



## An analysis of the relationship between systematic thinking skills and academic achievement of middle school students

## Ortaokul öğrencilerinde sistemik düşünme becerileri ile akademik başarı arasındaki ilişkinin incelenmesi<sup>1</sup>

Büşra Başak Özyurt Soyürk<sup>2</sup>  
Fatma Şahin<sup>3</sup>

### Abstract

In recent years, complex systems have been encountered in all areas of life. Understanding the processes and components of such complex systems as a whole is increasingly becoming a critical skill. In order to handle such complex systems that we might encounter in daily life, it is essential to develop systematic thinking skills.

Therefore, the purpose of this research is to explore the effect of such systematic thinking skills on performance and concept learning of middle school students while teaching complex concepts and to observe which steps of systematic thinking has been improved. In this study, pretest-posttest nonequivalent control group quasi-experimental design was used. The study was conducted with 8th-grade students who receive education in Istanbul. The control group consisted of 40 students while experimental group had 38 students. Four subject areas are chosen from living beings and energy connections unit in eight-grade level science and technology course for this research, including food chain, photosynthesis, respiration, and cycles (e.g. water, carbon, oxygen, and nitrogen). These

### Özet

Son yıllarda kompleks sistemlerle hayatın her alanında sıklıkla karşılaşmaktadır. Bu karmaşık sistemlerin bileşenlerini ve süreçlerini anlayabilme, bir bütün olarak görebilme giderek ihtiyaç duyulan bir beceri haline gelmektedir. Günlük yaşamda karşılaştığımız bu kompleks sistemlerle başa çıkabilmek için sistemik düşünme becerisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda araştırmanın amacı; ortaokul öğrencilerinde kompleks kavramların öğretimi sırasında sistemik düşünme becerilerinin başarıya etkisini incelemek ve hangi sistemik düşünme basamaklarının geliştiği gözlemlemektir.

Araştırmada öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu çalışma İstanbul ilinde eğitim gören 8. Sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Kontrol grubu 40 öğrenciden oluşurken, deney grubu 38 öğrenciden oluşmuştur.

Uygulama için 8. sınıf Canlılar ve Enerji İlişkileri ünitesinde yer alan 4 konu alanı seçilmiştir, bunlar; besin zinciri, fotosentez, solunum ve döngülerdir (su, karbon, oksijen ve azot döngüleri). Belirlenen konular, deney grubunda sistemik düşünme hiyerarşisine göre araştırmacılar

<sup>1</sup>Bu araştırma Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği doktora öğrencisi Büşra Başak Özyurt Soyürk'ün, Prof. Dr. Fatma Şahin danışmanlığında hazırladığı doktora tezinin bir bölümünden oluşturulmuştur.

<sup>2</sup> Doktora Öğrencisi, [basak\\_ozyurt@hotmail.com](mailto:basak_ozyurt@hotmail.com)

<sup>3</sup> Prof. Dr., Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, [fsahin@marmara.edu.tr](mailto:fsahin@marmara.edu.tr)

subject areas have been taught to the experimental group with activities prepared in regard to systematic thinking hierarchy by the researchers, whereas researchers just used the activities in the textbook with the control group.

In order to collect data, both experimental and control groups were given Systematic Thinking Achievement Test as a pre- and post-test. Reliability and validity of the achievement test were evaluated, and accordingly, feedback was received from the experts in this field to attain higher validity. Eventually, Cronbach Alpha value for the achievement test is found around 0.74.

This study indicates that activities based on the systematic thinking hierarchy on the topics listed here have relatively more contributions to student success and conceptual learning when compared to those of current science curriculum. The implications of the study provide teachers, researchers and curriculum designers with guidance and suggestions.

**Keywords:** Science Education; Systematic Thinking ; Holistic Thinking; Interdisciplinary; Complex Systems.

[\(Extended English abstract is at the end of this document\)](#)

## 1. Giriş

Hızla değişen ve gelişen dünyada teknolojik gelişmelerle birlikte, sorgulayan, araştıran ve üreten bireylerin yetiştirilmesi de ön plana çıkmaktadır. Fen ve teknoloji dersi öğretim programında yapılan revizyon ile öğrencilerin bilgiye ulaşması ve bu bilgiyi kullanabilmesi temel hedef olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin bu hedefi yerine getirebilmesi için bilgiler arasında ilişkilendirme yapabilmesi ve bilgileri düzenleme, yorumlama, yordama gibi becerilere sahip olması gerekmektedir. Son yıllarda bilimsel alanlardaki gelişmeler hem günlük hayatımıza hem de eğitim misyonumuza yön vermektedir. Çağa ayak uydurabilmek için bilimin getirdiği bu kompleks bilgi yığınlarını anlayabilmek ve kullanabilmek gerekmektedir. Problemlerde karşılaşılan kompleks sistemleri anlamak günümüzde önemli bir yere sahiptir (Herthaisong, Sitti & Sonsupap, 2015, p. 1722).

Gelinen bu noktada bütün bilim dallarının birbirinden ayrı parçalar olmadığı aksine birbiriyle ilişkili dinamik ve kompleks yapılara sahip olduğu kabul edilmektedir. Bu sebeple günlük yaşantımızı kolaylaştırmak için kompleks sistemleri çözümlenmek ve kullanabilmek önemli bir beceri haline gelmektedir. Kompleks sistemler çoklu organizasyonlar, bağlantılar, bileşenler ve görünmeyen dinamik süreçler olarak tanımlanır (Ferrari&Chi, 1998; Hmelo-Silver & Azevedo, 2006; Wilensky & Resnick, 1999). Bu tip sistemlerin etkileşim halinde çoklu bağlantılar barındırması

tarafından hazırlanmış etkinlikler ile, kontrol grubunda ise ders kitabında bulunan etkinlikler ile öğretim yapılmıştır.

Araştırmada verileri toplamak amacıyla deney ve kontrol gruplarına ön-son test olarak Sistemik Düşünme Başarı Testi uygulanmıştır. Başarı testinin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış, bu doğrultuda testin geçerliğinin sağlanması için uzman görüşüne başvurulmuştur. Ayrıca hazırlanan başarı testinin Cronbach Alpha değeri 0.74 olarak bulunmuştur.

Araştırmada belirlenen konularda sistemik düşünme hiyerarşisine göre hazırlanan etkinliklerin kullanılarak öğretilmesinin mevcut fen öğretime göre öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin büyük bir çoğunluğunun üst düzey sistemik düşünme basamağına ulaştığı belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda öğretmenlere, araştırmacılara ve program hazırlayıcılara önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Fen Eğitimi; Sistemik Düşünme; Bütünsel Düşünme; Disiplinler Arası; Kompleks Sistemler.

anlaşılmalarını zorlaştırmaktadır (Hmelo-Silver, Marathe & Liu, 2007, s. 307). Fakat bilişsel düşünme becerisi bu tip karmaşık yapıların çözülmesinde etkin bir rol oynar.

Fen eğitimi için kompleks sistemler ulusal standartlarda önemli fikirler içerdiğinden ve çeşitli bilim dallarındaki kavramlar arasında köprüler kurduğundan önemli bir odak noktasıdır (Goldstone & Wilensky, 2008, s. 476). Fen içinde yer alan karmaşık sistemlerin bileşenlerini ve süreçlerini anlayabilme, bir bütün olarak görebilme giderek ihtiyaç duyulan bir beceri haline gelmektedir. Bu nedenle fen programı değişen dünya şartlarına göre öğrencilerin yetişmelerini sağlayacak, disiplin alanları arasında bağlantılar kuracak ve bu alanlardaki öğrenmeleri bütünlük içerisinde öğrenciye aktaracak düzenlemelere ihtiyaç duymaktadır. Bu program bir disiplin alanındaki öğrenme ve öğretme sürecini destekleyecek diğer disiplin alanlarında sürecin içerisine katacak şekilde planlanmalıdır. Diğer bir deyişle disiplinler arası bütüncül bir öğretim yaklaşımı ön plana çıkartılmalıdır (Demir, 2009).

Disiplinlerarası bütüncül öğretim farklı disiplinlerdeki kavramların, kavramsal bütünleşmesi, ya da geleneksel konu alanlarının belirli kavramlar etrafında anlamlı bir biçimde bir araya getirilerek sunulması olarak tanımlanabilir (İşler, 2004). Fen ve teknolojinin doğası incelendiğinde alt boyutlarından birinde bütünsellik olduğu dikkat çekmektedir. Bütüncül yapı, bilimin bir bütün olarak incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ancak pek çok Fen ve Teknoloji öğretmeni, fen bilimlerindeki anahtar fen kavramlarını anlatırken bilimin bu özelliğini dikkate almamaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin zihinlerinde bilimin bütüncül yapısı hakkında bir imaj oluşturulamamaktadır. Bununla birlikte öğrencilerde pek çok kavram yanlılığı ve öğrenme eksiklikleri oluşmaktadır (Yaylacı, 2010).

Bu bilgiler ışığında fen eğitiminde, disiplinler arası bütünsel yaklaşıma dayalı bir öğretime ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu yaklaşıma göre, her canlı varlık, nesne veya fikir hem kendi içinde bütündür, hem de ona anlamını veren sonsuz bir bütünlük serisinin bir parçasıdır. Diğer bir deyişle birbirini izleyen her bütün, onun parçalarının toplamında daha büyüktür (Miller, 2004).

Bütünü görmeyi sağlayan bir disiplin olan System Thinking (sistemik düşünme), aynı zamanda sistemde yer alan bileşenler ve süreçlerle ilgili farklı disiplinlerle de ilişki kurabilen çok yönlü bir yaklaşımdır (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010a, s. 1254; Evagorou ve diğerleri, 2009, s. 656). Bu bağlamda sistemik düşünme kavramı bütünsel bir bakış açısı oluşturmayı amaçlarken bütün içindeki bileşenlere ve ilişkiler ağına dikkat çekmektedir. Sistemik düşünme öğrencilere ortak konuları tanımlamalarını ve bağlantılar kurmalarını sağlamaktadır (Achieve, 2013, s. 96). Ayrıca bu ilişkilerin görünmeyen boyutları hakkında da yorum yapma becerisini geliştirmektedir. Sistemik düşünme ilişkilerin gözlemlendiği, bilgi ve ilkelerin kavramsal bir çerçevede yerleştirilmesini sağlayan bir süreçtir. Bu süreçte üç temel basamak bulunmaktadır. Bunlar:

1. Sistem bileşenlerinin analizi
2. Sistem bileşenlerinin sentezi
3. Uygulama

İlk etapta sistemin parçaları arasındaki ilişkilere odaklanılır daha sonra sistemin bileşenleri bir bütün içinde sentezlenir ve sistemin tüm boyutları irdelenir (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010b, s. 541).

Sistemik düşünmede bileşen ve süreçlerin tanımlanması kadar bileşenlerin bütünle olan ilişkisinin ortaya çıkarılması da önem arz etmektedir. Sadece bileşenlere odaklanılan kompleks bir sistemde var olan gerçek resme tam olarak ulaşılamaz. Sistemin tüm boyutlarıyla ortaya çıkarılmasını öngören sistemik düşünme becerisi modern ve karmaşık ilişkilerle örülü bir dünyada yaşayacak olan bireylere kazandırılması gereken bir beceridir.

Ben-Zvi Assaraf ve Orion (2005b, s. 523), yer sistemleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada geniş çapta bir literatür çalışması yapıldıktan sonra sistemik düşünmeyle ilgili 8 önemli hiyerarşik özellik

ortaya atılmışlardır. Bu sekiz özelliğin her biri literatürde farklı sistemlerle yapılan çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır (Ben-Zvi Assaraf and Orion,2010a).

1. Sistemdeki süreçleri ve bileşenleri tanımlama becerisi
2. Sistem bileşenleri arasındaki ilişkiyi tanımlama becerisi
3. Sistemdeki dinamik ilişkileri tanımlama becerisi
4. Sistem bileşenlerini ve süreçlerini ilişkiler çerçevesinde düzenleme becerisi
5. Sistemin doğal döngüsünü anlama becerisi
6. Genelleme yapma becerisi
7. Sistemin gizli boyutlarını anlama
8. Zamansal düşünme: geçmişe bakış ve tahmin becerisi

Bu sekiz hiyerarşik özellik sistemik düşünmenin üç temel basamağı içinde yer almaktadır. Sistemik düşünmedeki bileşenlerin analizi basamağı birinci özelliği; bileşenlerin sentezi basamağı 2.,3.,4. ve 5. özellikleri; son olan uygulama basamağı ise 6.,7., ve 8. özellikleri kapsamaktadır. Bu hiyerarşide her bir basamakta yer alan beceriler bir üst basamak için ön koşul niteliği taşımaktadır (Ben-Zvi Assaraf and Orion, 2010a, s. 1255).

Yapılan araştırmalar sonucunda sistemik düşünme hiyerarşisinin üst basamaklarına çıkabilen öğrenci sayısının az olduğu sonucuna varılmıştır ve hiyerarşinin üst basamaklarına geçen öğrencilerin alt basamakları becerilere tamamına sahip oldukları görülmüştür (Ben-Zvi Assaraf and Orion, 2010b).

Sistemli düşünebilme yeteneği gelişmiş insanlar farklı nesnelere arasındaki ilişkileri keşfedebilir, çeşitli durumlarda olayları ve problemleri analiz edebilir, çoklu neden – sonuç ilişkilerini değerlendirebilir, kompleks sistemler altında yatan dinamik süreçleri açıklayabilir ve uzun vadede yaşanacak sonuçları ve etkilerini tahmin edebilir (Booth Sweeny & Sterman, 2001; Kim, 1999; Maani & Maharaj, 2004; Ossimitz 2000; Richmond, 2001).

Bu bilgiler ışığında “Ortaokul öğrencilerinde kompleks kavramların öğretimi sırasında sistemik düşünme becerilerinin başarıya etkisini nasıldır?” ve “Hangi sistemik düşünme basamakları gelişir?” soruları araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Besin zinciri, fotosentez, solunum, döngüler konularında sistem tabanlı uygulamalarla öğretilmesinin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi nasıldır?
2. Ortaokul öğrencilerinde sistem tabanlı öğrenme sürecinin sonunda hangi sistemik düşünme basamakları gelişir?

Araştırmaya 8. sınıfta öğrenim gören toplam 78 öğrenci katılmıştır. Bu öğrencilerden 38’i deney grubunda 40’i ise kontrol grubunda yer almıştır. Öğrencilerin veri toplama araçlarına samimi cevap verdikleri var sayılmıştır. Araştırma 2014-2015 eğitim-öğretim İstanbul ilinde seçilen bir ortaokulda öğrenim gören 78 öğrencisi ile, 20 ders saati ve kullanılan veri toplama araçları ile sınırlıdır.

## 2. Yöntem

### 2.1. Araştırma Modeli

Araştırmada “öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen” seçilmiştir. Değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkilerini keşfedebilmek için yarı deneysel araştırma modeli kullanılmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2009). Yarı deneysel desen kullanılmasının nedeni ise deney ve kontrol grubunun rasgele teknikle seçkisiz olarak atanmasının mümkün olmamasıdır. Araştırmada İstanbul ilinde bir ortaokuldaki sekizinci sınıflardan biri deney diğeri kontrol grubu olarak rasgele seçilmiştir. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar

tarafından hazırlanan sistemik düşünme başarı testi kullanılmıştır. Sistemik düşünme başarı testi her iki grubada hem öntest hem de sontest olarak uygulanmıştır.

## 2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu 2014-2015 eğitim-öğretim yılında İstanbul ili Sultanbeyli ilçesindeki bir ortaokulun 8. sınıf öğrencileridir. Bu çalışmada örneklemin seçilmesinde amaçsal örnekleme yöntemlerinden tipik durum örnekleme yöntemine başvurulmuştur. Tipik durum örnekleme yöntemi, araştırma problemiyle ilgili olarak evrende yer alan çok sayıda durumdan tipik olan bir durumun belirlenerek bu örnek üzerinden bilgi toplanmasını gerektirir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2009). Sınıf seçiminde ise rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Seçilen sınıflardan biri kontrol, diğeri deney grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubunda 38, kontrol grubunda 40 öğrenci bulunmaktadır.

## 2.3. Verilerin Toplanması

Araştırmanın nicel verileri Sistemik Düşünme Başarı Testinden elde edilmiştir.

### 2.3.1 Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama aracı araştırmacılar tarafından hazırlanan sistemik düşünme başarı testidir.

#### 2.3.1.1. Sistemik Düşünme Başarı Testi

Bu başarı testi besin zinciri, fotosentez, solunum ve döngüler konularında öğrencilerin kompleks sistemleri fark edebilmelerini sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Ayrıca sistemler ve bileşenler arasında ilişki kurabilmelerini ve sistemi bir bütün olarak nasıl algıladıklarını belirlemek için araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Sistemik düşünme başarı testinde yer alan sorular üç farklı kriter göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Bunlar;

- Konu ile ilgili müfredatta yer alan kazanımlar(17)
- Sistemik düşünme beceri basamakları(8)
- Araştırma planında dizayn edilen, sistemik düşünmenin geliştirildiği boyutlar(3)

Araştırmada, öğrencilerin ilgili konularda geliştirmesi beklenen düşünme alanları üç ayrı kategoriye ayrılmıştır. Konulara göre hazırlanan üç kategori;

I. Kategori: Sistemin Fizik, Kimya, Biyoloji, Teknoloji, Çevre gibi fen boyutlarıyla ilgili düşünce becerilerini kapsar.

II. Kategori: Sistemin Tarih, Coğrafya, Matematik gibi yakın disiplinlerle ilgili düşünce becerilerini kapsar.

III. Kategori: Sistemin Ekonomi, Sağlık gibi uzak boyutlarıyla ilgili düşünce becerilerini kapsar.

Sistemik düşünme başarı testinde yer alan sorular;

- Doğru/ Yanlış
- Çoktan seçmeli (24)
- Açık uçlu (8)

olmak üzere 3 farklı türde hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli sorular; 8. sınıf test kitaplarından, TEOG denemelerinden, daha önce çıkmış OKS, LGS ve ÖSS sorularından oluşturulmuştur. Ayrıca bu dört konuyla ilgili literatür incelenmiş ve daha önce elde edilen bulgulardan faydalanılmıştır.

Sistemik düşünme başarı testi ilk etapta 40 soru olarak hazırlanmıştır. Daha sonra başarı testi için geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Bu doğrultuda testin geçerliliğinin sağlanması





### 2.4.2. Deney Grubu ve Kontrol Grubu Uygulamaları

Araştırmada deney ve kontrol gruplarına çalışma başlamadan sistemik düşünme başarı testi ön test olarak uygulanmıştır. Uygulama sürecinde deney grubunda araştırmacılar tarafından 5E modeline uygun olarak hazırlanmış ders planları kullanılmıştır. Ders planlarındaki etkinliklerin sistemik düşünmeyi geliştirmesi amaçlanmıştır. Kontrol grubunda ise mevcut öğretim programına devam edilmiştir. Deney ve kontrol grubunun uygulama süreci aynı öğretmen tarafından takip edilmiştir. Uygulamalar seçilen konularla sınırlı tutulmuştur. Uygulama sonrasında sistemik düşünme başarı testi hem deney hem de kontrol grubuna son test olarak uygulanmıştır.

### 2.5. Veri Analizi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS-18 programında analiz edilmiştir. Sistemik düşünme beceri testi hem fotosentez- solunum ve hem de besin zinciri- döngüler konuları için ayrı ayrı hazırlandığından değerlendirmeleri de ayrı olarak yapılmıştır. Sistemik düşünme başarı testlerinden elde edilen veriler normal dağılım özelliği gösterdiği için ise parametrik analiz teknikleri kullanılmıştır.

## 3. Bulgular

Araştırmanın birinci problemi ortaokul öğrencilerinde kompleks kavramların öğretimi sırasında sistemik düşünme becerilerinin başarıya etkisinin incelenmesi ile ilgiliydi. Bu problemle ilgili verilerin istatistiksel analizleri yapılmıştır.

### 3.1. Fotosentez- Solunum Sistemik Düşünme Başarı Testi

Fotosentez ve solunum konularıyla ilgili olan sistemik düşünme başarı testinden elde edilen bulgular sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının uygulama önceki durumları arasında bir farklılık olup olmadığı istatistiksel açıdan incelenmiştir.

**Tablo 1.** Fotosentez-Solunum Ön-Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımsız Grup t-testi Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{x}$	ss	Sh $\bar{x}$	t-testi		
					t	Sd	P
Deney	40	4,625	1,705	,269	-1,241	76	,218
Kontrol	38	5,079	1,513	,245			

Tablo 1’de görüldüğü gibi yapılan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin ön test ortalamaları (4,625) ile kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ortalamaları (5,079) arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek üzere yapılan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, grupların aritmetik ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $t = -1,241$ ;  $p > .05$ ). Bu da her iki grubun çalışmanın başında denk olarak kabul edilebileceğini göstermiştir.

Gruplar uygulama öncesinde birbirine denk sayıldığı için uygulama sonrasında gruplar arasında bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir.

**Tablo 2.** Fotosentez-Solunum Son-Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımsız Grup t-testi Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{x}$	ss	Sh $\bar{x}$	t-testi		
					t	Sd	P
Deney	40	10,225	1,860	,294	5,321	76	,000
Kontrol	38	7,578	2,500	,405			

Tablo 2’de görüldüğü gibi yapılan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin son test ortalamaları (10,225) ile kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları (7,578) arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek üzere yapılan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, grupların aritmetik ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık saptanmıştır (t= 5,321; p<0,05).

Uygulama öncesi ve sonrası gruplar kendi içlerinde karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

**Tablo 3.** Kontrol ve Deney Grubunun Fotosentez-Solunum Ön-test ve Son Test Puanları Arasında Anlamlı Bir Farklılık Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı Grup t-testi Sonuçları

Gruplar	Test	N	$\bar{x}$	ss	Sh $\bar{x}$	t-testi		
						T	Sd	p
Kontrol	Ön-test	38	5,078	1,513	,245	-6,604	37	,000
	Son-test	38	7,578	2,500	,405			
Deney	Ön-test	40	4,625	1,705	,269	-16,885	39	,000
	Son-test	40	10,225	1,860	,294			

Tablo 3’teki kontrol grubunun fotosentez-solunum ön-test ve son-test bağımlı grup t-testi analizleri sonuçlarına göre, kontrol grubu son-test puan ortalamaları (7,578) ön-test puan ortalamalarından (5,078) yüksek olup, %95 güven aralığında p anlamlılık değeri 0.05’in altında çıkmıştır (p=0,000). Bu sonuç, kontrol grubu öğrencilerinin başarı testi ön-test ve son-test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Aynı şekilde, deney grubunun fotosentez-solunum ön-test ve son-test bağımlı grup t-testi analizleri sonuçlarına göre, deney grubu son-test puan ortalamaları (10,225) ön-test puan ortalamalarından (4,625) yüksek olup, %95 güven aralığında p anlamlılık değeri 0.05’in altında çıkmıştır (p=0,000). Bu sonuç deney grubu öğrencilerinin başarı testi ön-test ve son-test puan ortalamaları arasında önemli derecede bir fark olduğunu göstermiştir.

### 3.2. Besin Zinciri- Döngüler Sistemik Düşünme Başarı Testi

Besin zinciri- döngüler konularıyla ilgili olan sistemik düşünme başarı testinden elde edilen bulgular sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının uygulama önceki durumları arasında bir farklılık olup olmadığı istatistiksel açıdan incelenmiştir.



**Tablo 4.** Besin Zinciri-Döngüler Ön-Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımsız Grup t-testi Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{x}$	ss	Sh $\bar{x}$	t-testi		
					t	Sd	P
Deney	40	6,325	1,992	,314	,021	76	,983
Kontrol	38	6,315	1,832	,297			

Tablo 4'te görüldüğü gibi yapılan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin ön test ortalamaları (6,325) ile kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ortalamaları (6,315) arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek üzere yapılan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, grupların aritmetik ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $t = ,021$ ;  $p > .05$ ). Bu da her iki grubun çalışmanın başında denk olarak kabul edilebileceğini göstermiştir.

Gruplar uygulama öncesinde birbirine denk sayıldığı için uygulama sonrasında gruplar arasında bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir.

**Tablo 5.** Besin Zinciri-Döngüler Son-Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımsız Grup t-testi Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{x}$	ss	Sh $\bar{x}$	t-testi		
					t	Sd	P
Deney	40	10,525	2,511	,397	4,531	76	,000
Kontrol	38	8,000	2,404	,390			

Tablo 5'de görüldüğü gibi yapılan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin ön test ortalamaları (10,525) ile kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ortalamaları (8,000) arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek üzere yapılan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, grupların aritmetik ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık saptanmıştır ( $t = 4,531$ ;  $p < 0,05$ ).

Uygulama öncesi ve sonrası gruplar kendi içlerinde karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

**Tablo 6.** Kontrol ve Deney Grubunun Besin Zinciri-Döngüler Ön-test ve Son Test Puanları Arasında Anlamlı Bir Farklılık Olup Olmadığını Belirlemek Amacıyla Yapılan Bağımlı Grup t-testi Sonuçları

Gruplar	Test	N	$\bar{x}$	ss	Sh $\bar{x}$	t-testi		
						T	Sd	P
Kontrol	Ön-test	38	6,315	1,832	,297	-4,555	37	,000
	Son-test	38	8,000	2,404	,390			
Deney	Ön-test	40	6,325	1,992	,314	-	39	,000
	Son-test	40	10,525	2,511	,397			

Tablo 6'daki kontrol grubunun besin zinciri –döngüler ön-test ve son-test bağımlı grup t-testi analizleri sonuçlarına göre, kontrol grubu son-test puan ortalamaları (8,000) ön-test puan ortalamalarından (6,315) yüksek olup, %95 güven aralığında p anlamlılık değeri 0.05'in altında çıkmıştır (p=0,000). Bu sonuç kontrol grubu öğrencilerinin başarı testi ön-test ve son-test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Aynı şekilde, deney grubunun besin zinciri –döngüler ön-test ve son-test bağımlı grup t-testi analizleri sonuçlarına göre, deney grubu son-test puan ortalamaları (10,525) ön-test puan ortalamalarından (6,325) yüksek olup, %95 güven aralığında p anlamlılık değeri 0.05'in altında çıkmıştır (p=0,000). Bu sonuç deney grubu öğrencilerinin başarı testi ön-test ve son-test puan ortalamaları arasında önemli derecede bir fark olduğunu göstermiştir.

Araştırmanın ikinci alt probleminde ortaokul öğrencilerinde sistem tabanlı öğrenme sürecinin sistemik düşünme basamaklarını nasıl etkilediği incelenmiştir.

Fotosentez- solunum testindeki soruların sistemik düşünme hiyerarşi basamaklarına göre frekans dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 7.** Kontrol ve Deney Grubunun Fotosentez- Solunum Testindeki Soruların Sistemik Düşünme Hiyerarşi Basamaklarına Göre Frekans Dağılımı

Sistemik Düşünme Hiyerarşi Basamağı	Deney Grubu	Kontrol Grubu
<b>H1:</b> Sistemdeki süreçleri ve bileşenleri tanımlama becerisi	36	13
<b>H2:</b> Sistem bileşenlerindeki ilişkiyi tanımlama becerisi	37	26
<b>H3:</b> Sistemdeki dinamik ilişkileri tanımlama becerisi	31	20
<b>H4:</b> Sistem bileşenlerini ve süreçlerini ilişkiler çerçevesinde düzenleme becerisi	22	22
<b>H5:</b> Sistemin doğal döngüsünü anlama becerisi	24	21
<b>H6:</b> Genelleme yapma becerisi	24	18
<b>H7:</b> Sistemin gizli boyutlarını anlama	25	16
<b>H8:</b> Zamansal düşünme: geçmişe bakış ve tahmin becerisi	30	13

Tablo 7'de deney ve kontrol grubunun fotosentez – solunum son testinde sistemik düşünme basamaklarına göre dağılımı verilmiştir. Sistemik düşünme basamaklarına ulaşan öğrenci sayıları yukarıdaki gibidir. Deney ve kontrol grupları karşılaştırıldığında deney grubunda üst düzey sistemik düşünme basamaklarına ulaşan öğrenci sayısı daha fazladır. Bu bulgulara dayanarak öğretim yönteminin sistemik düşünme becerisi üzerinde deney grubu lehinde olumlu bir gelişim gösterdiği belirlenmiştir.

**Tablo 8.** Kontrol ve Deney Grubunun Besin Zinciri- Döngüler Testindeki Soruların Sistemik Düşünme Hiyerarşi Basamaklarına Göre Frekans Dağılımı

Sistemik Düşünme Hiyerarşi Basamağı	Deney Grubu	Kontrol Grubu
<b>H1:</b> Sistemdeki süreçleri ve bileşenleri tanımlama becerisi	29	25
<b>H2:</b> Sistem bileşenleriarasındaki ilişkiyi tanımlama becerisi	29	24
<b>H3:</b> Sistemdeki dinamik ilişkileri tanımlama becerisi	32	18
<b>H4:</b> Sistem bileşenlerini ve süreçlerini ilişkiler çerçevesinde düzenleme becerisi	29	22
<b>H5:</b> Sistemin doğal döngüsünü anlama becerisi	27	23
<b>H6:</b> Genelleme yapma becerisi	30	15
<b>H7:</b> Sistemin gizli boyutlarını anlama	25	15
<b>H8:</b> Zamansal düşünme: geçmişe bakış ve tahmin becerisi	30	17

Tablo 8’de Besin zinciri- döngüler son testinin sistemik düşünme basamaklarına göre dağılımı verilmiştir. Üst düzey sistemik düşünme basamaklarına ulaşan öğrenci sayıları karşılaştırıldığında deney grubu lehinde olduğu görülmüştür. Bulgulardan hareketle öğretim yönteminin üst düzey sistemik düşünme becerisine ulaşma oranlarını etkilediği sonucuna varılmıştır.

#### 4. Tartışma Ve Sonuç

Günümüzde yaşamın her alanında karşılaştığımız kompleks sistemler eğitim anlayışımızda da önceliklerimizi değiştirmiştir. Bu kompleks sistemleri anlayabilmek ve ayak uydurabilmek için bireylere kavramlar arası ilişkiler kurma, sorgulama, analitik ve bütüncül düşünme becerileri kazandırılması son derece önemlidir. Bu tip becerilerin oluşabilmesi için öğrencilerin düşünme yetenekleri geliştiren uygulamaları deneyimlemeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda sistemik düşünme becerilerinin nasıl geliştirilebileceği araştırılmıştır. Ortaokul öğrencilerinde kompleks kavramların öğretimi sırasında sistemik düşünme becerilerinin geliştirilmesi ile ilgili yapılan araştırmada hem deney hem de kontrol grubuna sistemik düşünme başarı testi uygulanmıştır. Bu testten elde edilen bulgulara ait sonuçlar araştırmanın problemleri doğrultusunda yorumlanmıştır.

Araştırmanın birinci alt probleminde besin zinciri, fotosentez, solunum, döngüler konularında sistem tabanlı uygulamalarla öğretilmesinin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda deney ve kontrol gruplarına ilgili konular hakkında hazırlanan sistemik düşünme başarı testi uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarına hem öntest hem de son test olarak uygulanmıştır. Ön test sonuçları karşılaştırıldığında her iki grubunda başarı ortalamalarında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sebeple birbirine denk kabul edilen grupların son test puanları incelendiğinde deney grubu lehinde olumlu bir ilerleme olduğu sonucuna varılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının kendi içlerindeki gelişme incelendiğinde ise her iki grubunda ön test puanlarına göre son test puanlarının arttığı fark edilmiştir. Ancak deney grubundaki öğrencilerin sistemik düşünme becerilerini daha çok geliştirdikleri belirlenmiştir.

Sistemik düşünme becerilerinin geliştirilmesi ile yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara varılmıştır. Ben-Zvi Assaraf and Orion (2010b) ilköğretim 4. Sınıf düzeyindeki öğrencilerin su

döngüsü konusundaki araştırma sorgulama temelli öğretim uygulamaları ile sistemik düşünme becerilerinin geliştiği sonucuna varmışlardır. Riess and Mischo (2010) farklı öğretim yöntemlerinin sistemik düşünme becerisine etkisini inceledikleri çalışmalarında hem özel ders hem de bilgisayar simülasyonlarıyla öğretim gören öğrencilerin sistemik düşünme puanlarının anlamlı bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Kali, Orion and Eylon (2003) 7. Sınıf öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmada öğrencilerin bilişsel düşüncelerini geliştirecek etkili stratejilerle üst düzey sistemik düşünme becerilerine ulaşılabileceğini vurgulamışlardır. Ben-Zvi Assaraf and Orion (2005a) yaptıkları çalışmada mevcut öğretim yöntemlerinin sınırlılıklarına dikkat çekmiştir. Ayrıca sistemik düşünme becerilerinin geliştirilecek etkinliklerin araştırılması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Araştırmanın ikinci alt probleminde ortaokul öğrencilerinde sistem tabanlı öğrenme sürecinin sistemik düşünme basamaklarını nasıl etkilediği gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda hem fotosentez – solunum hem de besin zinciri- döngüler testlerinde yer alan maddelerin karşılık geldiği sistemik düşünme basamaklarının frekans dağılımları incelenmiştir. Sistemik düşünme hiyerarşisindeki alt düzey basamaklara hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin sahip olduğu görülmüştür. Üst düzey sistemik düşünme becerilerine ise deney grubu öğrencilerinin daha çok ulaştığı belirlenmiştir. Gruplar arasındaki bu farkın uygulanan öğretim yönteminden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Alanyazındaki diğer çalışmalarda uygulanan öğretim yönteminin sistemik düşünme becerilerini etkilediği vurgulanmıştır. Evagoroua, Korfiatisb, Nicolaoub and Constantinoub (2009) yaptıkları çalışmada öğretim yönteminin etkili olduğu ve simülasyon tabanlı öğrenmenin sistemik düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Ayrıca deney ve kontrol grubu içinde alt düzeydeki düşünme becerilerine daha çok öğrencinin ulaştığını fakat üst düzey düşünme becerilerine ulaşan öğrenci sayısının daha az olduğu tespit edilmiştir. Ben-Zvi Assaraf and Orion (2005b) 50 sekizinci sınıf öğrencisiyle yaptıkları çalışmada sistemik düşünme becerilerinin hiyerarşik bir yapıya göre geliştiğini öne sürmüşlerdir. Öğrencilerin üçte birinin üst düzey sistemik düşünme becerilerine ulaşabildiklerini vurgulamışlardır. Ben-Zvi Assaraf and Orion (2010b) diğer bir çalışmalarında sistem bileşenleri arasındaki ilişkiyi gözlemlemiş ve sadece bazı öğrencilerin üst düzeyde sistemik düşünebilme becerisine ulaştığını vurgulamıştır. Lyons (2014) sekizinci ve dokuzuncu sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada çalışmaya katılan öğrencilerin az bir kısmının sistemik düşünme becerilerine ulaştığını ancak bu becerinin tam olarak tüm öğrenciler tarafından kazanılmadığını belirtmiştir.

Bu araştırma sistemik düşünmeyi geliştiren bir öğretim planması ile öğrencilerin üst düzey sistemik düşünme basamaklarına ulaşabildiklerini ve kompleks kavramları daha rahat anlayabildiklerini ortaya koymuştur. Araştırma sonuçlarından yola çıkılarak öneriler geliştirilmiştir.

- Sistemik düşünme uygulamalarıyla bireylerin fen bilimlerinin doğasını kavramaları, anahtar fen kavramlarını tanıyıp kavramlar arası ilişkileri keşfetmeleri, fen-teknoloji-toplum-çevre arasındaki ilişkiler ağını fark etmesi sağlanabilir. Bu sebeple sistemik düşünme fen programına dahil edilmelidir.
- Daha genel sonuçlara ulaşabilmek için sistemik düşünme becerisi ile ilgili çalışmalar farklı konularda ve farklı sınıf düzeylerinde uygulanmalıdır.
- Öğretmenler öğrencilerin kompleks sistemlerdeki kavram yanlışlarını önlemek ve bileşenler arasında doğru ilişkiler kurabilmesini sağlamak için sistemik düşünme tabanlı etkinlikler hazırlamalıdır.

## Kaynaklar

- Achieve, Inc. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington DC: National Academies Press.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005a). A Study of Junior High Students' Perceptions of the Water Cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53, 366-373.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005b). Development of system thinking skills in the context of Earth System education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 518-560.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2010a). Four Case Studies, Six Years Later: Developing System Thinking Skills in Junior High School and Sustaining Them over Time. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 1253-1280.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2010b). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 540-563
- Booth Sweeny, L. & Serman, J. (2001). Bathtub dynamics: Initial results of a systems thinking inventory. *Systems Dynamics Review*, 16(4), 249-286.
- Büyüköztürk Ş., Kılıç Çakmak E., Akgün Ö. E., Karadeniz Ş., Demirel F., (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi (4. Baskı).
- Demir, E. (2009). İlköğretim İkinci Sınıflarda Uygulanan Disiplinlerarası Bütüncül Öğretim Yaklaşımının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31, 655-674.
- Ferrari, M., & Chi, M. T. H. (1998). The nature of naive explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, 20, 1231-1256.
- Goldstone, R.L., & Wilensky, U. (2008). Promoting transfer complex systems principles. *Journal of the Learning Sciences*, 17, 465-516.
- Hernthaisong, P., Sitti, S., & Sonsupap, K. (2015). Curriculum development for enhancing grade nine student's systems thinking. *Educational Research and Reviews*, 10(12), 1722-1730.
- Hmelo-Silver, C. E., & Azevedo, R. A. (2006). Understanding complex systems: Some core challenges. *Journal of the Learning Sciences*, 15, 53-61.
- Hmelo-Silver, C.E., Marathe, S., & Liu, L. (2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: Expert-novice understanding of complex systems. *The Journal of The Learning Science*, 16, 307-331.
- İşler, A. Ş. (2004). Sanat Eğitiminde Disiplinlerarası Tematik Yaklaşım, *Millî Eğitim Dergisi* sayı 163
- Jacobson, M.J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *The Journal of the Learning Sciences*, 15, 11-34.
- Kali, Y., Orion, N., & Eylon, B. (2003) The effect of knowledge integration activities on students' perception of the earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 545-565.
- Kim, J. (1999). Making sense of emergence, *Philosophical Studies*, 96(2-3), 3-36.
- Lesh, R. (2006). Modeling students modeling abilities: The teaching and learning of complex systems in education. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 45-52.

- Lyons, C. (2014). Relationships between conceptual knowledge and reasoning about systems: Implications for fostering systems thinking in secondary science. Columbia University, USA.
- Maani, K., & Maharaj, V. (2004). Links between systems thinking and complex decision making. *Systems Dynamics Review*, 20(1), 21–48.
- Miller, R. (2004). Educational Alternatives :A Map of the Territory; Poths of Learning Magazine, 20, Spring, s.20
- Ossimitz, G. (2000). *Entwicklung systemischen Denkens*. München, Germany: Profil Verlag.
- Richmond, B. (2001). *An introduction to systems thinking*. Lebanon, NH: High Performance Systems, Inc.
- Riess, W. & Mischo, C. (2010). Promoting Systems Thinking through Biology Lessons. *International Journal of Science Education*, 32, 705–725
- Şeker, H., & Gençdoğan, B. (2006). *Psikolojide ve Eğitimde Ölçme Aracı Geliştirme*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Wilensky, U., & Resnick, M. (1999). Thinking in levels: A dynamic systems approach to making sense of the world. *Journal of Science Education and Technology*, 8, 3–19.
- Yaylacı Altınkaynak, Ö. (2010). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimin Bütüncül (Holistik) Yapısını Algılamaları Üzerine Bir Araştırma: Elektrik Enerjisi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

### Extended English Abstract

Innovations in science and technology are changing our perspective to education as it changes our lives. Also, rapid progress of science has determined the needs of the new generations. In order to keep up with the times, it is necessary to understand and use the mass of complex information brought by science. Understanding the processes and components of such complex systems as a whole is increasingly becoming a critical skill. In this regard, complex systems are characterized by multilevel organization, interconnections, heterogeneous components, and invisible dynamic processes (Ferrari&Chi, 1998; Hmelo-Silver & Azevedo, 2006; Wilensky & Resnick, 1999). Moreover, complex systems are an essential focus for science education, because they contain important ideas in national standards, and provide an integrating context across a number of science domains (Goldstone & Wilensky, 2008)

Today's world has been directed by dynamic, self-regulating and accommodating the changes complex systems. In order to handle such complex systems that we might encounter in daily life, it is essential to develop systematic thinking skills. Systematic thinking is a skill that must be developed to deal with the complex system and theories. In other words, systematic thinking is a skill for understanding and interpreting of complex systems. These kinds of systems, which hosts multiple links in interaction, make them difficult to understand. Ben-Zvi Assaraf and Orion (2005) suggested eight critical hierarchical characteristics related to systematic thinking after they conducted a wide range of reviewing the literature about the ground system. In this study, these eight hierarchical steps have been used. These eight hierarchical characteristics are;

1. The ability to identify the components of a system and processes within the system
2. The ability to identify relationships among the system's components
3. The ability to organize the systems' components and processes within a framework of relationships



4. The ability to make generalizations
5. The ability to identify dynamic relationships within the system
6. Understanding the hidden dimensions of the system
7. The ability to understand the cyclic nature of systems
8. Thinking temporally: retrospection and prediction

The purpose of this research is to explore the effect of such systematic thinking skills on performance and concept learning of middle school students while teaching complex concepts and to observe which steps of systematic thinking has been improved.

In this study, pretest-posttest nonequivalent control group quasi-experimental design was used. The study was conducted with eight grade students who receive education in Istanbul. The control group consisted of 40 students while experimental group had 38 students.

Used data collection tool developed by researchers is Systematic Thinking Achievement Test. This achievement test involves food chain, photosynthesis, respiration, and cycles. These subject areas have been taught to the experimental group with activities prepared in regard to systematic thinking hierarchy by the researchers, whereas researchers just used the activities in the textbook with the control group. Reliability and validity of the achievement test were evaluated, and accordingly, feedback was received from the experts in this field, and the pilot test was run to attain higher validity. The pilot test was applied to 63 ninth-grade-level students, and eventually, Cronbach Alpha value for the achievement test was found around 0.74.

In order to develop and implement systematic thinking skills, the chosen subject area should be in a complex structure. In this direction, middle school science and technology curriculum was investigated. After the investigation, four subject areas are chosen from living beings and energy connections unit in eight-grade level science and technology course for this research, including food chain, photosynthesis, respiration, and cycles (e.g. water, carbon, oxygen, and nitrogen). These subject areas have been taught to the experimental group with activities according to 5E model prepared in regard to systematic thinking hierarchy by the researchers, whereas researchers just used the activities in the textbook with the control group.

The first sub-question has explored the effect of teaching the subjects of food chain, photosynthesis, respiration, and cycles with the system-based application on middle school students' academic performance. According to result, there was a statistically significant difference between post-test scores of experimental and control group. It indicates that activities based on the systematic thinking hierarchy on the topics listed here have positive effect to student success compared to those of current science curriculum. Other researchers have supported this result (Ben-Zvi Assaraf and Orion, 2010b; Riess and Mischo, 2010; Kali, Orion and Eylon, 2003).

The second sub-question of this study has explored how the process of system based learning in middle school students has affected systematic thinking steps. By comparison with the number of the students who reached the top level of systematic thinking steps, it was found a positive development in favor of the experimental group. Some researches in the literature support the finding that the number of students who reached the top level of systematic thinking steps is quite few.

In conclusion, this study has revealed that students reach their highest level of systematic thinking steps, and they also understand the complex components better with a curriculum that develops systematic thinking.