, fakat güneş bulutlar tarafından perdelenirse ve sıcaklık düşerse bu süre azalır.

3.1.1.1.6.Yumurtadan çıkma

Yumurtadan çıkma süresi türden türe değişkenlik gösterir. Tropikal kelebek tırtılları genellikle yumurtadan bir hafta içinde çıkar, fakat ılıman bölgelerde bu sürenin 10-14 gün olması daha karakteristiktir ve yumurtanın kış uykusuna yatıp kışı atlattığı birçok tür de mevcuttur ve bu durumda yumurtadan çıkma süresi birkaç ay sürer.

3.1.1.2. Larva Dönemi(Tırtıl)

Larva dönemi yaşam döngüsünün ikinci aşamasıdır. Yumurtadan çıkan tırtıl üzerinde bulunduğu bitkiden beslenerek büyümeye başlar. Larvalar erişkin boya ulaşıncaya kadar bir kaç defa deri değiştirirler. Bu dönem 3-6 hafta kadar sürer.

3.1.1.3.Krizalit Dönemi (Pupa)

Krizalit dönem (Pupa), üçüncü aşamadır. Yeterli büyüklüğe ulaşan tırtıl (bazı türlerde baş aşağı bazı türlerde ise gövdelerinden ince bir ağ iplikle kendilerini bağlayıp dikine olacak şekilde) koza oluşturmaya başlarlar. Pupa süresi 10-12 gün kadar sürebilir.

3.1.1.4. Yetişkinlik Dönemi (Kelebek Dönemi)

Yetişkin dönemi ise son aşamadır. Kozadan çıktığında kanatlar gövdeye yapışık ve buruşuk olan kelebek, kanatlarına hava ve kan pompalayarak açar. Kanatlar yavaş yavaş gelişip büyüyerek 20- 30 dakika kadar sonra tam bir kelebek formunu alır (Lamb ve ark, 2002)

Ortalama kelebek ömrü (ergin olarak geçirdikleri süre) türlere göre değişse de 1-2 hafta kadardır. Ayrıca ergin dönemlerine yumurta, tırtıl ve pupa dönemlerini de eklediğimizde çok daha uzun ömürleri vardır. Türkiye'nin kelebeklerinden en kısa ömürlü olanlar maviler ve bakırlardır (Ltcenidea). Bu gruptaki kelebekler sadece bir kaç gün yaşamaktadır. Orak Kanat (Gonepteryx rhamni) ise ergin dönemi en uzun olan kelebeklerden biri olup 9-10 ay boyunca uçmaktadır. Çok Gözlü Mavi (Polyommatus icarus) ise 3 hafta kadar uçabilmektedir (Ambarlı, 2011; DKM, 2016).

3.1.2. Kelebeklerin Habitat istekleri

Kelebekler, çayırlar, ağaçlık dere kenarları, meşe ve gürgen gibi sert kerestelik ormanlar, söğüt, huş, kavak ormanları, narenciye bahçeleri, bataklıklar, orman kenarları, ağaçlandırma bölgeleri, dağlık bölgeler gibi habitatlarda yaşayabilen canlılardır (NRCS, 2000). Türlerine göre habitat istekleri de farklılık gösteren bu canlıların nesillerini devam ettirebilmeleri için yaşam alanlarının belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu istekleri temelde besin, su, sıcaklık ve sığınma istekleri olarak ayırmak mümkündür.

3.1.3 Kelebeklerin Besin istekleri

Kelebekler yaşam döngülerine yaprak üzerinde bir yumurta olarak başlarlar. Sonrasında tırtıla dönüşürler ve bu aşamada ilk yumurtalarının kabuklarını sonra konakladığı bitkinin yapraklarını yerler. Yetişkin bir kelebek olduğunda ise besin istekleri farklılık gösterir. Yetişkin kelebekler enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için çözünmüş katılar ve çeşitli sıvılarla beslenirler. Her ne kadar çoğu yetişkin kelebek çiçek nektarları ile beslense de, memeli dışkısı, kuş pisliği, leş, çürüyen meyveler ve ağaç öz suları ile beslenen türler de mevcuttur. Bu besinler şeker ve protein

içermektedir. Kelebekler ise şeker ve proteini acil kullanımlarda dönüştürmek veya sonradan kullanmak için depolamaktadırlar (Klass and Dirig, Tarihsiz; Barnes, 1999).

3.1.4. Su istekleri

Kelebekler su ihtiyaçlarını doğrudan su birikintilerinden temin edemezler. Tırtıllar su ihtiyaçlarını kısmen bitkilerden alırlar. Yetişkin kelebekler ise bitki nektarlarından ihtiyaç duydukları suyu sağlayabildikleri gibi çamur-su birikintisi veya suya yakın nemli yerlerden de su temin edebilirler (NRCS, 2000; Lamb ve ark, 2002; Free, 2013; Yücel, 2013).

3.1.5. Sıcaklık istekleri

Sıcaklık kelebekler için kritik bir faktördür. Çünkü kelebeklerin aktiviteleri sıcaklıktan doğrudan etkilenir. Soğukkanlı hayvanlar olmalarından dolayı vücut ısıları çevrenin sıcaklığına bağlıdır. Genellikle hava sıcaklığı 10-16°C (50- 60°F) altında ve 38°C (100°F) üstünde ve özellikle de hava nemli ise uçamazlar. Kelebekler vücut sıcaklıkları yaklaşık 29-38°C (85- 100°F) olduğunda etkili bir şekilde uçabilirler. Çoğu kelebek sabahları yeterince ısınıp uçabilmek için güneşe yönelir veya güneşte ısınmış taşların üzerine konarak kendilerini ısıtırlar. Çoğu kelebek sıcaklıkların iyice düştüğü kış döneminde ise, yumurta veya pupa evresinde olurlar. Pupalar donarak ölmek için gliserol içerikli bir antifriz üreterek sıfırın altındaki sıcaklıklarda vücut sıvılarının donma noktasını aşağıya çekerler. Böylece vücutlarının donmalarını engellemeye çalışırlar (Ambarlı, 2011).

3.1.6 Ekolojik işlevleri

Kelebekler estetik görünümleri ile insanlar üzerinde oluşturdukları güzel etkilerin yanında, çevreye, dolayısıyla insanlara birçok ekolojik faydalar sunmaktadır.

Kelebekler bahar ve yaz aylarında çiçekten çiçeğe konarak bitkiler üzerinden besin ihtiyaçlarını karşılarlar. Bu esnada çiçekler arası tozlaşmayı sağlayarak polinatör görevi görürler. Bunun yanında kelebekler besin zincirinin önemli bir parçasıdır. Kuşlar, yarasalar ve diğer böcekçil canlılar için kendileri bir besin kaynağı oluşturmaktadırlar (Butterfly Conservation Europe, 2008).

Ekolojik ve bilimsel faydalarının yanı sıra kelebekler ekonomik ve eğitsel olarak da fayda sağlarlar. Kelebeklerin yaşam döngüleri birçok ülkede çocuklara doğal hayatın öğretilmesinde kullanılmaktadır. Bunun yanında kelebekler, gerek yaşam döngüleri gerek estetik görünümleri ile binlerce insanın eko-turlara çıkarak yurtdışına seyahat etmelerini sağlamaktadırlar. Bu seyahatler ekonomik açıdan ciddi kazançlar sunar (Butterfly Conservation Europe, 2008).

3.1.7. Kelebekleri tehdit eden faktörler

Kelebekler doğal dengenin bozulmasından en fazla etkilenen canlılardan biridir. Kelebek türlerinin neslinin yok olması ve popülasyonlarının azalmasındaki belli başlı etkenler habitatlarının tahrip olması değiştirilmesi (Avcı, 1994) ve parçalanmasıdır (Welch ve Tek, 2011). Habitat parçalanmaları; popülasyon izolasyonu, yerel yok oluşlar, biyolojik çeşitlilikte azalma, nüfus içerisinde heterozigotluk kaybı, bireylerin ve toplulukların sağlığının azalması, metapopülasyonlarda bozulma ve kolonizasyonun azalma olasılığı gibi sonuçlar doğurmaktadır (English Nature, 2005).

Türkiye'deki Kelebeklerin Kırmızı Listesi'ne göre Türkiye çapında 26 kelebek türünün (toplam tür sayısının %7'si) Kritik (CR), Tehlikede (EN) ve Duyarlı (VU) kategorilerinde, 11 kelebek türünün neslinin Tehdide Yakın (NT), bir türün ise Türkiye'de Tükenmiş (RE) olduğu tespit edilmiştir. Nesilleri Kritik, Tehlikede ve Duyarlı olan türlerin Türkiye'deki durumları değerlendirildiğinde, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki 10 türün 5 tanesinin planlanmakta olan baraj ve hidroelektrik santral projesinden etkilendiği, Akdeniz sahil şeridinde yayılım gösteren 8 türün 4'ünün şehirleşme ve yapılaşma tehdidi altında olduğu, Hakkari ve Şırnak bölgesindeki tehlike altındaki türlerin ise tarım faaliyetlerindeki değişiklikler, besin bitkilerinin toplanması, tarımda yoğunlaşma sebebiyle tehlike altında oldukları tespit edilmiştir (Karaçetin ve ark, 2011)

4.YÖNTEM

Bu çalışmada lise öğrencilerinin sistem düşünme becerilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırma, nitel araştırma desenlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Nitel araştırma, gözlem görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırma olarak tanımlanır. Başka bir deyişle nitel araştırma kuram oluşturmayı temel alan bir anlayışla sosyal olguları bağlı buldukları çevre içerisinde araştırmayı ve anlamayı ön plana alan bir yaklaşımdır (Yıldırım ve Şimşek, 2005:39). Nitel araştırmada toplanan verilerin bütüncül olması temel ilkelerden birisidir. Bir bütünün, onu oluşturan parçaların toplamından daha fazla bir anlam ifade ettiği gerçeğinden hareketle araştırma konusu bütüncül bir yaklaşımla belirlenir ve toplanan veriler, bütüncül bir yaklaşımla analiz edilir (Yıldırım ve Şimşek, 2005:44).

4.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Konya merkez ve ilçelerinde öğrenim gören lise öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışma 2018-2019 eğitim öğretim yılında 6 farklı lisede eğitim gören 605 lise öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. 605 öğrencinin 25i sorulara uygun cevaplar vermedikleri için değerlendirilmeye alınmamıştır. Araştırmaya katkı sağlayan öğrencilerin 350 si kız, 255 i ise erkek öğrencilere aittir. Değerlendirmeye alınan kağıtlar nitel veri analizi ile incelenmiştir. Öğrenciler çalışmaya gönüllülük esasına dayalı olarak katkı sağlamışlardır.

4.2. Verileri Toplama Araçları

Verilerin toplanması iki ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Birinci ders saatinde öğrencilere çizim hakkında gerekli bilgiler verilerek ve örnek aktiviteler yapılmış ikinci ders saatinde ise açık uçlu soru ve çizim sorusunu içeren A-4 boyutunda bir kağıt verilerek cevaplamaları istenilmiştir. Öğrencilere aşağıdaki sorular sorulmuştur:

1. soru: Yaz mevsiminde çevremizde uçarken sıkça gördüğümüz kelebeklerin kış mevsiminde ortadan kaybolup, bahar aylarının gelmesiyle birlikte tekrar ortaya çıkıp uçuyor olmalarının sebebi sizce ne olabilir? Açıklayınız.

Açık uçlu soru uygulaması tamamlandıktan sonra öğrenciler diğer soruya cevap vermişlerdir.

2. soru: Kelebeğin yaşam döngüsünü bir şekil çizerek gösteriniz ve çizdiğiniz şekli açıklayınız.

Katılımcıların çizimleri içerik analizi yöntemine göre analiz edilecektir. Bu yöntem daha evvelki araştırmalarda da güvenilir bir biçimde kullanılmıştır. (Dikmenli, 2010).

Öğrenci çizimlerinin doğal olgularının anlaşılma düzeylerinin derinlemesine araştırılmasında ve öğrencilerin alternatif kavramları ile bilimsel görüş arasındaki ayrımın belirlenmesinde faydalı bir araç olarak kullanılabilmesine dair kanıtlar vardır. Bununla birlikte öğrencilerin çizim ile birlikte öğrencilerin çizim ile ürettikleri şey onların çizim yetenekleri ile kısmen sınırlı olduğu için anlayışın meydana çıkarılmasında çizimlerin kullanılmasının sınırlılıkları da vardır. Bu yüzden çizimler bir açıklayıcı yazı ile açık uçlu soru veya mülakatlar ile birleştirilmesi düşüncelerinin daha fazla açığa çıkmasına imkân sağlar (Dove, Everett, Preece, 1999; Munby,1994).

4.3. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Lise öğrencilerinin açık uçlu soru ve çizime verdikleri yanıtlar nitel araştırma yöntemine göre incelenmiştir. Verilerin analizi için içerik analizi kullanılmıştır. Katılımcılardan alınan cevaplar birbirine benzeme ya da yakın verileri ifade etme şekillerine göre kategorilere ayrılmış, her bir kategori kendi içerisinde değerlendirilmiştir.

4.3.1. Yaz mevsiminde çevremizde uçarken sıkça gördüğümüz kelebeklerin kış mevsiminde ortadan kaybolup, bahar aylarının gelmesiyle birlikte tekrar ortaya çıkıp uçuyor olmalarının sebebi sizce ne olabilir? Açıklayınız. Açık uçlu sorusuna verilen yanıtların analiz edilmesi

Katılımcı öğrencilere yöneltilen açık uçlu sorudan elde edilen verilerin analiz edilmesi sırasında aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmiştir;

1-Kodlama ve ayıklama aşaması,

2-Kategori geliştirme aşaması,

3-Geçerlik ve güvenilirliği sağlama aşaması,

4-Nicel veri analizi için verilerin bilgisayara aktarılması ve şekillendirilmesidir.

1-Kodlama ve Ayıklama Aşaması: Katılımcıların kağıtları tek numaralandırılarak adlandırılarak verilerin analiz edilmesi sırasında soruya ilişkin olmayan yanıtlar kapsam dışı bırakılmıştır. Böylece 31 kağıdın ayıklanması yapılmıştır.

2-Kategori geliştirme aşaması: Bu aşamada içerik analizi teknikleri (Yıldırım ve Şimşek, 2005) kullanılarak her yanıt parçalarına ayrılarak ve kategorileştirme aşaması gerçekleştirilmiştir. 5 farklı kategori oluşturularak sınıflandırma yapılmıştır.

3-Geçerlik ve güvenilirliği sağlama aşaması: Geçerlik ve güvenilirlik, çalışmadan elde edilen verilerin ölçülmek istenilen özellikleri yansıtabilmesi, objektif ve doğru olması ölçütleridir. Bu çalışmada da geçerliliğin sağlanması bakımından öğrencilere seviyeleri doğrultusunda sistem düşünmeyi ve kelebeklerin yaşam döngülerini yansıtabilen bir soru sorulmuştur. Güvenilirliği sağlayabilmek adına ise öğrencilerden gönüllülük esasına dayalı cevaplar vermeleri istenmiş, kategorileştirme aşamasında tecrübeli uzmanların görüşlerine başvurulmuş ve sınıflandırma yapılırken her cevap objektif bir şekilde önemsenmiştir. Ayrıca uzman görüşleri esnasında beyin fırtınası yapılarak düşünce birliği ve düşünce ayrılığına dikkat edilmiştir. Bu esnada öğrencilerde var olan kavram yanılgıları üzerinde de durulmuştur. Güvenirlik için Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen

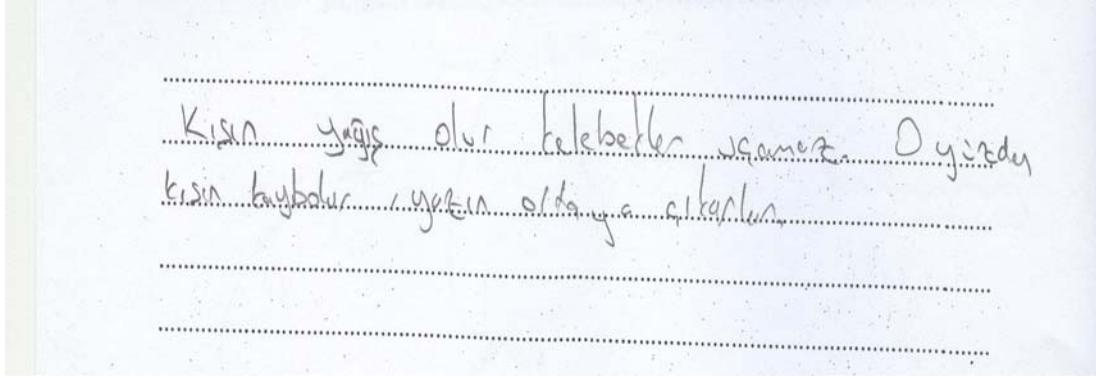
formül uygulandı (Güvenirlilik = Fikir Birliği / (Fikir Birliği + Fikir Ayrılığı). Bu formüle göre araştırma % 91 oranında güvenilir bulunmuştur.

4-Nicel veri analizi için verilerin bilgisayara aktarılması ve şekillendirilmesi:

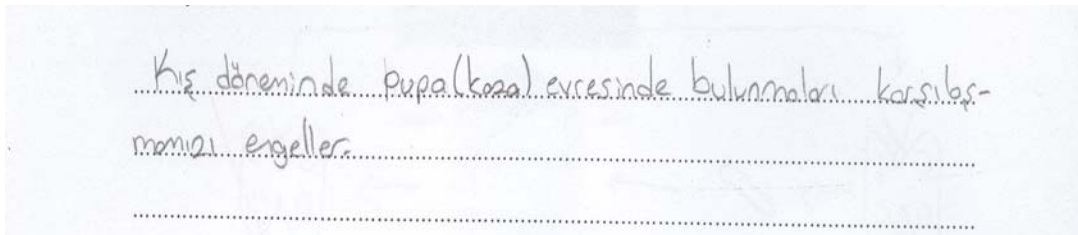
Toplam 605 adet kağıt kodlanarak her birine numara verilmiş ve 5 farklı kategoride sınıflandırma yapılmıştır. Her bir kategoride bulunan bireylerin sayısı bulunarak frekansı hesaplanmış, yüzdelik oranları belirtilerek tablolştırılmıştır. Kategoriler aşağıda belirtildiği gibi oluşturulmuştur ve kategorilere ait bilgiler aşağıda verilmiştir;

Kategori 1- Açıklamaya rastlanmayan kağıtlar: Öğrenciler tarafından açık uçlu soruya herhangi bir cevap verilmeyen, boş bırakılan ya da “bilmiyorum” yazılan kağıtlardır.

Kategori 2 – Sistem düşünmeyi temsil etmeyen açıklamalar: Sistem düşünmeyi temsil etmeyen bu açıklamalar kelebeklerin kış mevsiminde yol olup baharda tekrar ortaya çıkabilmelerini sistemsel olarak çağrıştıran unsurları içermekle birlikte sistem anlayışına tam olarak uymamaktadır (Şekil: 4.1, 4.2).



Şekil: 4.1. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen açıklamalar (K-556).



Şekil: 4.2. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen açıklamalar (K-564).

Kategori 3- Kavram yanlılığı içeren açıklamalar: Bu tip açıklamalar açık uçlu sorunun cevaplandırılmasında kelebeklerin yaşam döngüleri ve sistem düşünme becerileri ile ilgili kavram yanlılıkları içerir (Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5).

Yaşam çok çalışıp çok yoruluyorlar. Çünkü yaşam bitkin.
Tırtıllarını kovalayıp kısa becerdik yapıyorlar onlar için
yaşam ne kadar çok çalıştıkları için o kadar rahat
edeler. Rahat etmek için yaşam çok çalışmanın sebebi
kısa çalışmayı ben bulamadıkları için

Şekil: 4.3. Kavram yanlılığı içeren açıklamalar (K-115).

Kelebek bir süringen türüdür. Tırtılların
yaprakları yiyerek ağacın dalına laurasını
bırakarak dönüşümünü sağlar. Yaz mevsiminde
Tırtıl olmadıkları için bu yani yaz ne
biliyim ben :)

Şekil: 4.4. Kavram yanlılığı içeren açıklamalar (K-183).

Kelebekler kışın yumurta halinde larva (kurtçuk) haline gelirler. Yaz mevsiminde uçarken gördüğümüz kelebekler larva halinde kelebek haline (yazın dönerler).

Şekil: 4.5. Kavram yanılması içeren açıklamalar (K-587).

Kategori 4 – Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar: Bu kategorideki açıklamalar kelebeklerin oluşum sürecinin sistemselsel olarak öğrenci tarafından kısmi bir anlayış çerçevesinde olduğunu gösterir (Şekil: 4.6, 4.7, 4.8. ve 4.9.).

Kışın kelebekler üşüdüğü için baybalyarlar, yada ölüyorlar, kanatları donup uçamadıkları için görmüyoruz. Kanatları donmuş bir şey bulamayınca da bir yuksukna falan yatıyorlar herhalde.

Şekil: 4.6. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar (K-87).

Çoğu kelebekler çiftleştikten kısa bir süre sonra yumurta bırakır ve ölür. O yumurtalar ya toz veya ilkbaharda çatter göç ediyor veya çaklıyor da alabilirler.

Şekil: 4.7. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar (K-305).

Kışın kelebekler yumurta halinde larva haline
geçmeye başlar. Ortam sıcaklığı artmaya başlayınca
pupa haline döner yazın kelebek olur.

Şekil: 4.8. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar (K-586).

Yaz ve bahar mevsiminde havaların sıcak olması
nedeniyle kelebekler bu mevsimlerde yaşamı
gerçekleştirir. Kışın ise hava soğuk olması nede
niyle kelebekler ortada kaybolur ve kış mevsiminde
uyumazlar.

Şekil: 4.9. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar (K-599).

Kategori 5 – Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar: Bu kategorideki açıklamalar öğrencilerin kelebeğin yaşam döngüsü ile ilgili sistemsel düşünme becerilerine sahip olduklarını gösterir niteliktedir (Şekil: 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14.).

Kelebek yumurtaları döllenip tırtılları oluşturur. Bu tırtıllar da kışın etrafına kaza döküp bu kaza içinde başkalaşım geçirerek kelebekleri oluşturur. Bu nedenle kışın kelebekleri göremeyiz. Bahar aylarında doğu da oluşan kelebekler kazalarını yırtarak dışarı çıkarırlar.

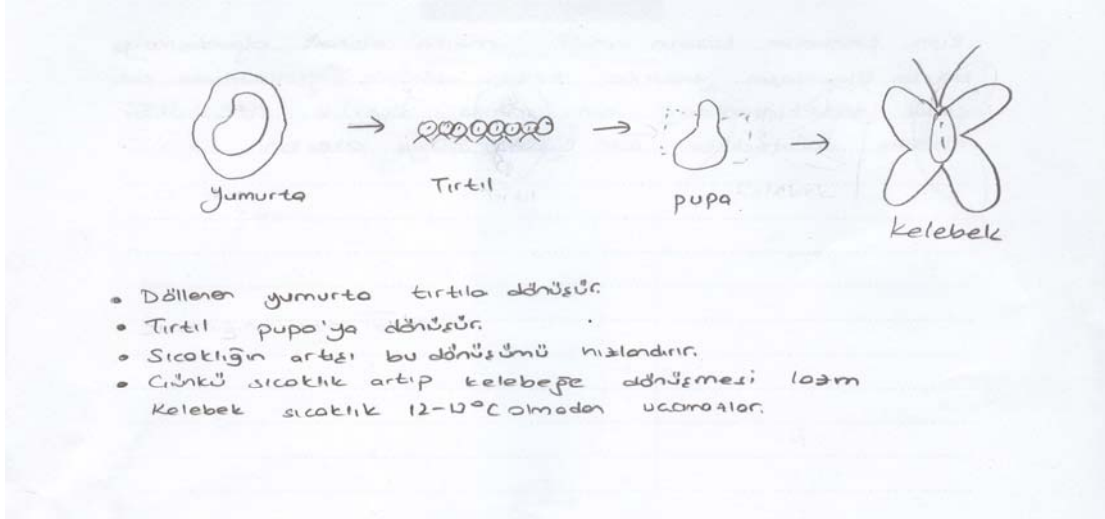
Şekil: 4.10. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-24).

Kış halinde yumurta halindedirler. Kış mevsiminde bitmiş yatan yavaş yavaş yumurtalardan çıkıp baharda larvalara dönüşüyorlar. Sence gıcırak et gibi yemekler yiyerek yaz kadar büyüyüp gelişerek kendilerine kaza yaparlar. Yaz ayında larvalar ısınmayla kazaların den çıkan kelebekler orteye uçabilir hale gelirler. Ama kelebeklerin tamamı çatı mevsim değildir. Cisimden sıvıya geçen kanlıklarını değerlendirmektedir.

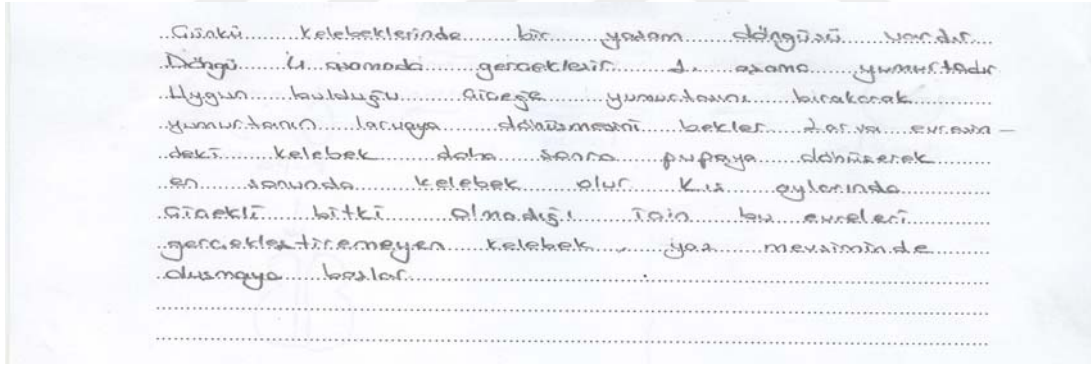
Şekil: 4.11. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-560).

Kış mevsiminde yumurta halindedirler. Yazın gelmesiyle yumurtadan çıkan larvalar beslenerek kaza oluşturur. Kaza süresinde sonra kelebek olurlar. Kış mevsiminde ortadan kaybolmasının nedeni yumurta halinde olmasıdır. Tam tersi olsaydı kelebekler narın hayvanlar olduğu için kışın hava şartlarında yaşayamazlardı. Onlar en çok yazın yaşarlar.

Şekil: 4.12. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-565)



Şekil: 4.13. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-573).



Şekil: 4.14. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar (K-576).

4.3.2. Kelebeğin yaşam döngüsünü bir şekil çizerek gösteriniz ve çizdiğiniz şekli açıklayınız. Çizim sorusuna verilen yanıtların analiz edilmesi:

2018-2019 eğitim öğretim yılında, Konya ili içerisinde 6 farklı eğitim kurumunda eğitim gören 605 lise öğrencisine bilgilendirme yapılarak kelebeklerdeki yaşam döngüsünü çizmeleri istenmiştir. Çizimlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve analiz edilmesi aşağıda belirtilen aşamalarda gerçekleştirilmiştir:

1-Kodlama ve ayıklama aşaması,

2-Kategori geliştirme aşaması,

3-Geçerlik ve güvenilirliği sağlama aşaması,

4-Nicel veri analizi için verilerin bilgisayara aktarılması ve şekillendirilmesidir.

1-Kodlama ve Ayıklama Aşaması: Katılımcı lise öğrencilerinin kağıtları numaralandırılarak belirlenmiştir ve toplam 605 kağıt olduğu tespit edilmiştir. Bu kağıtlardan 25 adedinde çizime rastlanmadığı için ayıklaması yapılmış, soru 580 çizim üzerinden değerlendirmeye ve analize alınmıştır.

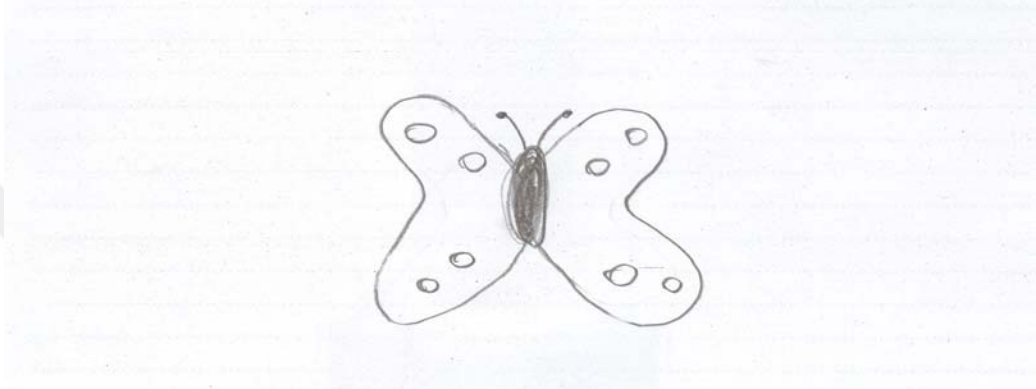
2-Kategori geliştirme aşaması: Bu aşamada içerik analizi teknikleri (Yıldırım ve Şimşek, 2005) kullanılarak her çizimin 5 farklı kategori oluşturularak sınıflandırma yapılmıştır.

3-Geçerlik ve güvenilirliği sağlama aşaması: Bu aşamada lise öğrencileri tarafından çizilen kelebeğin yaşam döngüsü çizimlerinin öğrencilerdeki sistem düşünme algısını belirleyebilmek amacıyla geçerli ve güvenilir olması sağlanmıştır. Çizim için sorulan sorunun ölçmek istenilen beceriyi ölçmeye yönelik olduğu belirtilmiştir. Çizimler kategorilere ayrılarak alanında uzman kişilerle iş birliği yapıp yapılmadığı ve kavram yanlışlarının olup olmadığı belirlenmiştir. Çizimler alanında uzman kişilerden yardım alınarak düşünce birliği ve düşünce ayrılığı ile istişare edilerek sınıflandırılmıştır. Güvenirlik için Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen formül uygulanmıştır. (Güvenirlik = Fikir Birliği / (Fikir Birliği + Fikir Ayrılığı). Bu formüle göre araştırma % 88 oranında güvenilir bulunmuştur.

4-Nicel veri analizi için verilerin bilgisayara aktarılması ve şekillendirilmesi: 605 kağıdın kodlanmasının ardından çizime rastlanmayan kağıtların ayıklanmasıyla elde edilen 580 çizim 5 farklı kategoride değerlendirmeye alınmıştır. Her bir kategorinin toplam frekans sayısı (f) ve yüzdesi (%) hesaplanarak tablolaştırılmıştır.

Kategori 1- Çizime rastlanmayan kağıtlar: Bilmediğini yazan veya cevap vermeyen öğrencilerin yer aldığı kategoridir.

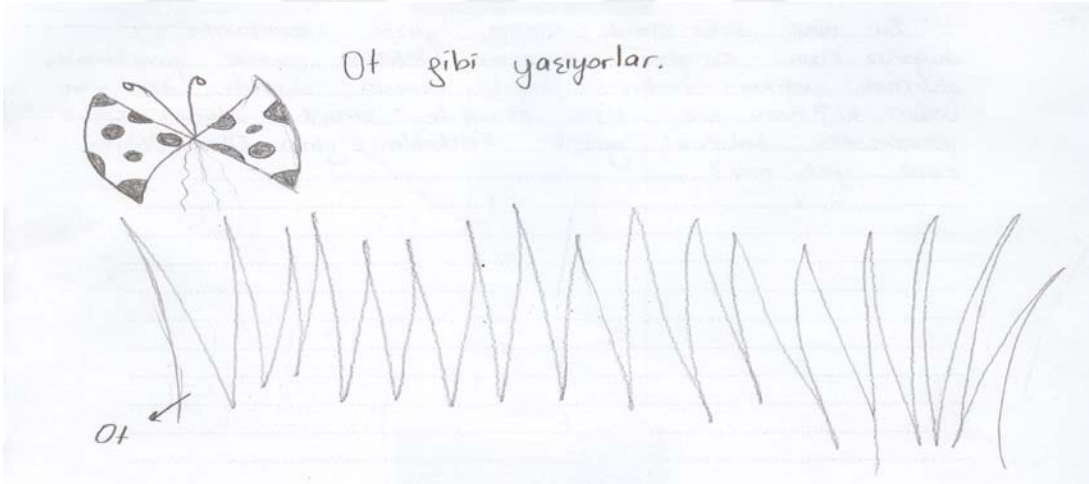
Kategori 2 – Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler: Temsili olmayan bu çizimler kelebeklerin yaşam döngüsünü sistemselsel olarak çağrıştıran unsurları içermekle birlikte daha çok diyagramları ve formülleri kapsar (Şekil: 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 ve 4.19).



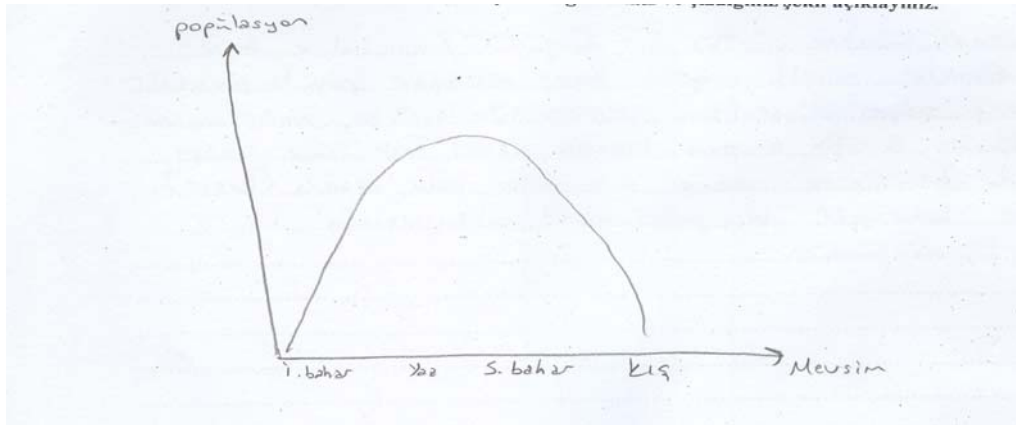
Şekil: 4.15. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-60).



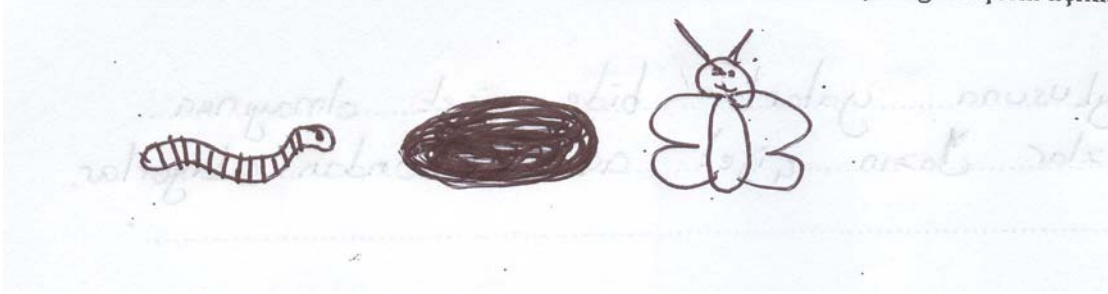
Şekil: 4.16. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-144).



Şekil: 4.17. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-169).



Şekil: 4.18. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-200).

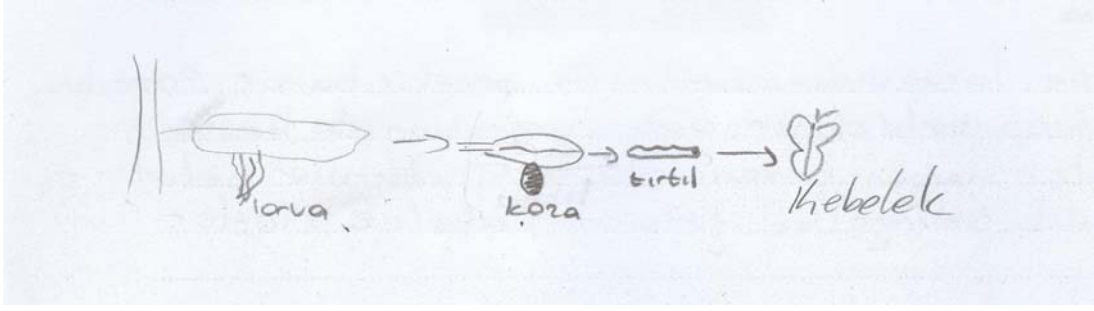


Şekil: 4.19. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler (K-226).

Kategori 3 – Kavram yanlışlığı içeren çizimler: Bu tip çizimler kelebeklerin yaşam döngüsünü sistemselsel olarak göstermekle birlikte kavram yanlışlıkları içerir Şekil (4.20 ve 4.21).

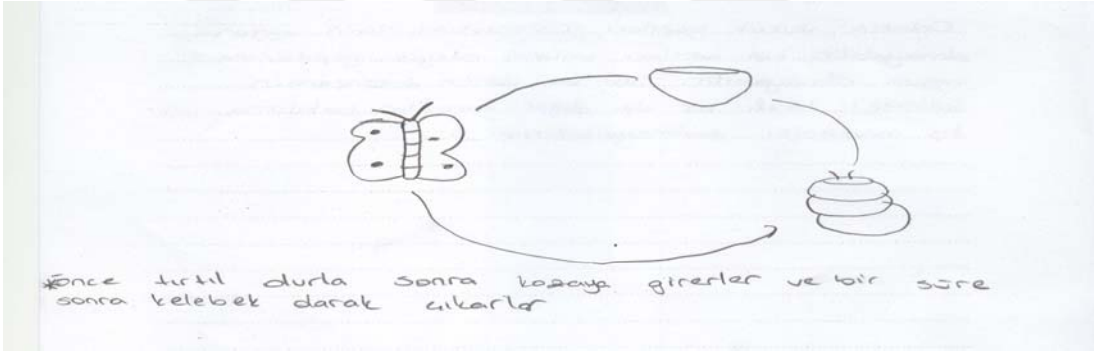


Şekil: 4. 20. Kavram yanlışlığı içeren çizimler (K-37).

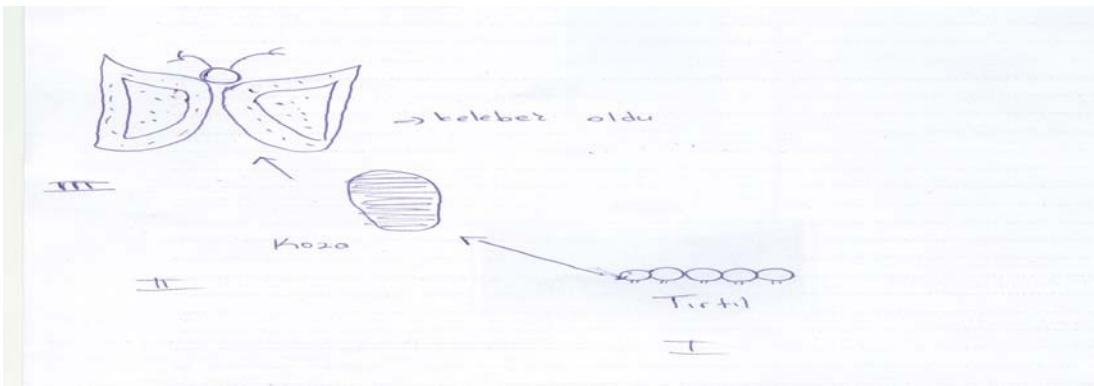


Şekil: 4.21. Kavram yanılgısı içeren çizimler (K-43).

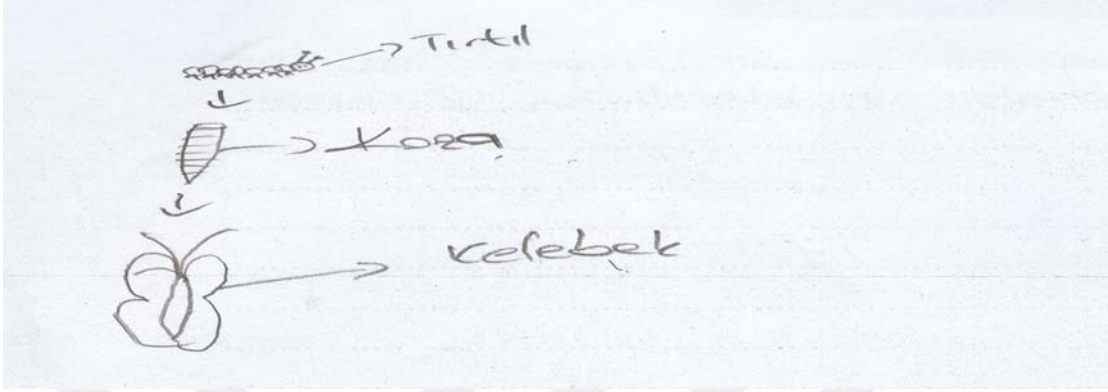
Kategori 4 – Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler: Bu kategorideki çizimler kelebeklerin yaşam döngüsünün sistemsel olarak kısmi bir anlayışını sergiler (Şekil 4.22, 4.23, 4.24, 4.25. ve 4.26.).



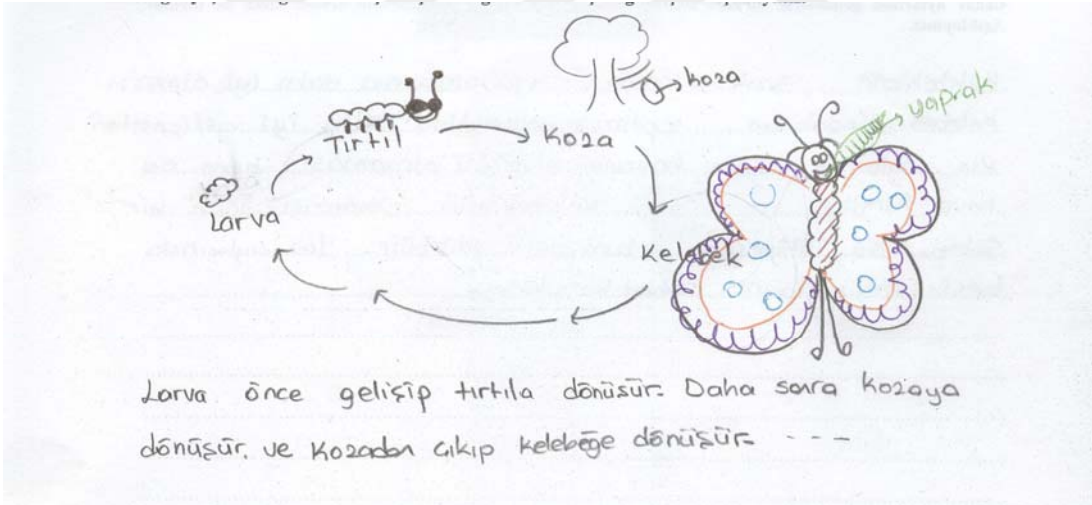
Şekil: 4.22. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-8).



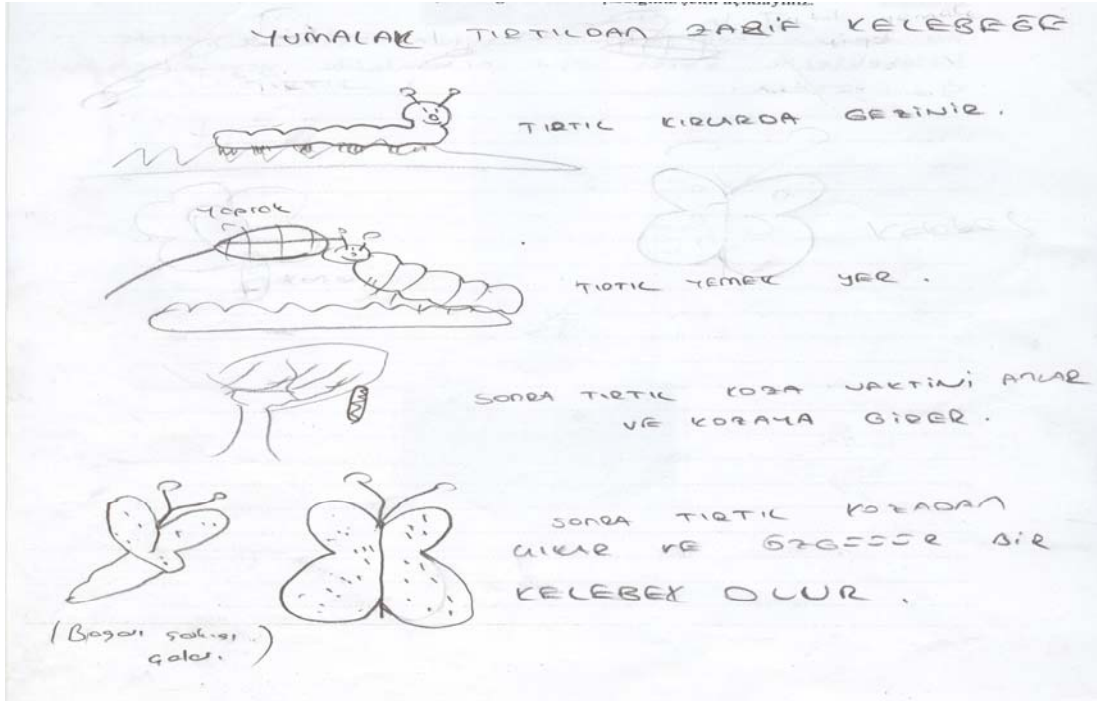
Şekil: 4.23. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-9).



Şekil: 4.24. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-44).

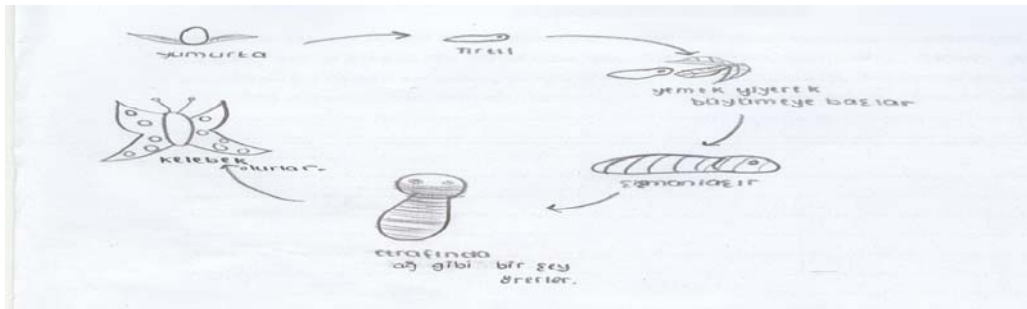


Şekil: 4.25. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-59).

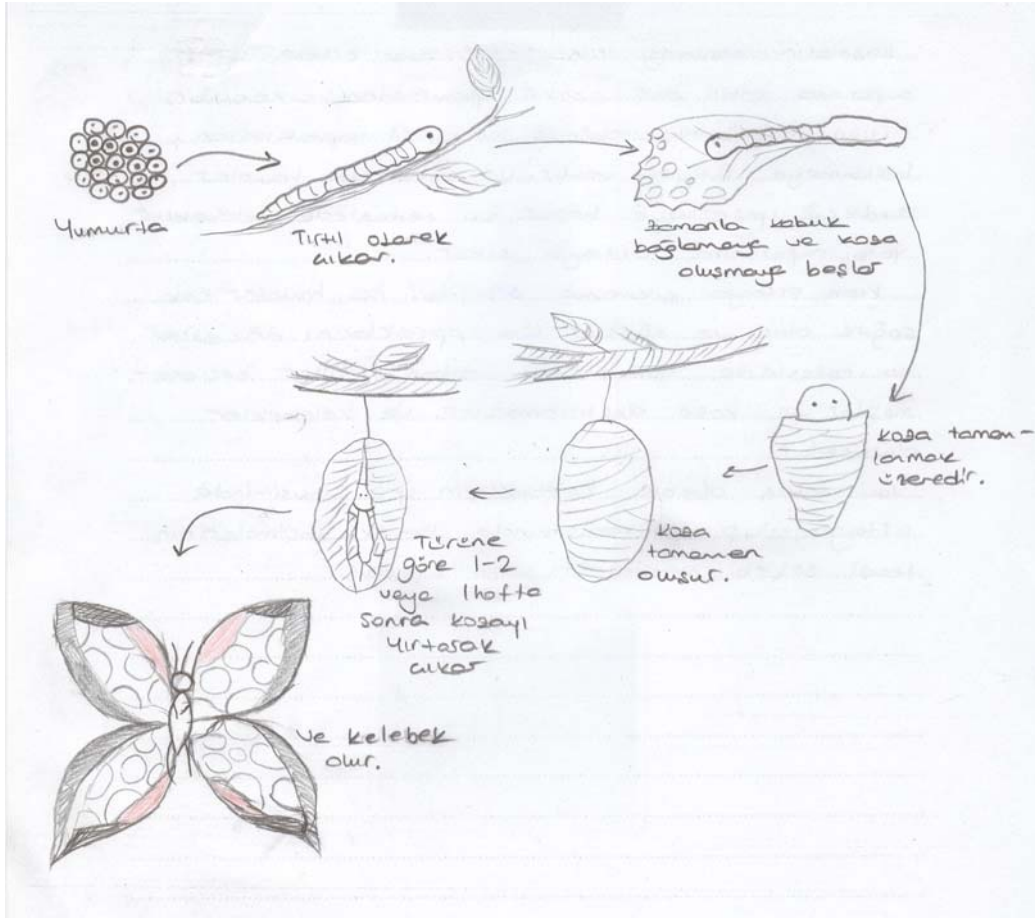


Şekil: 4.26. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler (K-120).

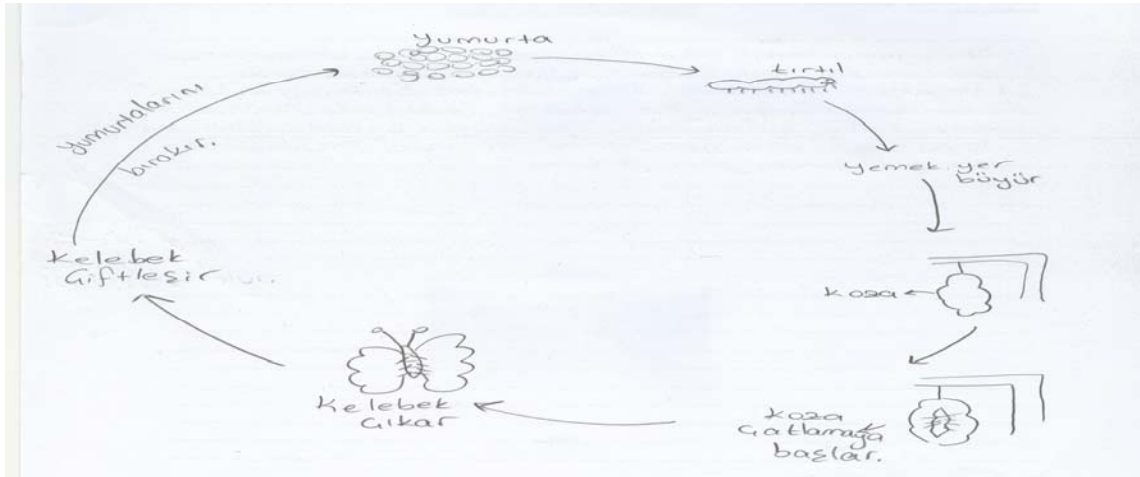
Kategori 5 – Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler: Bu kategorideki çizimler, kelebeklerin yaşam döngüsünü sistemsel olarak en sağlam ve gerçekçi modellerini sergiler. Ayrıca bu çizimler kavramlar ile ilgili çok sayıda element içerir (Şekil 4.27, 4.28, 4.29. ve 4.30.).



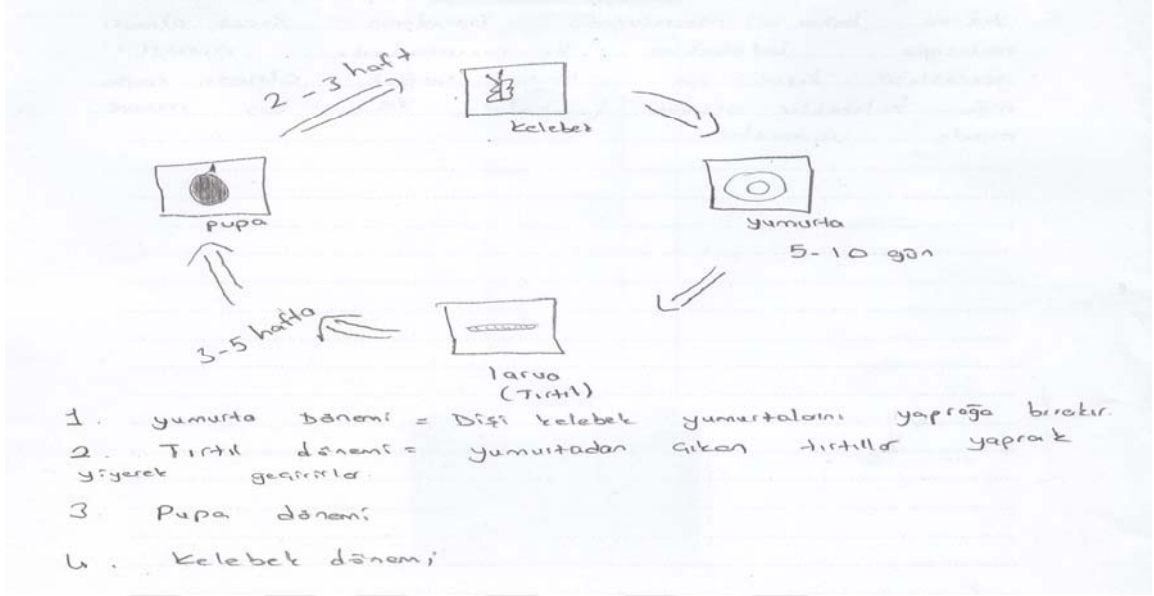
Şekil: 4.27. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-71).



Şekil: 4.28. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-486).



Şekil: 4.29. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-352).



Şekil: 4.30. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-599).

5. BULGULAR

Lise öğrencilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında sistem düşünme becerilerini ölçmek amacıyla 2018-2019 eğitim öğretim yılı içerisinde 6 farklı lisede öğrenim gören 605 öğrenciden toplanan veriler incelenmiştir. Veriler nitel araştırma kapsamında olup içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Anket soruları tek tek analiz edilmiş kelebeklerin yaşam döngüsü çizimi ve kelebeklerdeki sistemi içeren açık uçlu soru ilgili yapılan çalışmada öğrenciler alanında uzmanlar tarafından 5 kategoriye ayrılmıştır. Verilerden elde edilen bulgular tablolaştırılarak yorumlanmıştır.

5.1. Açık Uçlu Soruya Verilen Cevaplardan Elde Edilen Bulgular

Bu çalışmaya katılan okullardaki öğrencilerden elde edilen ve değerlendirilen 605 öğrenciden alınan verilerin kategori sayısı, frekansları (f) ve yüzdeleri (%) tablo 5.1’de verilmiştir.

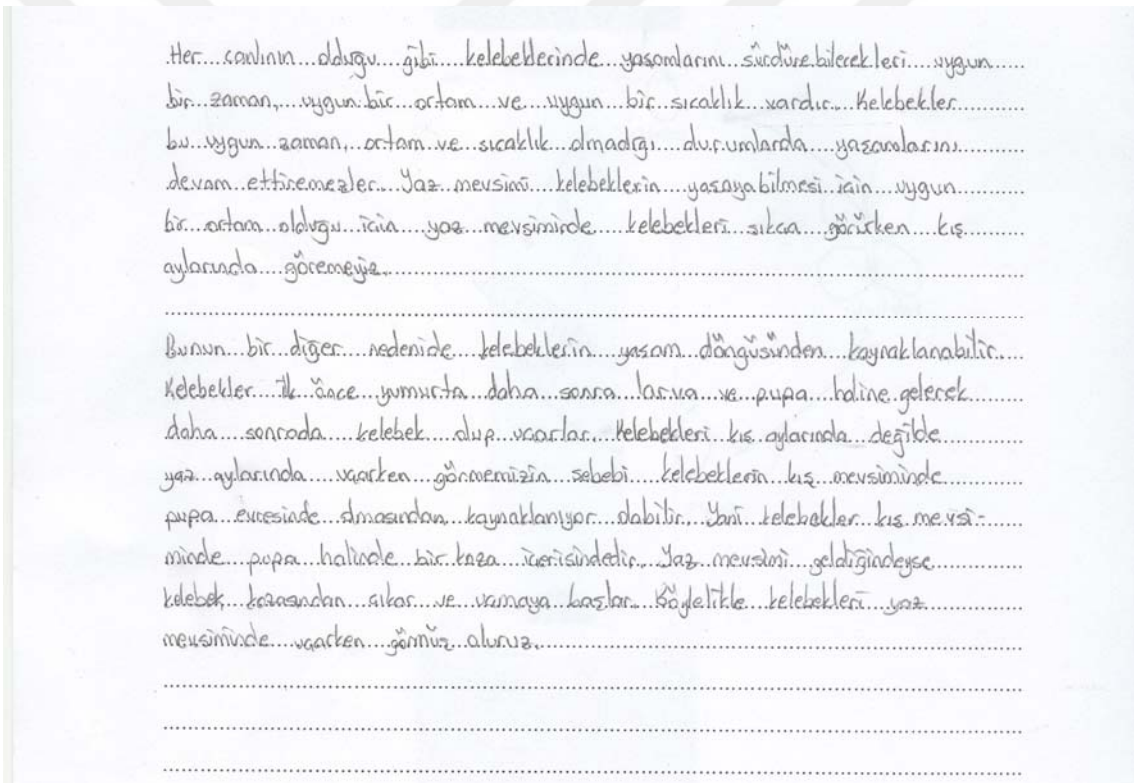
Tablo 5.1. Açık uçlu soru kategorileri, frekansları ve oranları (%)

Kategoriler	Frekans(f)	Yüzde(%)
Kategori 1 – Açıklamaya rastlanmayan kağıtlar	31	5,12
Kategori 2 – Sistem düşünmeyi temsil etmeyen açıklamalar	58	9,60
Kategori 3 – Kavram yanılgısı içeren açıklamalar	80	13,22
Kategori 4 – Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar	210	34,71
Kategori 5 - Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar	226	37,35
TOPLAM	605	100

Tablo 5.1’ de öğrencilerin açık uçlu soruya verdikleri yanıtlar kategorilerine göre tabloya dönüştürülmüştür. Öğrencilerin açıklamaya rastlanmayan kağıtları, sistem düşünmeyi temsil etmeyen açıklamaları, kavram yanılgısı içeren açıklamalar, sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalar ve sistem düşünmeyi tam olarak ifade eden açıklamalar frekans ve yüzde olarak belirtilmiştir.

Öğrencilerin % 37,35’nin sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar yaptıkları ve sistem düşünebilme, düşündüğünü ifade edebilme yetisine sahip oldukları gözlenmiştir. % 34,71 öğrencinin, sistem düşünmeyi kısmen gerçekleştirebildikleri, eksik bilgiler, unutmalar vb. nedenlerden dolayı sistem düşünmede kısmen sınırlılıklara sahip oldukları belirlenmiştir. % 13,22 öğrencinin ise

kavram yanılıgısı içeren açıklamalar yaptıkları bu açıklamaların ise eksik öğrenme, yanlış bağdaşlaştırma, zihinsel haritada oluşturamama vb. nedenlerden dolayı kavram yanılıgılarına dūřtükleri tahmin edilmektedir. % 9,60 öğrencinin ise sistem dūřünmeyi temsil etmeyen açıklamalarda buldukları gözlenmiştir. Öğrenciler genellikle kelebeklerin sistemli bir şekilde var olduklarını kavrayamadıkları için bu yönde cevaplar vermişlerdir. Son olarak öğrencilerin % 5,12 si hiçbir şekilde soruya cevap vermemiş ya da bilmediklerini ifade ederek soruyu cevaplamamışlardır. Sistem dūřünme becerisine sahip olan öğrenciler kelebeklerin sıcaklığa bağlı olarak değişen yaşam süreçlerini mantıksal çerçevede açıklayabilmişlerdir.



řekil: 5.1. Sistem dūřünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-577).

5.2. “Kelebeğin yaşam döngüsünü bir şekil çizerek gösteriniz ve çizdiğiniz şekli açıklayınız.” şeklinde Sorulan Çizim Sorusundan Elde Edilen Bulgular

605 Öğrencinin kelebeklerdeki yařam döngüsünün sistem dūřünme becerileri kapsamında incelenmesi konusunda yaptıkları çizimlerden elde edilen bulgular

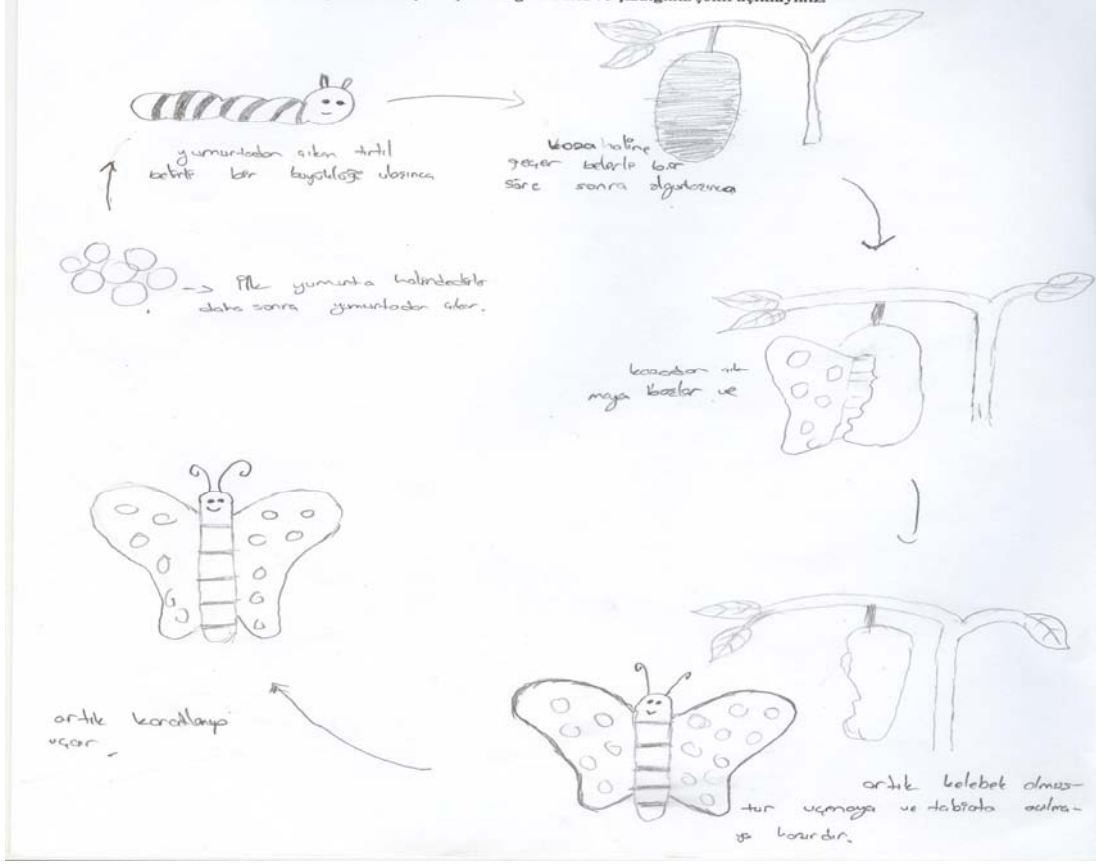
tablolaştırılmıştır. Kağıtlardan 25 i boş bırakılmıştır bundan dolayı ve tablolarda kategoriler, frekanslar (f) ve yüzdeler (%) yer almaktadır.

Tablo 5.1. Çizimlerin kategorileri, frekansları (f) ve yüzdeleri (%)

Kategoriler	Frekans(f)	Yüzde(%)
Kategori 1 – Çizime rastlanmayan kağıtlar	25	4,12
Kategori 2 – Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimler	44	7,27
Kategori 3 – Kavram yanılgısı içeren çizimler	38	6,30
Kategori 4 – Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimler	235	38,84
Kategori 5 - Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler	263	43,47
TOPLAM	605	100

Tablo 5.2’ de Öğrencilerin çizim sorusuna verdikleri yanıtlar analiz edilmiştir. Eldeki verilere göre öğrencilerin yaklaşık % 4 lük kısmı hiçbir şekilde çizim yapmamıştır. Öğrencilerin çizim yapmak istememelerinin altında yatan birçok neden olabilmektedir. Öğrencilere neden boş bıraktıkları sorulduğunda ilgilenmediklerini, hiçbir şekilde düşüncelerini sistemsel bir biçimde ifade etmeye yönelik çaba harcamak istemediklerini, bilmediklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin % 7,27’si kağıtlara çizim yapmışlardır fakat bu çizimler sistem düşünmeyi temsil eteyen çizimlerdir.

% 6,30 oranında öğrencinin çizimlerinde kendilerinde var olan ya da çevrelerinden edindikleri düşünülen kavram yanılgıları bulunmuştur. Öğrencilerin % 38,84 ünde sistem düşünme görülmektedir fakat kısmi bir şekildedir. Öğrencilerin çizimleri sistem düşünmeyi destekler niteliktedir fakat bu destekleme kapsamlı değildir. Bazı yerlerde sistemsel hatalar bulunmaktadır. Öğrenciler unutma, hatırlayamama, bağdaşım kuramama gibi nedenlerden dolayı kopukluklar yaşamaktadırlar. Öğrencilerin 43,47’sinde ise sistem düşünmeyi kapsamlı bir şekilde ifade eden çizimlere rastlanmıştır. Çizim yapılan kağıtlarda kelebeklerin yaşam döngülerinin ifade edilmesi, döngünün oluşup, tamamlanma süreçleri ve kelebeklerin oluşum aşamaları çizilerek gösterilmiş. Bu durum öğrencilerde kelebeklerin yaşam döngülerine bağlı sistemsel düşüncenin var olduğunun göstergesidir.



Şekil: 5.2. Sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden çizimler (K-536).

5.3. Açık Uçlu Soru ve Çizim Tekniğinden Elde Edilen Bulgularla Tespit Edilen Kavram Yanılgıları

.....Öğrencilerin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında sistem düşünme becerilerinin ölçülmesi sırasında kavram yanılgılarının varlığını ifade eden cevaplar ve çizimler ile bu verilere ulaşılmıştır. Öğrencilerin kağıtları incelendiğinde açık uçlu soruda % 13,22 çizim sorusunda ise % 6,28 oranında kavram yanılgısını içeren kağıdın olduğu belirlenmiştir. 15 adet kavram yanılgısı tespit edilmiş olup frekans ve yüzdeleri Tablo 5.32’de verilmiştir.

Tablo 5.2. Öğrencilerin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında sistem düşünme becerileri ile ilgili kavram yanlışlarının frekans (f) ve yüzdeleri (%)

Kavram yanlışları	Frekans(f)
1. Tırtıldan kelebek çıkar pupa da tırtıla dönüşür.	38
2. Kelebeklerin ömrü bir gündür.	114
3. Kelebekler en fazla üç gün yaşar.	14
4. Kelebekler eşeysiz ürerler.	11
5. Kozadan tırtıl çıkar.	40
6. Tırtıldan kelebek oluşur.	23
7. Larvadan tırtıl çıkar.	9
8. Yumurtadan kelebek çıkar.	3
9. Kelebeklerin başkalaşımı (metamorfozu) bir evrim örneğidir.	11
10. Larvadan kelebek çıkar.	6
11. Kelebekler bir sürüngen türüdür.	3
12. Kelebeklerin yaşam döngüsü tırtıl, koza , kelebek, tırtıl şeklinde devam eder.	20
13. Kelebekler sinek gözlerine sahiptirler.	2
14. Kelebekler salyangozun içinde gelişirler.	2
15.Kelebekler çift yaşamlı hayvanlardır (başkalaşım ve çift yaşamlılık karıştırılıyor.)	4
TOPLAM	300

.....Tablo 5.32 de toplam 300 kağıtta kavram yanlışlarına rastlanmıştır. Bu kavram yanlışlarından frekansı en yüksek olan “ kelebeklerin ömrünün bir gün” olduğu yanlışsıdır. Ayrıca öğrenciler kelebeklerin yaşam döngülerini ayırt edememekte ve “kozadan tırtıl çıkar” kavram yanlışına çok düşmektedirler.

6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada lise öğrencilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında sistem düşünme becerileri ölçmek istenmiştir. Bu amaçla 605 lise öğrencisine açık uçlu soru ve çizim sorusu yöneltilmiştir. Elde edilen veriler frekansları (f) ve yüzdeleri (%) alınarak nitel araştırma yöntemlerine göre yorumlanmıştır. Öğrencilerin açık uçlu soru ve çizim sorusuna verdikleri yanıtlar ayrı ayrı değerlendirilerek analiz edilmiştir.

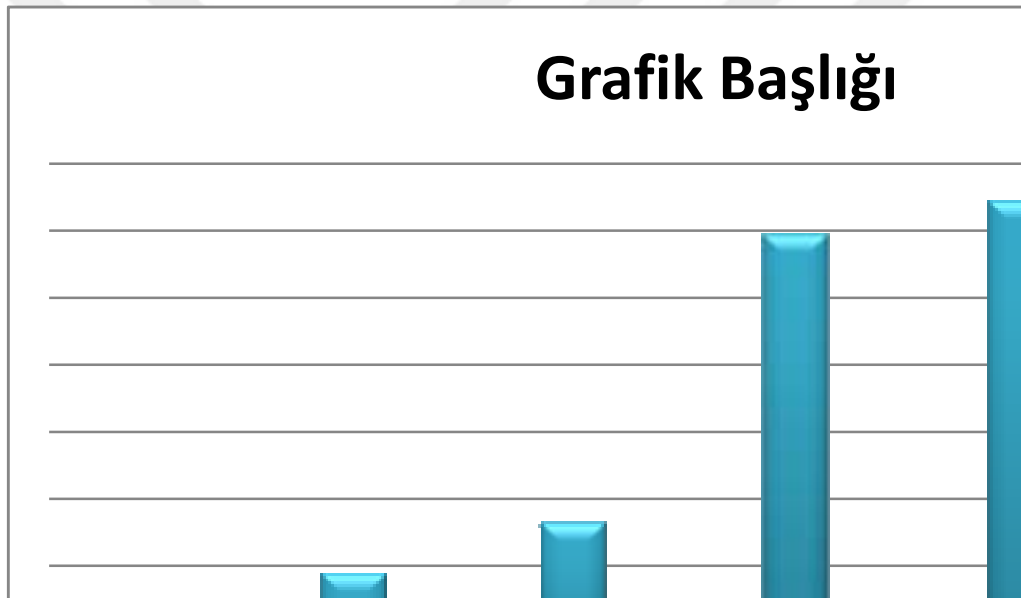
Grafik 6.1. Açık uçlu soru kategorileri ve frekansları (f)



Grafik 6.1.de açık uçlu sorudan elde edilen frekanslara göre öğrencilerin sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalarının ve sistem düşünmeyi kısmen temsil eden açıklamalarının birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Bu durum öğrencilerin bir çoğunun sistem düşünme sırasında gerçekleşen adımlardan bazılarında sorunlar yaşadığını ya da öğrencilerde eksik öğrenme, unutma, kendini tam ifade edememe gibi durumlar olduğunu göstermektedir. Yaz mevsiminde var olan kelebeklerin kış aylarında olmamalarının nedenlerini bazı öğrencilerin kelebeklerin yaşam döngülerini, ısı ve sıcaklık faktörlerini kısmen bilip bağdaşım kurmada sorun yaşadıkları için farklı cevaplar verdikleri görülmektedir. Kavram yanılgısı içeren açıklamaların frekanslarına bakılarak öğrencilerin bu konuda kavram yanılgılarının azımsanmayacak derecede olduğu, bu kavram yanılgılarının tesbit

edilmesiyle de yanılgıların giderilmesi için yapılması gereken çalışmaların neler olabileceğine odaklanılması sağlanmıştır. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen açıklamalar ve açıklanmaya raslanmayan kağıtların frekansları da bize bir takım sorular oluşturmuştur. Açıklama yapmayan öğrencilerin neden açıklama yapmadıkları düşünülmüş ve kendilerine yüz yüze iletişim ile sorulduğunda bu konuda bilgilerinin olmadığı, açıklama yapmak için kendilerini yeterli hissetmedikleri ya da yanlış anlatmak istemedikleri gibi cevaplar alınmıştır.

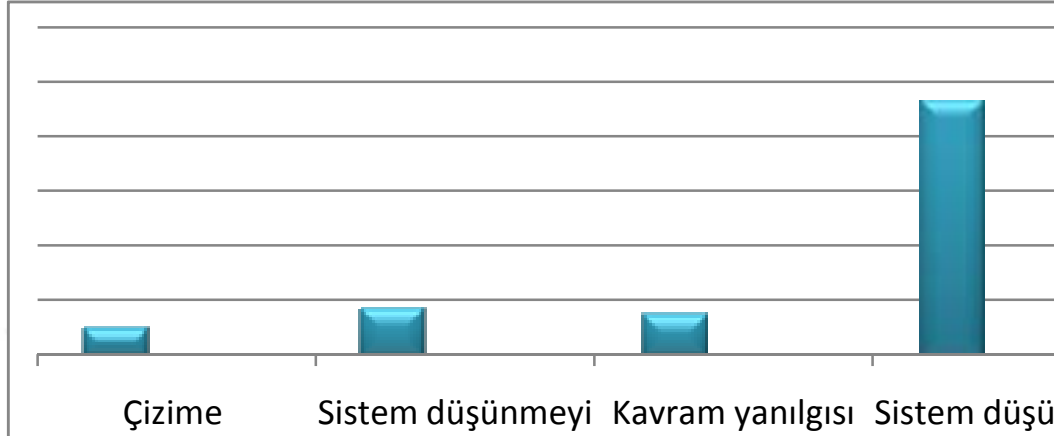
Grafik 6.2. Açık uçlu soru kategorileri ve yüzdeleri (%)



Grafik 6.2’de açık uçlu soruya verilen yanıtlar ele alındığında öğrencilerin yaklaşık olarak % 5’nin çeşitli nedenlerden dolayı açıklama yapmadıkları, % 9,60’nın sistem düşünmeyi temsil etmeyen açıklamalarda buldukları, % 13,22’sinin kavram yanılgısı içeren açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin % 34,71’nin ise sistem düşünmeyi kısmen içeren cevaplar verdikleri analiz edilmiştir. Bu öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarına değindikleri, kelebeklerin yumurta bırakabildiklerini bildikleri, kelebek göçlerinden bahsedebildikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin %37,35’i sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalarda bulunmuşlardır. Kelebeklerin yaşam döngüleri ile sıcaklık arasında bir bağı

kurabildikleri kelebek yumurtalarının döl lenmesini, tırtılın koza oluşt urmasını ve kelebeğe dönüşüm aşamalarını mantıksal sırası ile anlatabilmişlerdir.

Grafik 6.3. Çizim sorusu kategorileri ve frekansları (f)

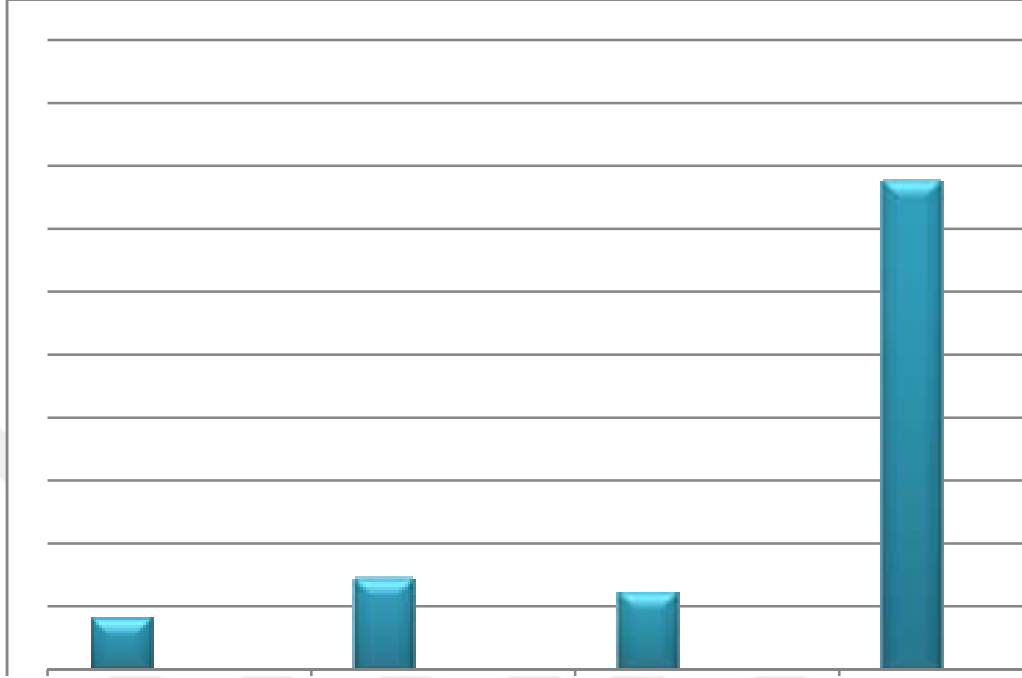


Öğrencilerin yaptıkları çizimler sonucunda sistem düşüncesini tam olarak kavrayabilen ve çizime dökabilen öğrenci frekansı 263 olarak bulunmuş ve bu öğrencilerin yapmış oldukları çizimlerden yola çıkarak kelebeğin yaşam döngüsünü döngüsel anlamda kavradıkları analiz edilmiştir.

Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimlerin frekansı 235 olarak bulunmuştur. Bu öğrencilerin çizimler esnasında döngüyü tamamlayamadıkları ya da eksik bilgileri olduğu belirlenmiştir. Tırtıl, koza ve kelebek oluşumunu düşünebildikleri fakat bu yapıların döngüsel işleyişini benimseyemedikleri ya da tırtıldan direk kelebek oluşumuna yöneldikleri gibi gözlemler yapılmıştır.

Kavram yanlışsı içeren çizimlerin frekansı 38 olarak bulunmuştur. Kavram yanlışları öğrencilerin eksik ve yanlış öğrenmelerinden kaynaklanacağı gibi çevreden, medyadan ya da gizil öğrenmeler ile de sağlanabilmektedir. Sistem düşünmeyi temsil etmeyen çizimlerin frekansı 44 olarak bulunmuştur. Bu çizimlerde öğrencilerin sadece kelebek resmi çizdikleri ya da tırtıl, grafik vb. gibi şekilleri çizdikleri gözlenmiştir. 25 kağıtta ise hiçbir çizime rastlanmamıştır.

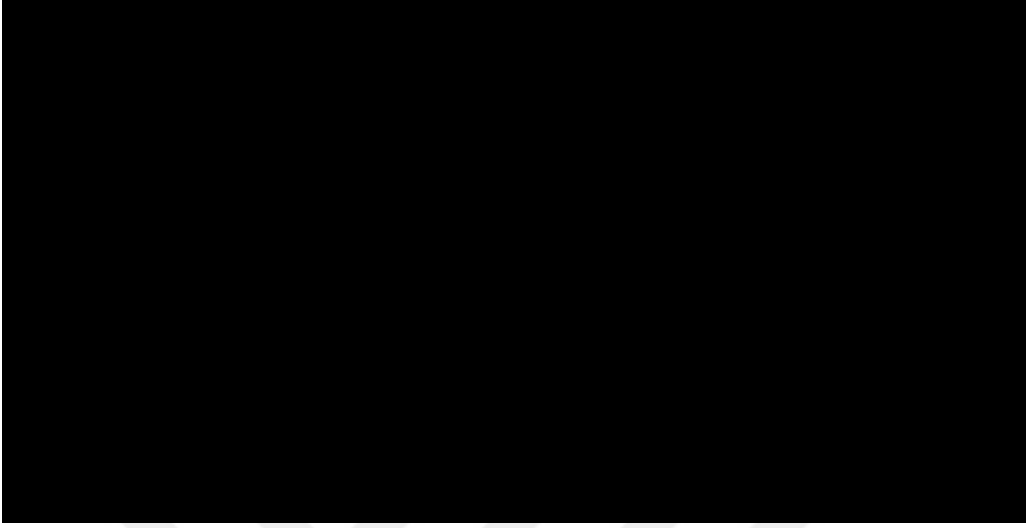
Grafik 6.4. Çizim sorusu kategori ve yüzdeleri (%)



Öğrencilerin çizim sorularına verdikleri yanıtlar doğrultusunda çizime ratlanmayan kağıtların yüzdesi 4,12 olarak bulunmuştur. Sistem düşüncesini temsil etmeyen öğrencilerin yüzdesi 7,27 olarak bulunmuş kavram yanılgılarına göre oran biraz daha yüksek çıkmıştır. Kavram yanılgılarının yüzdesi 6,30 olarak hesaplanmıştır. Sistem düşünmeyi kısmen temsil eden çizimlerin yüzdesi 38,84 olarak analiz edilmiştir. Sistem düşünmeyi kapsamlı bir şekilde temsil eden çizimlerin yüzdesi 43,47 olarak bulunmuştur. Öğrenciler açık uçlu soruya oranla çizim sorularında daha başarılı olmuşlardır. Bunun nedeni öğrencilerin görsel ifadelerinin sözel ifadelere göre daha kuvvetli olması ve şekillerle ifadenin öğrencilerde sözel ifade etme yetisine göre daha iyi olmasıdır.

Öğrencilerin kavram yanılgıları istatistiksel olarak analiz edilmiş ve aşağıdaki grafik elde edilmiştir.

Grafik 6.5. Kavram yanlışları frekansı (f)



Öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının frekansı en yüksek olan “Kelebeklerin ömrü bir gündür.” yanlışsıdır. Öğrencilerin 144 tanesi bu yanlışya sahiptir. Bunun nedeni halk arasında var olan genel kanı olabileceği gibi medya yayınlarında kelebeklerin kısa yaşamı hakkında çıkan kavram yanlışsı oluşturabilecek görsellerin kullanılması olabilmektedir. Özellikle öğrencilerin birbirlerinden duydukları şeyleri daha hızlı öğrendikleri bilinmektedir. “Kozadan tırtıl çıkar.” kavram yanlışsı da frekansı yüksek çıkan yanlışlardandır. “Kelebeklerin başkalaşımı bir evrim örneğidir.” yanlışsı da öğrencilerin metamorfoz ile evrimi karşılaştırdıklarının bir göstergesidir. “Kelebeklerin çift yaşamlı hayvanlar olması” konusunda da öğrenciler kavram yanlışsına sahiptirler. Öğrenciler çift yaşamlılık ile başkalaşımı karıştırmaktadırlar. Bunun nedeni de bu kavramların öğrencilerin zihninde tam olarak oturmadığı ve birbirine karıştırılmaları benzer kavramlarmış gibi algılanmalarıdır. “Kelebekler üç gün yaşar.” Kavram yanlışsı da frekans olarak yüksek çıkan yanlışlardandır. “Kelebekler eşeysiz ürer.” Kavram yanlışsı öğrencilerin kelebeklerin yaşam döngüsünü, dölleme olayını bilmediklerini göstermektedir. “Kelebekler bir sürüngen türüdür.” Öğrencilerin bu yanlışya düşmelerinin nedeni de tırtıl evresini sürüngenlere benzetmelerinden kaynaklanmaktadır diye yorumlanabilir. Bu çalışma öğrencilerin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında sistem düşünme becerilerini tespit etmenin yanında

öğrencilerde var olan yanlışları da ortaya çıkarması bakımından da önem taşımaktadır.

Yapılan bu tez çalışmasında bazı öğrencilerin sistem düşünmeyi tam olarak gerçekleştirebildiklerini bazılarının da gerçekleştiremediklerini ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin sistem veya bütüncül düşünme yerine daha bütünün parçaları üzerine odaklandıkları sonucu ortaya çıkarılmıştır.

Bu araştırmanın sonuçları önceki araştırmaların bulguları ile çelişmemekte, aksine onları desteklemektedir. Örneğin, Dikmenli (2010) tarafından yapılan bir çalışma ile bu tez çalışmasındaki sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Çizimlerden elde edilen bir başka bulgu da kavram yanlışları Çalışmaya Harman (2012); Akkuş, Tüzün ve Eyceyurt (2013); Öztürk ve Öztuna Kaplan (2017) tarafından yapılan araştırmalarda da örtüşmektedir.

Tez araştırmasından elde edilen bulgular gerçekte biyolojik ve ekolojik sistemlerin öz düzenleme ve geri bildirim dayanan kuralları içerdiği için (Daellenbach ve McNickle, 2005: 47) bulguları ile örtüşmektedir.

Dikmenli vd. (2011) tarafından yapılan başka bir çalışma ile bu tez çalışmasındaki sonuçlar benzerlik göstermektedir. Fakat 2011 yılında yapılan çalışma ile bu tez çalışmasının oranlarında farklılaşmalar söz konusudur. Bunun nedeni de 2011 yılında yapılan çalışmanın ön öğrenmeleri yüksek olan üniversite öğrencileriyle yapılmış olmasıdır.

Lise öğrencilerinin hücre bölünmeleri ile ilgili anlayışlarının çizim tekniğiyle incelenmesine yönelik Dikmenli ve Çardak tarafından (2018) eğitim öğretim yılı içerisinde yapılan çalışmalarından elde edilen bulgular ile bu tez çalışmasından elde edilen bulgular örtüşmektedir.

Tez çalışmaları esnasında belirlenen sistem düşünme becerilerinin eksikliğinin giderilebilmesi ve kavram yanlışlarının önlenmesi için öğrencilerin kelebekler hakkında zihinlerinde oluşan kavram yanlışlarını ortadan kaldırmaya dönük yeni öğretim stratejileri ve etkili çalışmalara ihtiyaç olduğu önerilmektedir.

Kelebeğin yaşam döngüsünün öğrenilmesinin öğrenciler açısından zor olduğu görülmektedir. Bunun giderilebilmesi için teknolojik materyaller eğitimde daha sık kullanılmalı ve soyut kavramlar somutlaştırılmaya çalışılmalıdır. Ayrıca öğrencilerin sistem düşünebilme becerileri ortaya çıkarabilmek için simülasyonlardan, 3 boyutlu materyallerden faydalanılmalıdır.

Öğrencilerin kavramlara ait imajların ortaya çıkarılmasında ve sistem düşünme becerilerinin ölçülmesinde çizim tekniği etkili kullanılmalıdır.

Öğrenciler, konu, kavram veya bir durum hakkındaki anlama düzeyi veya fikri sınırlandırmadan çizim yöntemiyle ortaya koyabileceği önerilmektedir.

Öğretmenlerin derslerinde öğrencilerin zihin haritalarını ortaya çıkarabilmek çizimlere yer vermeleri önerilmektedir.

Çizim yönteminin bir öğretim modeli olmasının yanında öğrencilerin konuya ilişkin fikirlerini belirlemede kullanabilecekleri alternatif bir yöntem olarak kullanılabilirliği önerilmektedir.

Öğrencilerin öğrenme anlayışlarını etkileyen eğitim sisteminin daha uygun hale getirilmesi önerilmektedir.

Derslerde kelebeğin yaşam döngüsü, metamorfoz, madde döngüleri veya hücre döngüleri gibi sistem düşünme gerektiren konular ile ilgili görsel materyaller ve modellerin kullanılması önerilmektedir.

Öğretmenlerin öğretimden önce kavram yanılgılarının bilincinde olmaları gerekmektedir.

Sistem yaklaşımı sadece ders anlatımında değil hayatın her alanında sistemli düşünebilme becerisi insanlara aşılmaya çalışılmalıdır. Bunun için bilginin kaynağı sebep sonuç ilişkisi ile açıklanmalı olayların oluş nedenlerini sorgulama becerisi insanlara kazandırılmalıdır. Bu aşamada önce ailelere sonra da eğitimcilere büyük rol düşmektedir. Aileler çocukluk döneminde çocuklarına uyarılar yönünden zengin bir ortam sağlamalı ve çocukların zihin haritalarının fazla olmasını

sağlamalıdır. Öğretmenler de çocukların ön öğrenmelerine yenilerini ekleyerek bilgi birikimlerini arttırmalıdır.

Lise öğrencilerinin kelebek yaşam döngüsü bağlamında, bir sistem için oldukça kritik özellik olan “sistemlerin ilişkili/ bağlantılı olması” özelliği hakkında eksikliklerinin olduğu ortaya çıkmıştır. Lise öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerinin genel olarak ortalama bir düzeyde yer aldığı görülmüştür. Azık uçlu sorudaki açıklamaların % 37,35’i sistem düşünmeyi tam olarak temsil eden açıklamalar iken (Tablo 5.1), çizimlerin % 43.47’si sistem düşünmeyi tam olarak temsil ettiği görülmüştür. Buradan çalışma grubunu oluşturan lise öğrencilerinin yarısından fazlasının kapsamlı bir sistem düşünme becerisine sahip olmadıkları ortaya çıkmaktadır. Lise öğrencilerinin, sistem ve biyolojik sistem algılarının geliştirilmesi, onların genel sistem düşüncesi ve becerilerinin de geliştirilmesine bağlıdır. Bu sonuçlar Taşdelen (2016)’in biyoloji öğretmen adayları ile yaptığı araştırmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Çevreden, öğretmenden ya da bireysel sebeplerden kaynaklanan eksik ve hatalı öğrenmeler öğrencilerin sistem düşünme becerilerinin gelişmesine engel olmaktadır. Bu yüzden biyoloji öğretiminde yaygın olarak rastlanılan hatalı öğrenmelerin önüne geçebilmek ve anlamlı öğrenmeyi sağlayabilmek bakımından öğrencilerin sistem düşünme becerilerinin gelişimi üzerine odaklanılması gerekmektedir. Lise biyoloji dersi öğretim programı düzenlenirken sistem düşünme becerileri dikkate alınmalıdır.

Öğretmenlerin biyoloji dersi gibi canlı biliminde dönük dersleri işlerken doğa gezileri ve doğa gözlemlerine daha çok yer vermeleri öğrencilerdeki soyut kavramların daha somut hale gelmesine yol açacağı için bu tür çalışmalara ders dışı etkinlik kapsamında daha çok yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

Ackoff, R. L. (1971). Towards a system of system concepts. Management science. 17(11), 661-671. 12.03. 2019 tarihinde <http://www.jstor.org/stable/2629308> sayfasından erişilmiştir.

Ackoff, R. L. (1981). Our changing concept of the world. In Creating the Corporate Future. (pp.3-25). New York: John Wiley ve Sons.

Anonymous, 2016 (a). Fairfax County Virginia, Green Spring Gardens, Gardening Information, Using Native Plants to Attract Bitds in The Washington D.C.Area, <http://www.fairfaxcounty.gov/parks/greenspring/infosheets/nativeplantsforbirds.pdf>, (erişim tarihi: 17.05.2019)

Anonymous, 2016 (b). Blackle Mag, Benefits of Butterflies. (erişim tarihi: 18.03.2019) <http://blacklemag.com/living/ecology-and-butterflies/>.

Anonymous, 2016 (c). The State of the Bird, The Value of Birds, (erişim tarihi:19.03.2019)<http://www.stateofthebirds.org/2009/home-page-documents/the-value-of-birds>.

Anonymous,2016(d).(erişim tarihi:10.03.2019) <http://www.natureofwildworks.org/the-phoenix-fund-a-legacy-of-protecting-our-ountain-lions>

Arıkan, R. (2013). Anketler ve anket soruları. Ankara: Nobel.

Arndt, H. (2006). Enhancing system thinking in education using system dynamics.Simulation.82(11).795-806.4.02.2019tarihinde <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.117.3714&rep=rep1&type=pdf> sayfasından erişilmiştir.

Banathy, B. H.,ve Jenlink, P. M. (2004). Systems inquiry and its application in education.David H. Jonassen (Eds.) In Handbook of research for educational communicationsand technology (2Edition) (pp.37-58).New Jersey: Lawrence ErlbaumAssociates.1903.2019tarihinde<http://www.aect.org/edtech/ed1/02.pdf> sayfasındanerişilmiştir.

Barak, J., Sheva, B., ve Gorodetsky, M. (1999). As 'process' as it can get: Students' understanding of biological processes. *International Journal of Science Education*, 21(12), 1281-1292.

Barton, J., ve Haslett, T. (2007). Analysis, synthesis, systems thinking and the scientific method: Rediscovering the importance of open systems. *Systems Research and Behavioral Science*, 24(2), 143-155.

Ben-Zvi Assaraf, O., Dodick, J., ve Tripto, J. (2013). High school students' understanding of the human body system. *Research in Science Education*. 43(1), 33-56.

Ben-Zvi Assaraf, O., ve Orion, N. (2005a). Development of systems thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(5), 518-560.

Ben-Zvi Assaraf, O., ve Orion, N. (2005b). A study of junior high students' perceptions of the water cycle. *Journal of Geoscience Education*. 53(4), 366-373.

Ben-Zvi Assaraf, O., ve Orion, N. (2009). A design based research of an earth systems based environmental curriculum. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 5(1), 47-62.

Ben-Zvi Assaraf, O., ve Orpaz, I. (2010). The "life at the poles" study unit: Developing junior high school students' ability to recognize the relations between earth systems. *Research in Science Education*. 40: 525-549. Bertalanffy, L. v. (1950). The theory of open systems in physics and biology. *Science*. 111.23-29.

Bertalanffy, L. V. (1988). *General systems theory: Foundations, development, applications*. (10th edition). United States of America: George Braziller.

Betts, F. (1992). How systems thinking applies to education. *Educational Leadership*, 50(3), 38-41.

Bowler, T. D. (1981). *General system thinking: Its scope and applicability*. United States of America: Elsevier North Holland.

Butterfly Conservation Europe, 2008. Why Butterflies and Moths are Important,(erişimtarihi:18.03.2019)<http://bc-europe.eu/upload/Why%20butterflies%20and%20moths%20are%20important%2003.pdf>.

Bümen, N. T. (2006). Program geliştirmede bir dönüm noktası: Yenilenmiş Bloom taksonomisi. Eğitim ve Bilim. 31(142), 3-14.

Bybee, R. W. (2010). New challenge for science education leaders: Developing 21st century workforce skills. Ed. Rhoton, J., In Science Education Leadership; Best Practices for the New Century (pp. 33-49). Arlington, VA: NSTA.

Caldas, A., 2012. Butterflies and Climate Change, American Butterflies, Spring2012,(erişimtarihi:18.03.2019)
http://www.naba.org/pubs/ab201/ab201butterflies_and_climate_change.pdf.

Capinera, J., L., 2008. Encyclopedia of Entomology, University of Florida. (erişimtarihi:02.05.2016)<https://books.google.com.tr/books?id=i9ITMiihVQCveprin&hl=tr#v=onepage&q&f=false>.

Chandi, S. S., Reid, N., McWilliam, A., ve Gray, D. (t.y). Exploring the usefulness of a systems-based model from the perspective of biology students.09 03.2019 tarihinde <http://www.scotedreview.org.uk/media/scottish-educational-review/articles/126.pdf> sayfasından erişilmiştir.

Chen, D., ve Stroup, W. (1993). General system theory: Toward a conceptual framework for science and technology education for all. Journal of Science Education and Technology. 2(3), 447-459.

Checkland, P. (1984). Systems thinking, systems practice. Great Britain: Pitman Press.

Cilliers, P. (2010). Karmaşıklık, yapıbozum ve görecelik. Cogito: Kaos ve Karmaşıklık: Düzenli Düzensizlik 62(Bahar), 100-114.

Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2007). Research methods in education. (6th edition).London: Routledge.

Cotter, M. (1998). Using systems thinking to improve education. *About Campus*, 2(6), 9-14.

Creswell, J. W. (2013a). Araştırma deseni: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları (S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Eğiten Kitap.

Creswell, J. W. (2013b). Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni. (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Siyasal Kitabevi.

Çüçen, A. K. (2009). Klasik mantık (2. Baskı). Bursa: Asa Kitabevi.

Daellenbach, H.G, ve McNickle, D.C. (2005). Management science, decision making through systems thinking. Great Britain: Palgrave Macmillan.

Descartes, R. (2014). Yöntem üzerine konuşma (Ö. Doğan, Çev.). Ankara: Doğu Batı.

DKM, 2016. Büyüleyici Kelebek Çeşitliliği ile Türkiye.(erişim tarihi: 17.03.2019) http://www.dkm.org.tr/Dosyalar/YayinDosya_Fsv5q0L7.pdf

Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of Cell Division Held by Student Teachers in Biology: A Drawing Analysis. *Scientific Research and Essay Vol. 5 (2)*, pp. 235-247.

Dikmenli, M. ve Çardak, O. (2018) Investigation of High School Students Understanding of Cell Division By Drawing

Ditfurth, H. V. (2009). Başlangıçta hidrojen vardı (V. Atayman, Çev.). (3. Baskı). İstanbul:Cumhuriyet Kitapları.

Drack, M., ve Wolkenhauer, O. (2011). Systems approaches of Weiss and Bertalanffy and their relevance for systems biology today. *Seminars in Cancer Biology*. 21, 150-155.

EARGED (Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı). (2001). 21. yüzyıla girerken Türk eğitim sisteminin ihtiyaç duyduğu çağdaş öğretmen profili. Ankara.21.03.2019 tarihinde

http://www.meb.gov.tr/earged/earged/Cagdas_ogretmen.pdf sayfasından erişilmiştir.

Eilam, B. (2012). System thinking and feeding relations: Learning with a live EcosystemModel. *Instructional Science*, 40, 213-239.

Ekiz, D. (2013). Bilimsel araştırma yöntemleri. (Geliştirilmiş 3. baskı). Ankara: Anı.

Emiroğlu, İ. (2011). Mantık yanlışları. (2. Baskı). Ankara: Elis Yayınları.
Ercil, Y., ve Sığırı, Ü. (2008). Stratejik düşünmenin sırları ve sistem yaklaşımı. Ankara: Asil.

English Nature, 2005. The Butterfly Handbook, General Advice Note on Mitigating the Impacts of Roads on Butterfly Populations.

Fahmy, A. F. M., ve Lagowski, J. J. (2002). Systemic approach to teaching and learning chemistry: SATLC in Egypt. *Chemical Education International*, 3(1).

Free, M., 2013. For The Bird, Burretfly and Hummingbirds: Creating Inviting Habitats. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University, VA

Fisher, J., ve Henzinger, T. A. (2007). Executable cell biology. *Nature Biotechnology*.25(11), 1239-1249.

Flood, R. L. (2010). The relationship of ‘systems thinking’ to action research. *SystemicPractice Action Research*. 23(4), 269-284. Fordyce, D. (1988). The development of systems thinking in engineering education: Aninterdisciplinary model. *European Journal of Engineering Education*, 13(3), 283-292.

Fraenkel, J. R., ve Wallen, N. E. (2006). How to design and evaluate research in education.(6th edition). New York: McGraw-Hill.

Frank, M., ve Kordova, S. K. (2015). Four layers approach for developing system thinkingassessment tool for industrial and systems engineers. *Industrial EngineeringveManagement*, 4(5), 2169-0316.

Fruland, R. M. (2006). Systems thinking and science-based controversies for learning, teaching and collaboration: What do student teachers think? Doctorate dissertation. University of Washington, USA.

Gharajedaghi, J. (2011). Systems thinking: Managing chaos and complexity a platform for designing business architecture. (3rd edition). United States of America: Elsevier.

Gleick, J. (2014). Kaos (İ. Alptekin Demir, Çev.). İstanbul: Alfa.

Glesne, C. (2013). Nitel araştırmaya giriş (A. Ersoy ve P. Yalçınoğlu, Çev. Ed.). (3. baskı). Ankara: Anı.

Groff, J. (2013). Dynamic systems modeling in educational system design & policy. Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal), 2(2), 72-81.

Gürcan, Ö., Dikenelli, O., ve Türker, K.S. (2010a). İnsan merkezi sinir sisteminin etmen-tabanlı modelleme ve simulasyon ile anlaşılması. Türk Nöroloji Dergisi, 16, Ek 1, 219-220. Poster.

Gürcan, Ö., Dikenelli, O., ve Türker, K.S. (2010b). Agent-based exploration of wirings of biological neural networks: Position paper. In Proceedings of the 20th European Meetings on Cybernetics and Systems Research (EMCSR 2010), University of Vienna, Austria.

Hayles, N. K. (2010). Düzenli düzensizlik olarak kaos: Çağdaş edebiyat ve bilimde değişen temel. Cogito: Kaos ve Karmaşıklık: Düzenli Düzensizlik. 62(Bahar), 64-84.

Hester, P. T., ve Adams, K. M. (2013). Thinking systemically about complex systems. Procedia Computer Science, 20, 312-317.

Higgins, K. L. (2013). Financial whirlpools: A systems story of the great global recession. United States of America: Elsevier.

Hiller Connell, K. Y., Remington, S. M., ve Armstrong, C. M. (2012). Assessing systems thinking skills in two undergraduate sustainability courses: A comparison of teaching strategies. Journal of Sustainability Education. 3(March).

Hmelo, C, Holton, D. L., ve Kolodner, J. (2000). Designing to learn about complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247-298.

Hmelo-Silver, C. E., ve Azevedo, R. (2006). Understanding complex systems: Some core challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 53-61.

Hmelo-Silver, C. E., Marathe, S., ve Liu, L. (2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: Expert-novice understanding of complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 307-331.

Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Liu, L., Gray, S., Demeter, M., Rugaber, S., Vattam, S., ve Goel, A. (2008). Focusing on function: Thinking below the surface of complex natural systems. *Science Scope*, 31(9), 27-35.

Hmelo-Silver, C. E., ve Pfeffer, M. G. (2004). Comparing expert and novice understanding of a complex system from the perspective of structures, behaviors, and functions. *Cognitive Science*, 28, 127-138.

Hopper, M., ve Stave, K. A. (2008). Assessing the effectiveness of systems thinking interventions in the classroom. In *Proceedings of the 26th International Conference of System Dynamics Society*. Athens, Greece, July 20-24.

Ideker, T., Galitski, T., ve Hood, L. (2001). A New Approach to decoding life: Systems biology. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 2, 343-372.

Jensen, E. (2014). Does teaching students how to explicitly model the causal structure of systems improve their understanding of these systems? *European Journal of Engineering Education*. DOI: 10.1080/03043797.2014.881320.

Joyce, C, Bull, A., Hipkins, R., ve MacIntyre, B. (2008). Putting the nature of science strand into the water cycle. *Teaching and learning*, (2), 10-15. http://nzase.org.nz/files/research_19_4055776282.pdf sayfasından erişilmiştir.

Kauffman, S. (2005). Kendi kendini örgütlemenin ve karmaşıklığın yasalarını ararken evrende evimizdeyiz (V. Karatay, Çev.). İstanbul: KPMG.

Keynan, A., Ben-Zvi Assaraf, O., ve Goldman, D. (2014). The repertory grid as a tool forevaluating the development of students' ecological system thinking abilities. *Studiesin Educational Evaluation*. 41, 90-105.

Karaçetin, E., H.J. Welch, A. Turak, Ö. Balkız ve G. Welch. 2011. Türkiye'deki Kelebeklerin Koruma Stratejisi. Ankara: Doğa Koruma Merkezi. Erişim: [www.dkm.org.tr]

Karacetin, E. ve Welch, H.J. 2011. Türkiye'deki Kelebeklerin Kırmızı Kitabı. Ankara: Doğa Koruma Merkezi. Erişim: [www.dkm.org.tr]

Klass, C, Dirig, R., (Tarihsiz). Learning about Butterflies, Cornell Cooperative Extension, <http://www.learnaboutbutterflies.com/>

Kitano, H. (2002a). Computational systems biology. *Nature*. 420, 206-210.

Kitano, H. (2002b). Systems biology: A brief overview. *Science*. 295, 1662-1164.

Kuhn, T. S. (2008). Bilimsel devrimlerin yapısı (N. Kuyaş, Çev.). (8. Baskı). İstanbul: Kırmızı yayınları

Kurt, E., ve Kasap, R. (2011). Karmaşanın bilimi kaos. Ankara: Nobel yayınları

Lamb, S., Chambers, S., Allen N., 2002. Create a Butterfly Garden, The Wildlife Garden, Oregon State University, January - 2002.

Lewis, S. (2013). Ways of conceptualizing complex systems. A phenomenographic study of upper secondary school students' systems thinking in the context of the Haber process. Master dissertation, University of Gothenburg, Sweden.

Lewontin, R. (2013). Üçlü sarmal: Gen, organizma ve çevre (E. D. Özsoy, Çev.). İstanbul: Saylam yayınları

Lin, C. Y., ve Hu, R. (2003). Students' understanding of energy flow and matter cycling inthe context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *International Journal of Scince Education*, 25(12), 1529-1544.

Liu, L., ve Hmelo-Silver, C. E. (2009). Promoting complex systems learning through the use of conceptual representations in hypermedia. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 1023-1040.

Mayr, E. (2008). *Biyoloji budur: Canlı dünyanın bilimi* (A. İzbirak, Çev.). (2. Baskı) Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.

Mazzocchi, F. (2008). Complexity in biology: Exceeding the limits of reductionism and determinism using complexity theory. *EMBO reports*, 9(1), 10-14

Meadows, D. H. (2009). *Thinking in systems: A primer*. London: Earthscan.
MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2011). *Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü, Orta öğretim projesi: Biyoloji öğretmeni özel alan yeterlikleri*. Ankara.

Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev. Ed.). Ankara: Nobel yayınları

Montuori, A. (2013). Complexity and transdisciplinarity: Reflections on theory and practice. *World Futures*, 69(4-6), 200-230.

NRCS, 2000. Wildlife Habitat Management Institute, Butterfly (Order: Lepidoptera). Fish and Wildlife Habitat Management Leaflet, Number 15, January-2000

NRC (National Research Council). (2008). *Research on future skills demands: A workshop summary*. (M. Hilton, Rapporteur) Washington, DC: The National Academies Press.
NRC (National Research Council). (2009). *A New biology for the 21st century*. Washington, DC: The National Academic Press.

NRC (National Research Council). (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. (M. Hilton, Rapporteur) Washington, DC: The National Academies Press.

NRC (National Research Council). (2011). *Assessing 21st century skills: Summary of a workshop*. (J. A. Koenig, Rapporteur) Washington, DC: The National Academies Press.

NSTA (National Science Teachers Association). (2010). *Science education leadership: Best practices for the new century*. Ed. Rhoton, J. USA: NSTA.

Nichols, P., ve Ferrara, S. (2014). The learning diamond: A *systemic* perspective on student learning. Research Report. Pearson. 05.03.2019 tarihinde <http://researchnetwork.pearson.com/wp-content/uploads/NGLANicholsLearningDiamondFormatted0103.pdf>, sayfasından erişilmiştir.

Nosich, G.M. (2012). Eleştirel düşünme ve disiplinlerarası eleştirel düşünme rehberi (B. Aybek, Çev.). Ankara: Anı.

Nuhoğlu (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersinde sistem dinamiği yaklaşımının tutuma, başarıya ve farklı becerilere etkisinin araştırılması. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Nuhoğlu, H. (2013). Bilimin doğasını deneyimleyerek öğrenmede yeni bir yaklaşım: Sistem dinamiği. Murat Demirbaş (Ed.), Bilimin doğası ve öğretimi içinde (s. 109-135). Ankara: Pegem Akademi.

Orion, N, ve Libarkin, J. (2014). Earth systems science education. Norman G. Lederman & Sandra K. Abell (Eds.), In Handbook of research on science education - Volume II,485-496. New York: Routledge.

Öner, N. (2009). Klasik mantık. Ankara: Vadi. Pala, Ö., ve Vennix, J. A. M. (2005). Effect of system dynamics education on systems thinking inventory task performance. System Dynamics Review. 21(2), 147-172.

Pan, X., Vallerdi, R, ve Kang, R. (2013). Systems thinking: A comparison between chinese and western approaches. Procedia Computer Science. 16, 1027 - 1035.

Patton, M. Q. (2014). Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Pegem Akademi

Punch, K. F. (2011). Sosyal araştırmalara giriş: Nicel ve nitel yaklaşımlar (D. Bayrak, H. B. Arslan ve Z. Akyüz, Çev.). (2. Baskı) Ankara: Siyasal Kitabevi.

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

Plate, R., ve Monroe, M. (2014). A structure for assessing systems thinking. *The Creative Learning Exchange*. 23(1), 1-12.

Raved, L., ve Yarden, A. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Frontiers in Public Health*. 2, Artical260, 1-11.

Richard, P., ve Elder, L. (1999). Critical thinking: Teaching students to seek the logic of things. *Journal of Developmental Education*. 23(1), 34-35.

Richardson, K. A. (2005). Systems theory and complexity: Part 3. *E:COL*, 7(2), 104-114.

Ruelle, D. (2014). *Rastlantı ve kaos*. (D. Yurtören, Çev.). İstanbul: Say.

Ryan, A. (2007). *A multidisciplinary approach to complex systems design*. Phd Thesis. The University of Adelaide, Australia.

Salisbury, D. F. (1996). *Five technologies for educational change: Systems thinking systems design, quality science, change management, instructional technology*. United States of America: Educational Technology Publications.

Senge, P. M. (2011). *Beşinci disiplin* (A. İldeniz, A. Doğukan, Çev.). (15. Baskı). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları-Cogito.

Soderquist, C, ve Overakker, S. (2010). Education for sustainable development: A systems thinking approach. *Global Environmental Research*. 14(2): 193-202.

Sommer, C, ve Lücken, M. (2010). System competence-Are elementary students able to deal with a biological system?. *Nordic Studies in Science Education*, 6(2), 125-143.

Stave, K., ve Hopper, M. (2007). What constitutes systems thinking? A proposed taxonomy. In *Proceedings of the 25th International Conference of the System Dynamics Society*. Boston, MA, July 29-August 3.

Streiling, S., Riess, W., ve Hörsch, C. (t.y). Promoting systems thinking in biology class- effectiveness of teacher training. 10.03 2019 tarihinde

http://www.kebu-freiburg.de/promatnat/projekte/Streiling_Abstract.pdf adresinden alınmıştır.

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

Taşdelen, Ö. (2016). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Sistem Düşüncesi ve Biyolojik Mantık Yaklaşımlarına Yönelik Algı ve Becerilerinin Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.

Tecim, V. (2004). Sistem yaklaşımı ve soft sistem düşüncesi. *D.E.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi*, 19(2), 75-100.

Thornton, B., Peltier, G., ve Perreault, G. (2004). Systems thinking: A skill to improve student achievement. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 77(5), 222-230.

Tripto, J., Ben-Zvi Assaraf, O., ve Amit, M. (2013). Mapping what they know: Concept maps as an effective tool for assessing students' systems thinking. *American Journal of Operations Research*, 3, 245-258.

TTKB (Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı). (2013). Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı (9, 10, 11 ve 12. sınıflar). Ankara.

Tunnicliffe, S. D., ve Ueckert, C. (2011). Early biology: The critical years for learning. *Journal of Biological Education*, 45(4), 173-175.

Ulrich, W. (1988). Systems thinking, systems practice, and practical philosophy: A program of research. *Systems Practice*. 1(2), 137-163.

Vachliotis, T., Salta, K., ve Tzougraki, C. (2014). Meaningful understanding and systems thinking in organic chemistry: Validating measurement and exploring relationships. *Research in Science Education*, 44(2), 239-266.

Vattam, S. S., Goel, A. K., Rugaber, S., Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Gray, S., ve Sinha, S. (2011). Understanding complex natural systems by articulating structure-behavior-function models. *Journal of Educational Technology ve Society*, 14(1), 66-81.

Verhoeff, R. P. (2003). Towards system thinking in cell biology education. Universiteit Utrecht, Netherlands.

Warburton, K. (2003). Deep learning and education for sustainability, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 4(1), 44-56.

Welch, H., Tek, S., E., 2011. Güzel Nazuğum'u Neden Koruyoruz?, *Bilim ve Teknik Dergisi*, Mayıs-2011

Westra, R, Boersma, K., Waarlo, A. J., ve Savelsbergh, E. (2007). Learning and teaching about ecosystems based on systems thinking and modelling in an authentic practice. R. Pintó ve D. Couso (Eds.), In *Contributions from science education research* (pp. 361 -374). Netherlands: Springer.

Wilensky, U. (1999). NetLogo, 2 03.2019 tarihinde <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/> sayfasından erişilmiştir.

Wilensky, U., ve Resnick, M. (1999). Thinking in levels: A dynamic systems approach to making sense of the world. *Journal of Science Education and Technology*. 8(1),

Wiener, N. (1982). *Sibernetik* (İ. Keskin, Çev.). İstanbul: Say Kitap Pazarlama.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (Genişletilmiş 9. baskı). Ankara: Seçkin.

Yücel, F., G., 2013. *Integrating Ecosystem Landscapes in Cityscape; Bird and Butterfly*, Intech, Chapter

7. EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı:	Seda ÇAKMAK	İmza:		
Doğum Yeri:	Konya / Meram			
Doğum Tarihi:	07.08.1991			
Medeni durumu:	Bekar			
Öğrenim Durumu				
Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
İlköğretim	Hanefi Aytekin İlköğr.		Konya	-
Ortaöğretim	Hanefi Aytekin İlköğr.		Konya	-
Lise	Çumra Anadolu Lisesi		Konya	-
Ön lisans	Anadolu Üniversitesi	Sosyal Hiz.	Konya	2014
Lisans	Necmettin Erbakan Üniv.	Biyoloji Öğret.	Konya	2014
Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniv.	Biyoloji Eğitimi	Konya	
Becerileri:	Temel Bilgisayar Kullanımı, Diksiyon Eğitimi, Hızlı Okuma			
İlgi Alanları:	Doğa yürüyüşleri, El sanatları, Çini boyama, Tiyatro			
İş Deneyimi:	MEB (üç yıl yedi aylık öğretmen)			
Hakkımda bilgi almak için önerebileceğim şahıslar:	Prof. Dr. Musa DİKMENLİ (Necmettin Erbakan Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Biyoloji Bilim Dalı)			
Tel:	05069838679			
Adres:	Yaylapınar Özlühan Sok. No:14, Meram, Konya.			