

Gönderim Tarihi: 24 Temmuz 2025

Kabul Tarihi: 24 Kasım 2025

Enzimler Konusunun Öğretiminde ve Değerlendirilmesinde Kavram Haritalarının Alternatif Bir Araç Olarak Kullanılması

Using Concept Maps as an Alternative Tool in Teaching and Assessing Enzymes

Meryem Konu Kadirhanoğulları¹, Esra Özay Köse²

¹Kafkas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kars, Türkiye e-mail: meryem.6647@hotmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7359-7061>

²Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Erzurum, Türkiye, e-mail: esraozay@atauni.edu.tr, ORCID:
<https://orcid.org/0000-0001-9085-7478>

Sorumlu Yazar: Meryem Konu Kadirhanoğulları, Kars, Türkiye.

Öz

Bu araştırmanın amacı, biyoloji dersinin temel ve zorlu konularından biri olan enzimler konusunda, kavram haritalarının alternatif bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilirliğini ve öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki gelişime katkısını incelemektir. Araştırmada, ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma grubu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında biyoloji dersi alan toplam 82 üniversite 1. sınıf eczane hizmetleri bölümü öğrencilerinden oluşmaktadır. Bu öğrencilerden 42'si deney (15 erkek, 27 kız), 40'ı ise kontrol grubunu (12 erkek, 28 kız), oluşturmuştur. Örneklem seçiminde uygun örneklem yöntemi kullanılmıştır. Deney grubunda dersler, mevcut öğretim programına uygun öğretim yöntemlerine ek olarak kavram haritaları kullanılarak işlenmiştir. Kontrol grubunda ise aynı konu mevcut programa uygun öğretim yöntemleriyle işlenmiştir. Veri toplama aracı olarak enzimler konusuna yönelik kavram haritaları kullanılmıştır. Kullanılan kavram haritalarının bir bölümü ilgili literatürden yararlanılarak, bir bölümü ise araştırmacılar tarafından VUE (Visual Understanding Environment) kavram haritalama programı aracılığıyla özgün olarak geliştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler, Mann Withney U testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kavram haritalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını güçlendirmede katkı sağladığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavram haritası, enzim, biyoloji eğitimi

Abstract

The aim of this study is to examine the usability of concept maps as an alternative assessment tool for enzymes, one of the fundamental and challenging topics in biology, and to investigate their contribution to the development of students' conceptual understanding. A quasi-experimental design with a pretest-posttest control group was used in the study. The study group consisted of 82 first-year university students taking biology lesson in pharmacy services department in the 2024-2025 academic year. Forty-two of these students constituted the experimental group (15 males, 27 females) and 40 constituted the control group (12 males, 28 females). Convenience sampling was used in sample selection. In the experimental group, lessons were taught using concept maps in addition to teaching methods appropriate to the current curriculum. In the control group, the same topic was taught using suitable for current schedule teaching methods. Concept maps for the topic of enzymes were used as the data collection tool. Some of the concept maps used were based on relevant literature, while others were developed originally by the researchers using the VUE (Visual Understanding Environment) concept mapping program. The data obtained from the study were analyzed using Mann Withney U and Wilcoxon signed-ranks test. The results revealed that concept maps contributed to strengthening students' conceptual understanding.

Keywords: Concept map, enzymes, biology education.



Kadirhanoğulları, M. K., & Özay Köse, E. (2025). Enzimler konusunun öğretiminde ve değerlendirilmesinde kavram haritalarının alternatif bir araç olarak kullanılması. *Anadolu Türk Eğitim Dergisi*, 7(2), 332-342.
<https://doi.org/10.29329/ated.2025.1388.10>

Giriş

Öğrencilerin önemli kavramlar hakkında tutarlı ve bilimsel bir anlayış geliştirip geliştirmediğini nasıl bilebiliriz? Ayrıca, bu anlayışın bir anlık görüntüsünü üretmek mümkün müdür? (Vanides vd., 2005). Bu noktada kavram haritaları, birçok eğitim ortamında sözel veya kavramsal bilgileri temsil etmek için kullanılan etkili diyagramlar olarak öne çıkar (Schroeder vd., 2018). Öğretmenler, sınıfa girdiklerinde öğrencilere yardımcı olmak için çeşitli öğretim yöntemleri seçerler. Ancak hangi yöntemi tercih ederlerse etsinler, öğrenme sürecinde öğrenci motivasyonunu ve katılımını artıracak araçları kullanmak eğitim öğretim sürecinde öğrencileri derse daha kolay adapte edebilmek için önemlidir. Özellikle biyoloji öğretmenlerinin, öğrenmekte ve öğretmekte zorlanılan konularla ilgili kavramları istenilen düzeyde öğrenebilen, derse daha hevesli öğrenciler yetiştirmek için geleneksel yöntemlerin dışında yapılandırmacı kurama uygun çeşitli öğretim strateji/yöntem/teknik kullanmaları gerekmektedir (Liu & Lee, 2013). Öte yandan, ortaöğretim öğrencilerinin birçoğu, fen derslerinde kullanılan birçok soyut ve öğrenilmesi gereken kavram nedeniyle, fen derslerini zor bir alan olarak algılamakta ve bu yüzden fen konularından kaçınmaktadır. Dahası, öğrencilerin bu kavramları öğrenirken karşılaştıkları güçlükler, uygun olmayan geleneksel öğretim ve değerlendirme yöntemleriyle daha da artmaktadır; bu durum, yüksek düzey düşünme ve kavramsal değişimi engellemektedir (Bramwell-Lalor & Rainford, 2014).

Bu bağlamda kavram haritaları, öğrencilerin bilgiyi organize etmelerine, anlamalarına ve bilgileri etkin bir şekilde depolayıp geri çağırmalarına olanak tanıyarak bilimsel düşüncelerini derinleştirir. Ayrıca, öğrencilerin kendi kavram haritalarını paylaşmaları ve tartışmaları, bilimsel düşüncelerini ifade etmelerini ve sorgulamalarını sağlar (Vanides vd., 2005). Kavram haritalarının öğrencilere sağladığı faydalar bununla sınırlı değildir; öğrencilerin kavramsal bağlantıları resmileştirmeleri, yani gerçekleri ezberlemenin ötesinde kavramları anlamaları ve uygulamaları, yeni beceriler geliştirmelerini gerektirir ki bu, öğretimde en zorlu aşamalardan biridir (All vd., 2003).

Fen derslerinde öğrenciler çeşitli konularda fazla miktarda bilgiyle/kavramla başa çıkmak durumundadır. Ancak bu bilgileri mantıksal olarak düzenleme ve bağlama becerileri büyük farklılıklar göstermektedir. İşte kavram haritaları, bilgileri etkili bir şekilde analiz etmelerine ve eleştirel düşüncelerine yardımcı olan kullanışlı bir araç olarak ortaya çıkmaktadır (All vd., 2003). Biyoloji dersinin temel konularından biri olan enzimler konusu ise, öğrenciler tarafından oldukça zor öğrenilen bir konu olarak karşımıza çıkar (Bahar vd.,1999). Bunun nedeni, öğrencilerin katalizör, enzim, substrat, reaksiyon hızı, pH, protein, denatürasyon gibi kavramlarda eksikliklerinin olması ve bu kavramların birbirleri ile ilişkilerini kuramamalarından kaynaklanmaktadır (Linenberger & Bretz,2012; Orgill & Bodner, 2007). Ayrıca, enzimlerin üç boyutlu yapısının yanlış anlaşılması, enzim mekanizmalarının öğrenilmesini zorlaştırmakta ve bu durum problem çözme becerisini de gerekli kılmaktadır (Aktaş, 2022). Buna ek olarak, öğrencilerin enzim konusu ile ilgili sahip olduğu alternatif kavramlar/kavram yanlışları, biyolojinin pek çok konusunu anlamalarını ve öğrenmelerini engelleyen önceden öğrenilmiş yanlış bilgilerdir ve öğrenme sürecinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Kurt, 2013). Selvi ve Yakışan (2004) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının enzimler konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla öğrencilere açık uçlu sorular sorulmuş ve verilen cevaplar kategorize edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin enzim kavramı ile ilgili birçok yanlışlara sahip olduklarını tespit etmiştir. Syahmani vd. (2025) yapmış oldukları çalışmada lisans öğrencilerinin amino asitler, proteinler ve enzimler konusundaki kavramsal anlayışlarını ve kavram yanlışlarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Veriler, kavram anlama, kavramı anlamama ve yanlış anlamalar olarak kategorilendirilen 8 sorudan oluşan dört aşamalı bir tanı testi aracı ile toplanmıştır. Sonuçlar, amino asitler, proteinler ve enzimler alt başlığında test edilen beş

kavramın %36,67'sinin kavramı anladığını, %15,19'unun kavramı anlamadığını ve %48,15'inin kavram yanılgısı kategorisinde olduğunu göstermiştir, öğrencilerin kavram anlama ve kavram yanılgılarının orta düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Kavram haritası kullanımı ise 1980'li yıllardan itibaren Novak'ın çalışmalarıyla öğrenme-öğretme süreçlerinde yaygınlaşmış ve geliştirilmiştir (Novak, 1998; Novak & Gowin, 1984). Alan yazında, kavram haritalarının farklı derslerde öğrencilerin başarıları, tutumları ve öğrenmenin kalıcılığı üzerindeki etkisi birçok çalışmada incelenmiştir (Altınok & Açıkgöz, 2006; Bernstein, 2011; Çolak, 2010; Kara ve Kefeli, 2018; Yavuz & Kıyıcı, 2014; Yılmaz & Çolak, 2012; Youssef & Mansour, 2012). Aynı zamanda, kavram haritaları belli bir konu alanında öğrencilerin kavramsal anlamalarını değerlendirme aracı olarak da kullanılmaktadır (Beyerbach & Smith, 1990). Kavram haritalarının değerlendirme aracı olarak ele alındığı çalışmalar bulunmaktadır (Novak vd., 1983; Rice vd., 1998; Şahin, 2002; Şahin, 2001; Ünlü vd., 2006).

Örneğin, Ruiz vd. (1996) çalışmalarında, bir değerlendirme aracı olarak kullanıldığında kavram haritasını belli bir konu alanında öğrencinin bilgi yapısını açığa çıkaran bir eğitsel görev, öğrencinin neyi nasıl öğrendiğini göstereceği bir tarz, tam doğru ve tutarlı bir şekilde öğrencinin kavram haritasının değerlendirilebileceği bir puanlama sistemi olarak karakterize etmişlerdir. Şahin (2002) "Kavram haritalarının değerlendirme aracı olarak kullanılması ile ilgili bir araştırma" adlı çalışmada hücre ve protein kavramlarını seçmiştir. Araştırma sonunda, öğrencilerin kavram haritaları ile diğer ölçme araçlarına göre bilgilerinin daha açık değerlendirilebildiğini, ayrıca öğrencilerin kendi bilgilerinde nasıl bir değişiklik oluştuğunu görebildikleri sonucuna ulaşmışlardır. Chiou (2008) Tayvan'da ileri muhasebe dersi alan 124 öğrenciyle yaptığı çalışmada, kavram haritalamanın öğrenme başarısı ve öğrenci ilgisi üzerinde olumlu etkilerini ortaya koymuştur. Öğrenciler, kavram haritalarının muhasebe kavramlarını anlamalarına yardımcı olduğunu ve bu yöntemin farklı derslerde de kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Benzer biçimde, Cheema & Mirza (2013) 7. sınıf fen bilimleri öğrencileri üzerinde yürüttükleri yarı deneysel çalışmada, kavram haritalama yönteminin öğrencilerin başarılarını anlamlı şekilde artırdığını bulmuşlardır. Chen (2011) ise hemşirelik öğrencileriyle yaptığı çalışmada kavram haritalamanın eleştirel düşünme becerileri ve öğrenme yaklaşımları üzerindeki olumlu etkilerini saptamıştır. Çalışmada kavram haritaları ile eğitim alan öğrencilerin, çıkarım yapma ve genel eleştirel düşünme becerilerinde anlamlı gelişmeler göstermiştir. Buna ek olarak, Wu ve arkadaşları (2011) kavram haritalarının gerçek zamanlı değerlendirme ve geri bildirim yoluyla öğrenme başarısı ve tutumları üzerindeki etkisini incelemiş ve anında değerlendirme sağlayan yeni stratejinin hem başarıyı hem de olumlu öğrenme tutumlarını artırdığını belirtmiştir. Altıntaş ve Altıntaş (2008) ise 5. sınıf Sosyal Bilgiler dersinde yaptıkları deneysel çalışmada kavram haritalarının akademik başarıyı artırdığını belirtmiştir. Şahin (2002) enzim konusu üzerine yaptığı çalışmada, kavram haritalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Mevcut çalışmada yapılan çalışmalar üzerinden geçen zaman ve eğitim yöntemlerindeki gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda, kavram haritalarının günümüzde enzimler konusu gibi karmaşık ve soyut biyoloji kavramlarının değerlendirilmesinde alternatif bir araç olarak etkinliğinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir. Çünkü öğrencilerin bu alandaki kavramsal eksiklikleri ve alternatif kavramları, öğrenme sürecini olumsuz etkileyebilmekte ve akademik başarıyı düşürebilmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin önemli kavramlar hakkında tutarlı ve bilimsel bir anlayış geliştirip geliştirmede ölçmek, ayrıca bu anlayışın anlık bir görüntüsünü yakalamak (Vanides vd., 2005) önemli bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, bu araştırma enzimler konusunda kavram haritalarının hem öğretim tekniği hemde alternatif değerlendirme aracı olarak kullanımının, öğrencilerin kavramsal anlamalarını güçlendirmedeki etkisini güncel verilerle ortaya koymayı hedeflemektedir.

Yöntem

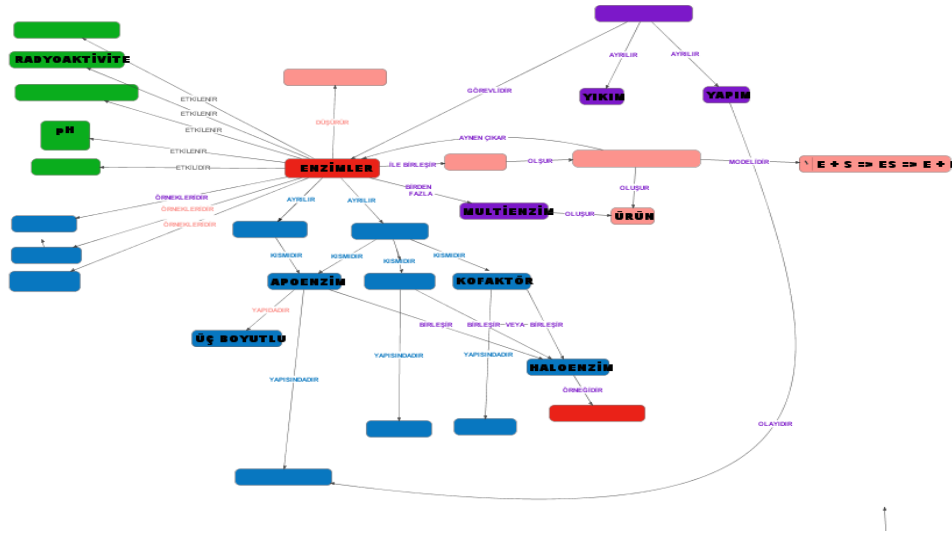
Bu araştırmanın amacı, biyoloji dersinin temel ve zorlu konularından biri olan enzimler konusunda, kavram haritalarının alternatif bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilirliğini ve öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki gelişime katkısını incelemektir. Araştırmada, ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır (Frankel & Wallen, 1996). Yarı deneysel desen tüm evren içerisinde örneklemin rastgele seçilemediği durumlarda kullanılan, deney ve kontrol gruplarının yer aldığı ve deneysel uygulamanın gerçekleştiği çalışmalardır (Yıldırım ve Şimşek, 2003). Yarı deneysel araştırma deseni, özellikle eğitim alanında, tüm değişkenlerin tam olarak kontrol edilemediği durumlarda tercih edilen bir yöntemdir (Aydede & Matyar, 2009; Gül & Konu, 2018; McMillan & Schumacher, 2010). Bu desen katılımcıların bir olayla ilgili tutumlarını veya algılarını değerlendirmek ya da verilen eğitim sırasında sunulan bilgileri uygulamadaki rahatlıklarını ölçmek için kullanılır (Stratton, 2019). Bu çalışmada da rastgele örneklem seçiminin yapılamaması ve deneysel uygulamanın kontrol grubu ile karşılaştırmalı bir şekilde incelenmesi sebebi ile yarı deneysel desene kullanılmıştır.

Örneklem

Çalışma grubu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında biyoloji dersi alan toplam 82 üniversite eczahane hizmetleri bölümü 1. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Bu öğrencilerden 42'si deney (15 erkek, 27 kız), 40'ı ise kontrol grubunu (12 erkek, 28 kız), oluşturmuştur. Örneklem seçiminde uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Uygun örnekleme, katılımcıların erişim kolaylığına göre seçilmesi esasına dayanır. Bu yöntem; düşük maliyet, zaman tasarrufu ve uygulama kolaylığı gibi çeşitli avantajlar sağlamaktadır (Golzar vd., 2022). Bu çalışmada uygun örnekleme yönteminin kullanılmasının sebebi, araştırmacının örneklem grubunun biyoloji derslerine giriyor olmasından dolayı zaman tasarrufu, düşük maliyet ve uygulama kolaylığı sayesinde kolay veri toplanabilmesinden kaynaklanmıştır.

Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak, enzimler konusuna yönelik kavram haritaları kullanılmıştır. Kullanılan kavram haritalarının bir bölümü ilgili literatürden yararlanılarak, bir bölümü ise araştırmacılar tarafından VUE (Visual Understanding Environment) kavram haritalama programı aracılığıyla özgün olarak geliştirilmiştir. Araştırmada, ön test ve son test uygulamalarında kullanılan kavram haritası, literatürden alınan ve VUE programı kullanılarak üzerinde değişiklik yapılan, araştırmacılar tarafından geliştirilmiş bir ölçme aracıdır. Harita, enzimler konusuna ait temel kavramları ve bunlar arasındaki ilişkileri içerecek şekilde yapılandırılmıştır. Kavram haritasında 17 kutucuk kasıtlı olarak boş bırakılmış ve öğrencilerden bu kutucukları uygun kavramlarla doldurmaları istenmiştir. Her doğru kavram için 1 puan verilerek puanlama yapılmış ve toplam puan üzerinden öğrencilerin kavramsal bilgi düzeyleri belirlenmiştir. Aynı kavram haritası deney ve kontrol gruplarına hem ön test hem de son test uygulamalarında kullanılmıştır. Kavram haritasında toplam 29 adet kavram bulunmaktadır. Bu kavramlar gruplandırıldığında enzimin yapısı 18 kavram, enzimin işlevi ve örnekleri 6 kavram ve enzime etki eden faktörler ise 5 kavramdan oluşmaktadır. Kullanılan kavram haritası Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1

Enzimler Konusu Kavram Haritası

Geçerlilik ve Güvenirlilik

Araştırmada kullanılan tüm kavram haritalarının içerik geçerliliği, kapsamlı bir literatür taraması ve iki alan uzmanı biyoloji eğitimcisi tarafından yapılan incelemelerle sağlanmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda haritalarda gerekli kavramsal düzenlemeler yapılmış ve kavramlar arası ilişkiler netleştirilmiştir. Ayrıca, VUE programı ile oluşturulan kavram haritası, eczacılık hizmetleri bölümü 2. sınıftan 12 öğrenciyle yapılan pilot uygulama aracılığıyla test edilmiştir. Pilot uygulama sonucunda, haritanın anlaşılabilirliği, yönergelerin açıklığı ve uygulanabilirliği değerlendirilmiş ve gerekli düzenlemeler yapılarak son hali verilmiştir.

Bazı öğrenci ifadeleri kavramsal açıdan yorum gerektirdiğinden, puanlamada öznel farklılık olasılığına karşı iki bağımsız değerlendirici görev almış, puanlayıcılar arası tutarlılığı belirlemek amacıyla Cohen's Kappa katsayısı hesaplanmıştır. Kappa katsayısı, iki gözlemci arasındaki uyumun derecesini belirlemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. (Kılıç, 2015). Değerlendiricilerin değerlendirmelerinin 0-1 biçiminde yaptığı durumlarda kullanılır. Kappa değeri 0 ile 1 arasında değişir ve farklı aralıklar belirli uyum düzeylerini ifade eder. Buna göre, 0.00-0.20 arası "uyum yok", 0.21-0.40 arası "zayıf uyum", 0.41-0.60 arası "orta düzeyde uyum", 0.61-0.80 arası "iyi düzeyde uyum" ve 0.81-1.00 arası "yüksek (kusursuz) uyum" olarak kabul edilmektedir (Ertem Vehid & Eral, 2014). Bu araştırmada elde edilen 0.85 değeri, yüksek düzeyde puanlayıcı uyumu olduğunu göstermektedir.

Uygulama Süreci

Araştırma süreci, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın başında hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerine, VUE ile hazırlanmış olan kavram haritası ön test olarak uygulanmıştır. Bu uygulamada öğrencilerin kavram haritasında boş bırakılan kutucukları doldurmaları istenmiştir. Böylece öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgileri ve kavramsal eksiklikleri belirlenmiştir.

Ardından, deney grubunda, derslerin işlenmesinde geleneksel öğretim yöntemleri (düz anlatım, soru-cevap, not alma) ne ek olarak bir öğretim tekniği olan kavram haritalarına yer verilmiştir. Öğretim süreci boyunca farklı noktalarda 3 adet kavram haritası (enzimin yapısı, enzimin işlevi, enzime etki eden faktörler) destekleyici materyal olarak kullanılmıştır. Bu haritalar, öğrencilerin kavramlar arası ilişkileri görselleştirmesine, bilgiyi organize etmesine ve

kavramsal öğrenmeyi derinleştirmesine katkı sağlamıştır. Öğrencilere kavramlar arası ilişkileri anlamaları ve bilgilerini yapılandırmaları için rehberlik sağlanmıştır.

Kontrol grubunda ise aynı konu geleneksel öğretim yöntemleri (düz anlatım, soru-cevap, not alma) ile işlenmiştir. Öğretim süreci tamamlandıktan sonra her iki gruba da ön testte kullanılan kavram haritası bu kez son test olarak yeniden uygulanmıştır. Bu uygulamada yine boş bırakılan kutucukların öğrencilerce doldurulması istenmiştir. Bu sayede, öğrencilerin öğrenme süreçleri boyunca kavramsal gelişimleri ve kavramlar arası ilişkileri doğru kurma düzeyleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Uygulama her iki grupta da 1 hafta 3 ders saati içerisinde yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler, SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada elde edilen kavram haritası puanlarının normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmış; ayrıca çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda hem deney hem de kontrol grubuna ait ön test ve son test puanlarının normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Bu nedenle verilerin analizinde parametrik testler yerine, non-parametrik test tercih edilmiştir. Öğrencilerin kavram haritası puanları arasındaki grup farklılıklarını değerlendirmek için Mann-Whitney U testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde, enzimler konusuna yönelik olarak geliştirilen öğretim süreci kapsamında, kavram haritalarıyla desteklenen yapılandırılmış öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı kontrol grubuna ait kavram haritası puanlarına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Her iki grubun ön test ve son test uygulamalarından elde edilen veriler, öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerindeki değişimi belirlemek amacıyla analiz edilmiş ve sonuçlar tablolar hâlinde aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1

Deney ve kontrol gruplarının kavram haritası ön test puanlarına ilişkin Mann-Whitney U Testi sonuçları

Gruplar	N	$\bar{X}$ sıra	$\sum$ Sıra	U	z	p
Deney	42	42.82	1798.50	784.500	-0.530	0.59
Kontrol	40	40.11	1604.50			

Tablo 1'e bakıldığında yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre. deney grubunun enzim kavram haritası ön testine ilişkin ortalama sıra puanı ($\bar{X}$ sıra = 42.82) ve kontrol grubunun ortalama sıra puanı ($\bar{X}$ sıra = 40.11) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (U = 784.50. z = -0.530. p = 0.596). Elde edilen p > 0.05 değeri, iki grubun ön test puanlarının istatistiksel açıdan benzer olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla iki grubun uygulama öncesinde denk olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 2

Deney ve kontrol gruplarının kavram haritası son test puanlarına ilişkin Mann-Whitney U Testi sonuçları

Gruplar	N	$\bar{X}$ sıra	$\sum$ Sıra	U	z	p	η^2
Deney	42	51.61	2167.50	415.500	-3.953	0.000	0.171
Kontrol	40	30.89	1235.50				

Tablo 2 incelendiğinde Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre. deney grubunun kavram haritası son testine ilişkin ortalama sıra puanı ($\bar{X}$ sıra = 51.61) kontrol grubuna ($\bar{X}$ sıra = 30.89) göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($U = 415.50$, $z = -3.953$, $p = 0.000$). Kısmi eta kare değerinin de büyük olduğu ifade edilebilir. Elde edilen $p < 0.001$ değeri, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, kavram haritaları destekli öğretim tekniği uygulanan deney grubunun geleneksel yöntemlerle ders işlenen kontrol grubuna kıyasla enzim konusundaki kavramsal bilgi düzeyinde daha yüksek bir gelişim gösterdiğini ortaya koymuştur.

Tablo 3

Deney Grubu Ön Test- Son Test Puanları Arasındaki Farkın Anlamlılığı İçin Yapılan Wilcoxon Analizi Sonuçları

Son test- Ön test	N	$\bar{X}$ sıra	$\sum$ Sıra	z	p
Negatif Sıra	0	0	0	-5.52	0.00
Pozitif Sıra	40	20.50	820.00		
Eşit	2				

Tablo 3’de görüldüğü gibi. deney grubunun aldıkları ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon testi sonucunda deney grubunun ön test puanları ile son test puanları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($z=-5.52$; $p<0.05$). Söz konusu farklılık son test lehine gerçekleşmiştir. Yani yapılan uygulama deney grubunda anlamlı bir şekilde yükseltmiştir.

Tablo 4

Kontrol Grubu Ön Test- Son Test Puanları Arasındaki Farkın Anlamlılığı İçin Yapılan Wilcoxon Analizi Sonuçları

Son test- Ön test	N	$\bar{X}$ sıra	$\sum$ Sıra	z	p
Negatif Sıra	3	8	24	-5.03	0.00
Pozitif Sıra	35	20.49	717.00		
Eşit	2				

Tablo 4’te de görüldüğü gibi. kontrol grubunun ön test son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon testi sonucunda kontrol grubunda farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($z=-5.03$; $p<0.05$). Yani kontrol grubuna uygulanan geleneksel öğretim yöntemi kontrol grubunda da anlamlı bir şekilde yükselmiştir.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Biyoloji eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerin biyoloji alanındaki kavramları doğru biçimde anlamaları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri kavrayarak uygulayabilmeleridir. Bu hedefe ulaşmak için öğrencilerin bilgiyi sadece ezberlemelerine değil, kavramları anlamlı ve kalıcı şekilde öğrenmelerine odaklanılması gerekmektedir. Ezbere dayalı öğrenme, edinilen bilgilerin zihinde uzun süre kalmasını engellerken; anlamlı öğrenme, yeni bilgilerin önceden edinilmiş kavramlarla ilişkilendirilip bilişsel yapının yeniden düzenlenmesiyle mümkün olmaktadır (Köse, 2014). Bu araştırmada, biyoloji dersinin zorlu ve soyut konularından biri olan enzimler konusunda kavram haritaları hem bir öğretim tekniği hem de alternatif bir değerlendirme aracı olarak kullanılmıştır. Deney grubunda kavram haritaları destekli geleneksel öğretim yöntemleri uygulanırken, kontrol grubunda sadece geleneksel öğretim yöntemleri tercih edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kavram haritalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını güçlendirmede katkı sağladığını ortaya koymuştur.

Kavram haritaları, kavramlar arasındaki ilişkileri hiyerarşik ve görsel biçimde sunarak anlamlı öğrenmeyi destekleyen ve kavram yanlışlarının düzeltilmesine yardımcı olan etkili bir öğretim aracıdır. Bilgilerin zihinde somut ve organize edilmesini sağlayan bu yöntem, özellikle geniş ve karmaşık kavramların karşılıklı ilişkilerinin şematik olarak gösterilmesinde işlevseldir. Kavram haritalama, biyoloji dahil pek çok alanda anlamlı öğrenmenin sağlanmasında önemli bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Kaptan, 1998). Araştırmanın ön test bulguları, deney ve kontrol gruplarının başlangıç seviyelerinde kavramsal bilgi açısından anlamlı bir fark taşımadığını göstermiştir; bu da iki grubun eğitim öncesinde eşit şartlara sahip olduğunu göstermektedir. Son test sonuçlarında ise deney grubunun kavram haritası puanlarının kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek çıkması, kavram haritalarının soyut ve çok boyutlu biyoloji kavramlarının öğrenilmesinde öğrencilerin kavramsal yapılarını daha tutarlı ve bilimsel bir biçimde geliştirmelerine katkı sağladığını göstermektedir. Bu sonuçlar, literatürde kavram haritalarının kavramsal öğrenmeyi desteklediği ve soyut bilimsel kavramların somutlaştırılmasında etkili olduğu yönündeki bulgularla benzerlik göstermektedir (Bektüzün & Yel, 2019; Çolak, 2010; Köse, 2014; Öztürk & Ömeroğlu, 2015; Yener, 2006). Nesbit & Adesope (2013) tarafından da belirtildiği gibi, kavram haritaları metin okuma gibi geleneksel yöntemlere kıyasla birçok bilişsel avantaj sunmaktadır. Kavram haritaları bilgiyi hem görsel hem sözel olarak kodlayarak hafızayı güçlendirir, bilişsel yükü dengeler ve kavramlar arasındaki ilişkilerin anlamlı ve bütünlükli biçimde kavranmasını kolaylaştırır. Ayrıca, basit sözdizimi ve detaylı düzenleme süreçleri, öğrencilerin derinlemesine düşüncelerini teşvik ederek kavramların daha iyi içselleştirilmesini sağlar (Aktaran: Schroeder vd., 2018). Bununla birlikte kavram haritaları, kavramlar arasındaki hiyerarşik ilişkilerin aktif, yaratıcı ve görsel olarak düzenlendiği bir öğrenme etkinliğidir. Bu süreçte öğrenciler, kavramlar arasındaki bağları kullanarak bilgiyi anlamlandırır, kavramları ilişkilendirir ve bilişsel yapısını yeniden yapılandırır. Bu yöntem, öğrencilerin tek yönlü doğrusal düşünceden çok yönlü düşünmeye geçmelerine, uzun vadeli bilgi tutmalarını artırmalarına, anlamsız ezberlemeyi azaltmalarına ve öğrenilen bilgileri yeni durumlara aktarma becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar (Pintoi & Zeitz, 1997).

Mevcut araştırmada kavram haritalarının biyoloji eğitiminde özellikle enzim konusundaki katalizör, substrat, enerji vb. soyut kavramların öğretiminde güçlü ve etkili bir araç olduğunu, öğrencilerin kavramsal gelişimlerini desteklediğini ve öğrenme süreçlerine olumlu katkılar sağladığını göstermiştir. Kavram haritaları birçok soyut kavram arasındaki ilişkileri bir bütün olarak verdiği için somutlaştırmada etkili olmaktadır (Çolak, 2010; Gairns & Redman, 1998; Kinchin, 2000; Novak, 1990; Yılmaz ve Çolak, 2011). Soyut kavramlar genellikle öğrencilerin zihinlerinde parçalı, ilişkisiz ve ezbere dayalı biçimde yer alır. Kavram haritaları ise bu kavramları hem görselleştirerek hem de kavramsal ilişkileri oluşturup düğümler ve bağlar aracılığıyla somut biçimde düzenler; böylece kavramlar arasındaki ilişkiler açıkça görülür hale gelir (Novak, 1990, Çolak, 2010). Bu sebeple kavram öğretimi, öğrencilerin soyut düşünme becerileri göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Dolayısıyla kavram haritalarının bilginin yapısını açık ve anlaşılır hale getirmede etkin bir araç olması, eğitimcilerin müfredat planlamalarında bu yöntemi daha fazla kullanmaları gerektiğini ortaya koymaktadır (Akınsanya & Williams, 2004).

Sonuç olarak kavram haritaları, öğrenme ve öğretme süreçlerinde önemli bir eğitim aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu haritalar, bilgilerin somuttan soyuta, bilinenlerden bilinmeyene doğru, ekonomik ve sistematik bir biçimde organize edilmesini sağlar. Böylece öğretmenler, ders işleyişini daha verimli ve etkili hale getirirken; öğrenciler de öğrenme sürecini daha anlaşılır ve sistematik bir şekilde deneyimler. Kavram haritaları, eğitim-öğretim ilkelerine uygun olarak hem öğretim hem de öğrenme süreçlerini destekler (Turan & Boyraz, 2004).

Araştırmanın kapsamı bazı sınırlılıklar da taşımaktadır. Araştırmada örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve sadece enzimler konusunun incelenmesi nedeniyle elde edilen

bulguların tüm biyoloji konularına veya daha geniş öğrenci gruplarına genellenebilmesi güçtür. Bu sınırlılıklar doğrultusunda, gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı ve daha geniş örneklerle araştırmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca biyolojinin diğer konularında kavram haritalarının etkisinin araştırılması yöntemin kapsamını genişletecektir. Bunun yanında, kavram haritalarının uzun vadeli etkilerinin incelenmesi ve öğretmenlerin bu yöntemi etkili kullanabilmeleri için mesleki gelişim programlarının düzenlenmesi eğitim uygulamalarının kalitesini artıracaktır.

Bildirim

Teşekkür: “Uygulanamaz”

Yazarların katkıları: Yazarların makaleye eşit oranda katkıda bulunmuştur.

Çıkar çatışması: “Yazarlar çatışan çıkarları olmadığını beyan ederler”

Finansman: Çalışmanın tasarımı ve verilerin toplanmasında, analizinde ve yorumlanmasında ve makalenin yazılmasında fon kuruluşunun rolü yoktur.

Etik onay ve katılım onayı: Araştırmada etik ve katılım onayı Kafkas Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından E-23880 sayı ve 01.07.2025 tarih ile kabul edilmiştir.

Kaynakça

- Akinsanya, C., & Williams, M. (2004). Concept mapping for meaningful learning. *Nurse Education Today*, 24(1), 41-46. [https://doi.org/10.1016/S0260-6917\(03\)00120-5](https://doi.org/10.1016/S0260-6917(03)00120-5)
- Aktaş, H. H. (2022). *Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin Argümantasyon Tabanlı Bilim öğrenme Yaklaşımının Biyoloji Dersi” Enzimler” Konusundaki Akademik Başarı ve Tutumlarına Etkisi* (Master’s thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir).
- All, A. C., Huycke, L. I., & Fisher, M. J. (2003). Instructional tools for nursing education: Concept maps. *Nursing Education Perspectives*, 24(6), 311-317.
- Altınok, H., & Açıkgöz, K. Ü. (2006). İş birlikli ve bireysel kavram haritalamanın fen bilgisi dersine yönelik tutum üzerindeki etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 21-29.
- Altıntaş, G., & Uğur Altıntaş, S. (2008). İlköğretim 5. sınıf sosyal bilgiler dersinde “kavram haritası” kullanımının öğrenci akademik başarısı üzerindeki etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 16(1), 61-66.
- Aydede, M. N., & Matyar, F. (2009). Fen bilgisi öğretiminde aktif öğrenme yaklaşımının bilişsel düzeyde öğrenci başarısına etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 115-127.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., and Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33, 84-86. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655648>
- Bektüzün, B., & Yel, M. (2019). Canlıların sınıflandırılması ve biyolojik çeşitlilik konusunun kavram haritası ile öğretimin 9. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 91-113. <https://doi.org/10.17152/gefad.439037>
- Bernstein, J. M. (2011). *Concept mapping and student success in a college-level environmental studies course*. Unpublished mastery thesis. Montana State University, Bozeman, Montana
- Beyerbach, B. A., & Smith, J. M. (1990). Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers’ thinking about effective teaching. *Journal Of Research In Science Teaching*, 27(10), 961-971. <https://doi.org/10.1002/tea.3660271005>
- Bramwell-Lalor, S., & Rainford, M. (2014). The effects of using concept mapping for improving advanced level biology students’ lower-and higher-order cognitive skills. *International Journal of Science Education*, 36(5), 839-864. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.829255>
- Cheema, A. B., & Mirza, M. S. (2013). Effect of concept mapping on students’ academic achievement. *Journal of Research & Reflections in Education (JRRE)*, 7(2), 125-132.
- Chiou, C. C. (2008). The effect of concept mapping on students’ learning achievements and interests. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(4), 375-387. <https://doi.org/10.1080/14703290802377240>

- Çolak, R. (2010). *Kavram haritalarının sosyal bilgiler eğitimi çerçevesinde tarihsel kavramların öğretiminde kullanılması: kavram haritası ile yapılan öğretim ile tutum, başarı ve kalıcılık arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Ertem Vehid, H., & Eral, G. (2014). Nitel verilerin değerlendirilmesinde uygulanan istatistiksel yöntemler. *Journal Of The Child*, 14(2), 60-61.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Gairns, R. & Redman, S. (1998). *Working with words a guide to teaching and learning vocabulary*. UK: Cambridge University Press.
- Golzar, J., Noor, S., & Tajik, O. (2022). Convenience sampling. *International Journal of Education & Language Studies*, 1(2), 72-77.
- Gül, Ş., & Konu, M. (2018). Yaşam temelli probleme dayalı öğretim uygulamalarının öğrenci başarısına etkisi. *Yaşadıkça Eğitim*, 32(1), 45-68.
- Kaptan, F. (1998). Fen öğretiminde kavram haritası yönteminin kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14:95-99
- Kara, F., & Kefeli, N. (2018). Kavram haritaları kullanımının öğrencilerin başarı, mantıksal düşünme becerisi ve fen bilimlerine yönelik tutumlarına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 594-619. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.506475>
- Kılıç, S. (2015). Kappa testi. *Journal Of Mood Disorders*, 5(3), 142-144. <https://doi.org/10.5455/jmood.20150920115439>
- Kinchin, I.M. (2000). Concept-mapping activities to help students understand photosynthesis and teachers understand students. *School Science Review*, 82(299), 11-14.
- Köse, E. Ö. (2014). Hücre ve organellerin öğretiminde kavram haritalarının kullanılması. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, (3), 116-121.
- Kurt, H. (2013). Biyoloji öğretmen adaylarının “enzim” konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 211-243.
- Linenberger, K. J., & Bretz, S. L. (2012). Generating cognitive dissonance in student interviews through multiple representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 172-178. <https://doi.org/10.1039/C1RP90064A>
- Liu, S. H., & Lee, G. G. (2013). Using a concept map knowledge management system to enhance the learning of biology. *Computers & Education*, 68, 105-116. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.007>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Nesbit, J. C., & Adesope, O. O. (2013). *Concept maps for learning. Learning through visual displays* (pp. 303-328). Charlotte: Information Age Publishing.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J.D., Gowin, D.B., & Johansen, G.T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-645. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670511>
- Orgill, M., & Bodner, G. (2007). Locks and keys: An analysis of biochemistry students' use of analogies. *Biochemical Molecular and Biology Education*, 35(4), 244-254. <https://doi.org/10.1002/bmb.66>
- Öztürk, J., & Ömeroğlu, A. F. (2015). Dil bilgisi öğretiminde kavram haritalarının kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(31), 69-86.
- Pintoi, A. J., & Zeitz, H. J. (1997). Concept mapping: a strategy for promoting meaningful learning in medical education. *Medical Teacher*, 19(2), 114-121. <https://doi.org/10.3109/01421599709019363>

- Rice, D.C., Ryan, J.M., & Samson, S.M. (1998). Using concept maps to assess student learning in the science classroom: must different methods compete? *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1103-1127. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199812\)35:10<1103::AID-TEA4>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1103::AID-TEA4>3.0.CO;2-P)
- Ruiz- Primo, M.A., & Shavelson, R.J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assesment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 569-600. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199608\)33:6<569::AID-TEA1>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199608)33:6<569::AID-TEA1>3.0.CO;2-M)
- Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J., & Adesope, O. O. (2018). Studying and constructing concept maps: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30, 431-455. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9403-9>
- Selvi, M., & Yakışan, M. (2004). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin enzimler konusu ile ilgili kavram yanlışları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (2), 173-182.
- Stratton, S. J. (2019). Quasi-experimental design (pre-test and post-test studies) in prehospital and disaster research. *Prehospital and Disaster Medicine*, 34(6), 573-574. <https://doi.org/10.1017/S1049023X19005053>
- Syahmani, S., Rusmansyah, R., Leny, L., & Masila, R. (2025). Identifying students' undergraduate concept understanding and misconceptions on amino acids, proteins, and enzymes using a four-tier diagnostic test. *Journal of Mathematics Science and Computer Education*, 4(2), 145-157.
- Şahin, F. (2001). Öğretmen adaylarının kavram haritası yapma ve uygulama hakkındaki görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 12- 24.
- Şahin, F. (2002). Kavram haritalarının değerlendirme aracı olarak kullanılması ile ilgili bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 18-33
- Turan, M., & Boyraz, Z. (2004). Öğretim materyali olarak kavram haritaları. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 123-128.
- Ünlü, P., İngeç Ş.K., & Taşar, M.F. (2006). Öğretmen adaylarının momentum ve impuls kavramlarına ilişkin bilgi yapılarının kavram haritaları yöntemi ile araştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 31(139), 70-79.
- Vanides, J., Yin, Y., Tomita, M., & Ruiz-Primo, M. A. (2005). Concept maps. *Science Scope*, 28(8), 27-31.
- Wu, P. H., Hwang, G. J., Milrad, M., Ke, H. R., & Huang, Y. M. (2012). An innovative concept map approach for improving students' learning performance with an instant feedback mechanism. *British Journal of Educational Technology*, 43(2), 217-232. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01167.x>
- Yavuz, M., & Kıyıcı, F. B. (2014). Laboratuvarda V-diyagramı ve kavram haritası kullanımının başarı ve eleştirel düşünme eğilimine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 150-174.
- Yener, N. (2006). *İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersinde "çevremizde hangi ekosistemler var ve buralarda neler oluyor?" konusunun kavram haritaları ile işlenmesinin öğrenci başarı ve tutumu üzerindeki etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2003). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları .
- Yılmaz, K., & Çolak, R. (2011). Kavramlara Genel Bir Bakış: Kavramların ve Kavram Haritalarının Pedagojik Açından İncelenmesi. *Journal of Graduate School of Social Sciences*, 15(1), 185-204.
- Yılmaz, K., & Çolak, R. (2012). Sosyal bilgiler öğretiminde kavram haritaları kullanımının öğrencilerin tutum, akademik başarı ve bilgilerinin kalıcılık düzeylerine etkisi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 1(1), 1-16.
- Youssef, H. A., & Mansour, M. A. (2012). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests in Taif University. *Life Science Journal*, 9(2), 346-353.

Received: 24 July 2025

Accepted: 24 Nov 2025

Using Concept Maps as an Alternative Tool in Teaching and Assessing Enzymes

Meryem Konu Kadirhanoğulları¹, Esra Özay Köse²

¹Kafkas University, Vocational School of Social Sciences, Kars, Türkiye e-mail: . meryem_6647@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7359-7061>

²Atatürk University, Kazım Karabekir Faculty of Education, Erzurum, Türkiye, e-mail: esraozay@atauni.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9085-7478>

Corresponding Author: Meryem Konu Kadirhanoğulları, Kars, Türkiye

Abstract

The aim of this study is to examine the usability of concept maps as an alternative assessment tool for enzymes, one of the fundamental and challenging topics in biology, and to investigate their contribution to the development of students' conceptual understanding. A quasi-experimental design with a pretest-posttest control group was used in the study. The study group consisted of 82 first-year university students taking biology lesson in pharmacy services department in the 2024-2025 academic year. Forty-two of these students constituted the experimental group (15 males, 27 females) and 40 constituted the control group (12 males, 28 females). Convenience sampling was used in sample selection. In the experimental group, lessons were taught using concept maps in addition to teaching methods appropriate to the current curriculum. In the control group, the same topic was taught using suitable for current schedule teaching methods. Concept maps for the topic of enzymes were used as the data collection tool. Some of the concept maps used were based on relevant literature, while others were developed originally by the researchers using the VUE (Visual Understanding Environment) concept mapping program. The data obtained from the study were analyzed using Mann Withney U and Wilcoxon signed-ranks test. The results revealed that concept maps contributed to strengthening students' conceptual understanding.

Keywords: Concept map, enzymes, biology education

Introduction

How can we know if students have developed a coherent and scientific understanding of important concepts? Furthermore, is it possible to produce a snapshot of this understanding? (Vanides et al., 2005). In this regard, concept maps stand out as effective diagrams used to represent verbal or conceptual information in many educational settings (Schroeder et al., 2018). Teachers choose various teaching methods to assist students when they enter the classroom. However, regardless of the method they choose, using tools that increase student motivation and engagement in the learning process is important to facilitate student adaptation to the course. Biology teachers, in particular, need to utilize various teaching strategies/methods/techniques aligned with constructivist theory, beyond traditional methods, to cultivate students who are more enthusiastic about subjects they find challenging and who can master concepts related to them to the desired level (Liu & Lee, 2013). On the other hand, many secondary school students perceive science courses as challenging due to the many abstract concepts they use and need to learn, and therefore avoid science subjects. Furthermore, the difficulties students face in learning these concepts are exacerbated by inappropriate traditional teaching and assessment methods, which inhibit higher-order thinking and conceptual change (Bramwell-Lalor & Rainford, 2014).

In this context, concept maps deepen students' scientific thinking by allowing them to



Kadirhanoğulları, M. K., & Özay Köse, E. (2025). Using concept maps as an alternative tool in teaching and assessing enzymes. *Anatolian Turkish Journal of Education*, 7(2), 332-342. <https://doi.org/10.29329/ated.2025.1388.10>

organize, understand, and effectively store and retrieve information. Furthermore, sharing and discussing their concept maps allows students to express and question their scientific thinking (Vanides et al., 2005). The benefits of concept maps for students are not limited to this; students need to formalize conceptual connections-that is, to understand and apply concepts beyond simply memorizing facts-and develop new skills, one of the most challenging aspects of learning (All et al., 2003).

In science classes, students are faced with coping with a large amount of information/concepts across a variety of topics. However, their ability to organize and connect this information logically varies significantly. Concept maps are emerging as a useful tool that helps them analyze information effectively and think critically (All et al., 2003). Enzymes, a core topic in biology, are often difficult for students to learn (Bahar et al., 1999). This is due to students' lack of understanding of concepts such as catalyst, enzyme, substrate, reaction rate, pH, protein, and denaturation, and their inability to establish the relationships between these concepts (Linenberger & Bretz, 2012; Orgill & Bodner, 2007). Furthermore, a misunderstanding of the three-dimensional structure of enzymes complicates learning enzyme mechanisms, necessitating problem-solving skills (Aktaş, 2022). In addition, students' alternative conceptions/misconceptions about enzymes are previously learned misinformation that hinders their understanding and learning of many biology topics and negatively impacts the learning process (Kurt, 2013). In a study conducted by Selvi and Yakışan (2004), students were asked open-ended questions to determine pre-service teachers' misconceptions about enzymes, and the responses were categorized. The study found that students held numerous misconceptions about the concept of enzymes. Syahmani et al. (2025) aimed to determine undergraduate students' conceptual understanding and misconceptions about amino acids, proteins, and enzymes. Data were collected using a four-stage diagnostic test consisting of eight questions categorized as concept understanding, lack of concept understanding, and misconceptions. The results showed that of the five concepts tested under the subheading of amino acids, proteins and enzymes, 36.67% understood the concept, 15.19% did not understand the concept and 48.15% were in the misconception category, indicating that students' concept understanding and misconceptions were at a moderate level.

The use of concept maps has been widespread and developed in teaching-learning processes since the 1980s with the work of Novak (Novak, 1998; Novak & Gowin, 1984). In the literature, the effects of concept maps on students' achievement, attitudes, and retention of learning in different courses have been examined in many studies (Altınok & Açıkgöz, 2006; Bernstein, 2011; Çolak, 2010; Kara & Kefeli, 2018; Yavuz & Kırıyıcı, 2014; Yılmaz & Çolak, 2012; Youssef & Mansour, 2012). At the same time, concept maps are also used as a tool to assess students' conceptual understanding in a particular subject area (Beyerbach & Smith, 1990). There are studies in which concept maps are used as an evaluation tool (Novak et al., 1983; Rice et al., 1998; Şahin, 2002; Şahin, 2001; Ünlü et al., 2006).

For example, Ruiz et al. (1996) characterized concept mapping as an assessment tool, describing it as an educational task that reveals a student's knowledge structure in a specific subject area, a way for students to demonstrate what they have learned and how, and a scoring system that allows students to accurately and consistently assess their concept maps. Şahin (2002) selected the concepts of cell and protein in his study, "A Study on the Use of Concept Maps as Assessment Tools." The study concluded that students' knowledge can be assessed more clearly with concept maps than with other assessment tools, and that students can also observe how their own knowledge changes. Chiou (2008), in a study with 124 students taking an advanced accounting course in Taiwan, demonstrated the positive effects of concept mapping on learning achievement and student interest. Students stated that concept maps helped them understand accounting concepts and that this method could be used in other courses. Similarly,

Cheema & Mirza (2013) found that concept mapping significantly increased student achievement in a quasi-experimental study conducted with 7th-grade science students. Chen (2011) also identified the positive effects of concept mapping on critical thinking skills and learning approaches in his study with nursing students. Students trained with concept maps demonstrated significant improvements in inference-making and general critical thinking skills. Additionally, Wu et al. (2011) examined the impact of concept maps on learning achievement and attitudes through real-time assessment and feedback and found that the new strategy, which provides immediate assessment, increased both achievement and positive learning attitudes. Altıntaş and Altıntaş (2008), in an experimental study conducted with a 5th-grade Social Studies course, found that concept maps increased academic achievement. Şahin (2002), in his study on enzymes, revealed that concept maps positively impacted students' conceptual understanding.

Considering the time that has passed since the current study and the advancements in teaching methods, it is believed that the effectiveness of concept maps as an alternative tool for assessing complex and abstract biological concepts, such as enzymes, should be investigated. Students' conceptual deficiencies and alternative conceptions in this area can negatively impact the learning process and reduce academic achievement. In this context, measuring whether students have developed a coherent and scientific understanding of important concepts, as well as capturing a snapshot of this understanding (Vanides et al., 2005), is a crucial need. Therefore, this study aims to demonstrate, using current data, the effectiveness of concept maps, both as a teaching technique and as an alternative assessment tool, in strengthening students' conceptual understanding of enzymes.

Method

The aim of this study was to examine the usability of concept maps as an alternative assessment tool for enzymes, one of the fundamental and challenging topics in biology, and to examine their contribution to the development of students' conceptual understanding. A quasi-experimental design with a pre-test and post-test control group was used in the study (Frankel & Wallen, 1996). Quasi-experimental designs are studies that include experimental and control groups and are used when the sample cannot be randomly selected from the entire population (Yıldırım & Şimşek, 2003). Quasi-experimental research designs are a preferred method, especially in education, when not all variables can be fully controlled (Aydede & Matyar, 2009; Gül & Konu, 2018; McMillan & Schumacher, 2010). This design is used to assess participants' attitudes or perceptions about an event or to measure their comfort in applying the information presented during the training (Stratton, 2019). In this study, a quasi-experimental design was used because random sampling could not be selected and the experimental application was examined comparatively with the control group.

Sample

The study group consisted of 82 first-year university pharmacy services students taking biology courses in the 2024-2025 academic year. Of these students, 42 formed the experimental group (15 males, 27 females) and 40 formed the control group (12 males, 28 females). A convenience sampling method was used in sample selection. Convenience sampling is based on the principle of selecting participants based on ease of access. This method offers several advantages, including low cost, time savings, and ease of implementation (Golzar et al., 2022). The convenience sampling method was used in this study because the researcher's sample was taking biology courses, which resulted in easier data collection thanks to its time savings, low cost, and ease of implementation.

Data Collection Tool

In this study, concept maps on the topic of enzymes were used as data collection tools.

Some of the concept maps were drawn from relevant literature, while others were developed by the researchers using the VUE (Visual Understanding Environment) concept mapping program. The concept map used in the pre-test and post-test applications in the study was a measurement tool developed by the researchers, taken from the literature and modified using the VUE program. The map was structured to include the fundamental concepts of enzymes and the relationships between them. Seventeen boxes were intentionally left blank, and students were asked to fill them in with the appropriate concepts. Scoring was performed by assigning 1 point for each correct concept, and the students' conceptual knowledge levels were determined based on the total score. The same concept map was used in both the pre-test and post-test administrations of the experimental and control groups. The concept map contained a total of 29 concepts. When these concepts were grouped, the structure of the enzyme comprised 18 concepts, the function and examples of the enzyme comprised 6 concepts, and the factors affecting the enzyme comprised 5 concepts. The concept map used is presented in Figure 1.

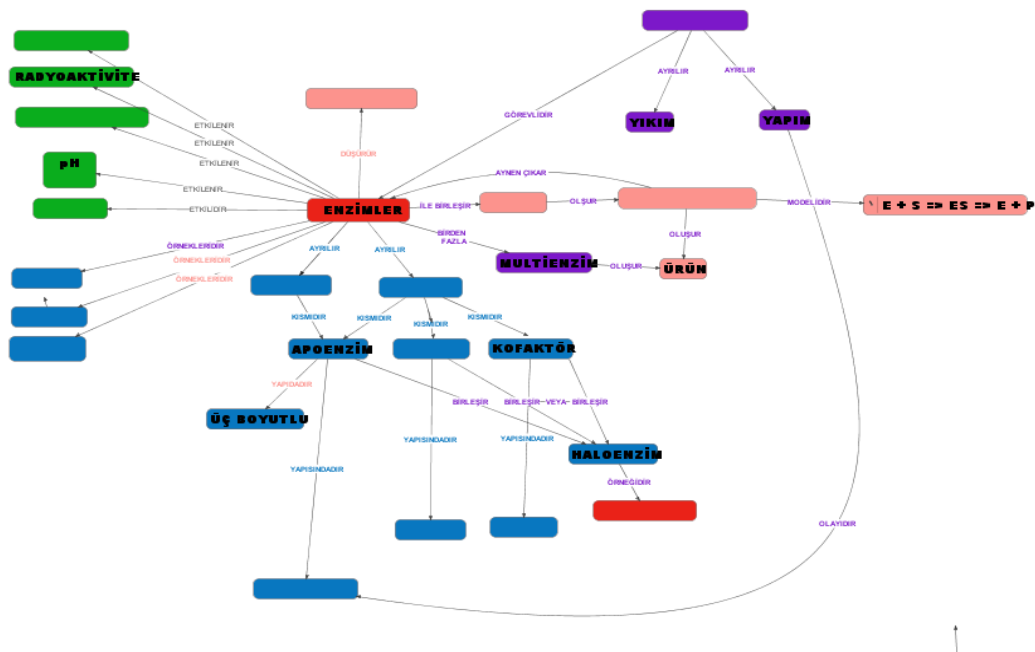


Figure 1
Concept Map of Enzymes Topic

Validity and Reliability

The content validity of all concept maps used in the study was ensured through a comprehensive literature review and review by two biology educators who are field experts. Necessary conceptual adjustments were made to the maps based on expert opinions, and inter-conceptual relationships were clarified. Furthermore, the concept map created with the VUE program was pilot-tested with 12 second-year students in the pharmacy services department. Following the pilot, the map's comprehensibility, clarity, and applicability of the instructions were assessed, and the necessary adjustments were made before the final version was finalized.

Because some student statements required conceptual interpretation, two independent raters were assigned to assess the possibility of subjective differences in scoring. Cohen's Kappa coefficient was calculated to determine inter-rater consistency. The Kappa coefficient is a statistical method used to determine the degree of agreement between two observers (Kılıç, 2015). It is used when raters make their evaluations on a 0-1 scale. The Kappa value ranges from

0 to 1, with different intervals representing specific levels of agreement. Accordingly, values between 0.00 and 0.20 are considered “no agreement,” 0.21 and 0.40 are considered “poor agreement,” 0.41 and 0.60 are considered “moderate agreement,” 0.61 and 0.80 are considered “good agreement,” and 0.81 and 1.00 are considered “high (perfect) agreement” (Ertem Vehid & Eral, 2014). The value of 0.85 obtained in this study indicates a high level of inter-rater agreement.

Application Process

The research process was conducted during the 2024-2025 academic year. At the beginning of the study, a concept map prepared with VUE was administered to both the experimental and control groups as a pre-test. In this application, students were asked to fill in the blanks on the concept map. This determined the students’ prior knowledge and conceptual gaps on the topic.

Then, concept maps, a teaching technique, were used in the experimental group in addition to traditional teaching methods (lecture, question-and-answer, and note-taking) during the course. Three concept maps (enzyme structure, enzyme function, and factors affecting enzymes) were used as supplementary materials at various points throughout the teaching process. These maps helped students visualize the relationships between concepts, organize knowledge, and deepen conceptual learning. Students were provided guidance to understand the relationships between concepts and structure their knowledge.

In the control group, the same topic was taught using traditional teaching methods (lecture, question-and-answer, and note-taking). After the teaching process was completed, the concept map used in the pre-test was re-administered to both groups, this time as a post-test. In this application, students were again asked to fill in the blank boxes. This provided a comparative assessment of students’ conceptual development and their ability to correctly establish inter-conceptual relationships throughout their learning process. The application was completed in one week and three class hours for both groups.

Data Analysis

The data obtained from the study were analyzed using the SPSS package program. The Kolmogorov-Smirnov test was applied to assess the conformity of the concept map scores obtained in the study to a normal distribution, and skewness and kurtosis coefficients were also examined. Analyses revealed that the pre-test and post-test scores of both the experimental and control groups were not normally distributed. Therefore, non-parametric tests were preferred over parametric tests in data analysis. The Mann-Whitney U test and the Wilcoxon signed-rank test were used to assess group differences in students’ concept map scores.

Findings

This section presents findings regarding the concept map scores of the experimental group, which received a structured teaching method supported by concept maps, and the control group, which received traditional teaching methods, within the scope of the teaching process developed for the topic of enzymes. Data obtained from the pre-test and post-test administrations of both groups were analyzed to determine changes in students’ conceptual learning levels, and the results are presented in tables below.

Table 1

Mann-Whitney U Test results regarding the concept map pre-test scores of the experimental and control groups

Groups	N	$\bar{X}$ rank	$\sum$ rank	U	z	p
Experimental	42	42.82	1798.50	784.500	-0.530	0.59
Control	40	40.11	1604.50			

According to the results of the Mann-Whitney U test performed in Table 1, no statistically significant difference was found between the mean rank score ($\bar{X}$ rank = 42.82) of the experimental group and the mean rank score ($\bar{X}$ rank = 40.11) of the control group on the enzyme concept map pretest ($U = 784.50$, $z = -0.530$, $p = 0.596$). The $p > 0.05$ value indicates that the pretest scores of the two groups were statistically similar. Therefore, it is possible to say that the two groups were equivalent before the application.

Table 2

Mann-Whitney U Test results for the concept map post-test scores of the experimental and control groups

Groups	N	$\bar{X}$ rank	$\sum$ rank	U	z	p	η^2
Experimental	42	51.61	2167.50	415.500	-3.953	0.000	0.171
Control	40	30.89	1235.50				

When Table 2 is examined, according to the Mann-Whitney U test results, the mean rank score for the concept map post-test of the experimental group ($\bar{X}$ rank = 51.61) was found to be significantly higher than that of the control group ($\bar{X}$ rank = 30.89) ($U = 415.50$, $z = -3.953$, $p = 0.000$). It can be stated that the partial eta squared value was also large. The $p < 0.001$ value obtained indicates a statistically significant difference between the groups. This finding revealed that the experimental group, which received the concept map-supported teaching technique, showed greater improvement in conceptual knowledge about enzymes compared to the control group, which received instruction using traditional methods.

Table 3

Results of Wilcoxon Analysis for the Significance of the Difference Between Pre-Test and Post-Test Scores of the Experimental Group

Posttest - Pretest	N	$\bar{X}$ rank	$\sum$ rank	z	p
Negative Rank	0	0	0	-5.52	0.00
Positive Rank	40	20.50	820.00		
Equal	2				

As seen in Table 3, the Wilcoxon test, conducted to determine whether there was a significant difference between the pre-test and post-test scores of the experimental group, found the difference between the pre-test and post-test scores to be statistically significant ($z = -5.52$; $p < 0.05$). This difference was in favor of the post-test. In other words, the intervention significantly increased the experimental group's scores.

Table 4

Results of Wilcoxon Analysis for the Significance of the Difference Between Pre-Test and Post-Test Scores of the Control Group

Posttest - Pretest	N	$\bar{X}$ rank	$\sum$ rank	z	p
Negative Rank	3	8	24	-5.03	0.00
Positive Rank	35	20.49	717.00		
Equal	2				

As can be seen in Table 4, the Wilcoxon test, which was conducted to determine whether there was a significant difference between the pre-test and post-test mean scores of the control group, found the difference to be statistically significant in the control group ($z = -5.03$; $p < 0.05$). In other words, the traditional teaching method applied to the control group also increased significantly in the control group.

Conclusion, Discussion and Recommendations

One of the fundamental goals of biology education is for students to correctly understand biological concepts and to be able to grasp and apply the relationships between these concepts. To achieve this goal, the focus should be on students learning concepts meaningfully and permanently, not simply memorizing information. While rote-based learning prevents acquired information from being retained for long periods, meaningful learning is possible by associating new information with previously acquired concepts and reorganizing cognitive structures (Köse, 2014). In this study, concept maps were used as both a teaching technique and an alternative assessment tool for enzymes, a challenging and abstract topic in biology. Traditional teaching methods supported by concept maps were applied in the experimental group, while only traditional teaching methods were used in the control group. The results revealed that concept maps contributed to strengthening students' conceptual understanding.

Concept maps are an effective teaching tool that supports meaningful learning by presenting the relationships between concepts in a hierarchical and visual format and helps correct misconceptions. This method, which allows information to be organized and concrete in the mind, is particularly effective in schematically representing the interrelationships of broad and complex concepts. Concept mapping is considered an important method for achieving meaningful learning in many fields, including biology (Kaptan, 1998). Pretest findings of the study indicated that there was no significant difference in initial conceptual knowledge between the experimental and control groups, indicating that the two groups had equal conditions before the training. Posttest results indicated that the experimental group's concept map scores were significantly higher than the control group's, indicating that concept maps contribute to students' development of more consistent and scientific conceptual structures in the learning of abstract and multidimensional biology concepts. These results are similar to findings in the literature that concept maps support conceptual learning and are effective in concretizing abstract scientific concepts (Bektüzün & Yel, 2019; Çolak, 2010; Köse, 2014; Öztürk & Ömeroğlu, 2015; Yener, 2006). As noted by Nesbit & Adesope (2013), concept maps offer many cognitive advantages compared to traditional methods such as reading text. Concept maps strengthen memory by encoding information both visually and verbally, balance cognitive load, and facilitate meaningful and integrated comprehension of the relationships between concepts. Furthermore, simple syntax and detailed organization processes encourage students to think in depth, resulting in better internalization of concepts (as cited in: Schroeder et al., 2018). Furthermore, concept maps are a learning activity in which the hierarchical relationships between concepts are organized actively, creatively, and visually. In this process, students make sense of information by using connections between concepts, connect concepts, and restructure their cognitive structures. This method helps students shift from one-way linear thinking to multifaceted thinking, increase long-term knowledge retention, reduce meaningless memorization, and develop the ability to transfer learned information to new situations (Pintoi & Zeitz, 1997).

The current study has shown that concept maps are a powerful and effective tool in biology education, particularly in teaching abstract concepts such as catalysts, substrates, and energy within the enzyme subject. They support students' conceptual development and contribute positively to their learning processes. Concept maps are effective in concretizing concepts because they present the relationships among many abstract concepts as a whole (Çolak, 2010; Gairns & Redman, 1998; Kinchin, 2000; Novak, 1990; Yılmaz & Çolak, 2011). Abstract concepts often exist in students' minds in fragmented, unrelated, and rote-based ways. Concept maps, on the other hand, visualize these concepts and organize them concretely through nodes and links, establishing conceptual relationships. Thus, the relationships between concepts become clearly visible (Novak, 1990, Çolak, 2010). Therefore, concept teaching should take students' abstract thinking skills into consideration. Therefore, the fact that concept maps are an

effective tool in making the structure of knowledge clear and understandable reveals that educators should use this method more in curriculum planning (Akinsanya & Williams, 2004).

As a result, concept maps stand out as an important educational tool in the teaching and learning processes. These maps enable information to be organized economically and systematically, from the concrete to the abstract, from the known to the unknown. This allows teachers to conduct lessons more efficiently and effectively, while students experience the learning process in a more comprehensible and systematic way. Concept maps support both teaching and learning processes in accordance with educational principles (Turan & Boyraz, 2004).

The scope of the study also has some limitations. Due to the limited sample size and the study's focus on enzymes, it is difficult to generalize the findings to all biology subjects or to broader student groups. Given these limitations, future studies are recommended to utilize different and larger sample sizes. Furthermore, investigating the impact of concept maps on other biology subjects would broaden the scope of the method. Furthermore, examining the long-term effects of concept maps and developing professional development programs to empower teachers to use this method effectively would improve the quality of educational practices.

Declarations

Acknowledgement: “Not applicable”

Authors' contributions: All authors contributed equally to the article.

Conflict of interest: “The authors declare that they have no competing interests.”

Funding: The funding agency had no role in the design of the study, the collection, analysis, and interpretation of data, or the writing of the article.

Ethics approval and consent to participate: Ethics and consent to participate in the study were approved by the Scientific Research and Publication Ethics Committee of Kafkas University, Social Sciences and Humanities, number E-23880, dated July 1, 2025.

References

- Akinsanya, C., & Williams, M. (2004). Concept mapping for meaningful learning. *Nurse Education Today*, 24(1), 41-46. [https://doi.org/10.1016/S0260-6917\(03\)00120-5](https://doi.org/10.1016/S0260-6917(03)00120-5)
- Aktaş, H. H. (2022). *Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin Argümantasyon Tabanlı Bilim öğrenme Yaklaşımının Biyoloji Dersi” Enzimler” Konusundaki Akademik Başarı ve Tutumlarına Etkisi* (Master's thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir).
- All, A. C., Huycke, L. I., & Fisher, M. J. (2003). Instructional tools for nursing education: Concept maps. *Nursing Education Perspectives*, 24(6), 311-317.
- Altınok, H., & Açıkgöz, K. Ü. (2006). İş birlikli ve bireysel kavram haritalamanın fen bilgisi dersine yönelik tutum üzerindeki etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 21-29.
- Altıntaş, G., & Uğur Altıntaş, S. (2008). İlköğretim 5. sınıf sosyal bilgiler dersinde “kavram haritası” kullanımının öğrenci akademik başarısı üzerindeki etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 16(1), 61-66.
- Aydede, M. N., & Matyar, F. (2009). Fen bilgisi öğretiminde aktif öğrenme yaklaşımının bilişsel düzeyde öğrenci başarısına etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 115-127.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., and Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33, 84-86. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655648>
- Bektüzün, B., & Yel, M. (2019). Canlıların sınıflandırılması ve biyolojik çeşitlilik konusunun kavram haritası ile öğretimin 9. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 91-113. <https://doi.org/10.17152/gefad.439037>
- Bernstein, J. M. (2011). *Concept mapping and student success in a college-level environmental studies course*. Unpublished mastery thesis. Montana State University, Bozeman, Montana

- Beyerbach, B. A., & Smith, J. M. (1990). Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers' thinking about effective teaching. *Journal Of Research In Science Teaching*, 27(10), 961-971. <https://doi.org/10.1002/tea.3660271005>
- Bramwell-Lalor, S., & Rainford, M. (2014). The effects of using concept mapping for improving advanced level biology students' lower-and higher-order cognitive skills. *International Journal of Science Education*, 36(5), 839-864. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.829255>
- Cheema, A. B., & Mirza, M. S. (2013). Effect of concept mapping on students' academic achievement. *Journal of Research & Reflections in Education (JRRE)*, 7(2), 125-132.
- Chiou, C. C. (2008). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(4), 375-387. <https://doi.org/10.1080/14703290802377240>
- Çolak, R. (2010). *Kavram haritalarının sosyal bilgiler eğitimi çerçevesinde tarihsel kavramların öğretiminde kullanılması: kavram haritası ile yapılan öğretim ile tutum, başarı ve kalıcılık arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Ertem Vehid, H., & Eral, G. (2014). Nitel verilerin değerlendirilmesinde uygulanan istatistiksel yöntemler. *Journal Of The Child*, 14(2), 60-61.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Gairns, R. & Redman, S. (1998). *Working with words a guide to teaching and learning vocabulary*. UK: Cambridge University Press.
- Golzar, J., Noor, S., & Tajik, O. (2022). Convenience sampling. *International Journal of Education & Language Studies*, 1(2), 72-77.
- Gül, Ş., & Konu, M. (2018). Yaşam temelli probleme dayalı öğretim uygulamalarının öğrenci başarısına etkisi. *Yaşadıkça Eğitim*, 32(1), 45-68.
- Kaptan, F. (1998). Fen öğretiminde kavram haritası yönteminin kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14:95-99
- Kara, F., & Kefeli, N. (2018). Kavram haritaları kullanımının öğrencilerin başarı, mantıksal düşünme becerisi ve fen bilimlerine yönelik tutumlarına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 594-619. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.506475>
- Kılıç, S. (2015). Kappa testi. *Journal Of Mood Disorders*, 5(3), 142-144. <https://doi.org/10.5455/jmood.20150920115439>
- Kinchin, I.M. (2000). Concept-mapping activities to help students understand photosynthesis and teachers understand students. *School Science Review*, 82(299), 11-14.
- Köse, E. Ö. (2014). Hücre ve organellerin öğretiminde kavram haritalarının kullanılması. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, (3), 116-121.
- Kurt, H. (2013). Biyoloji öğretmen adaylarının "enzim" konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 211-243.
- Linenberger, K. J., & Bretz, S. L. (2012). Generating cognitive dissonance in student interviews through multiple representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 172-178. <https://doi.org/10.1039/C1RP90064A>
- Liu, S. H., & Lee, G. G. (2013). Using a concept map knowledge management system to enhance the learning of biology. *Computers & Education*, 68, 105-116. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.007>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Nesbit, J. C., & Adesope, O. O. (2013). *Concept maps for learning. Learning through visual displays* (pp. 303-328). Charlotte: Information Age Publishing.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J.D., Gowin, D.B., & Johansen, G.T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-645. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670511>
- Orgill, M., & Bodner, G. (2007). Locks and keys: An analysis of biochemistry students' use of analogies. *Biochemical Molecular and Biology Education*, 35(4), 244-254. <https://doi.org/10.1002/bmb.66>
- Öztürk, J., & Ömeroğlu, A. F. (2015). Dil bilgisi öğretiminde kavram haritalarının kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(31), 69-86.
- Pintoi, A. J., & Zeitz, H. J. (1997). Concept mapping: a strategy for promoting meaningful learning in medical education. *Medical Teacher*, 19(2), 114-121. <https://doi.org/10.3109/01421599709019363>
- Rice, D.C., Ryan, J.M., & Samson, S.M. (1998). Using concept maps to assess student learning in the science classroom: must different methods compete? *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1103-1127. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199812\)35:10<1103::AID-TEA4>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1103::AID-TEA4>3.0.CO;2-P)
- Ruiz-Primo, M.A., & Shavelson, R.J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 569-600. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199608\)33:6<569::AID-TEA1>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199608)33:6<569::AID-TEA1>3.0.CO;2-M)
- Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J., & Adesope, O. O. (2018). Studying and constructing concept maps: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30, 431-455. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9403-9>
- Selvi, M., & Yakışan, M. (2004). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin enzimler konusu ile ilgili kavram yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (2), 173-182.
- Stratton, S. J. (2019). Quasi-experimental design (pre-test and post-test studies) in prehospital and disaster research. *Prehospital and Disaster Medicine*, 34(6), 573-574. <https://doi.org/10.1017/S1049023X19005053>
- Syahmani, S., Rusmansyah, R., Leny, L., & Masila, R. (2025). Identifying students' undergraduate concept understanding and misconceptions on amino acids, proteins, and enzymes using a four-tier diagnostic test. *Journal of Mathematics Science and Computer Education*, 4(2), 145-157.
- Şahin, F. (2001). Öğretmen adaylarının kavram haritası yapma ve uygulama hakkındaki görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 12-24.
- Şahin, F. (2002). Kavram haritalarının değerlendirme aracı olarak kullanılması ile ilgili bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 18-33
- Turan, M., & Boyraz, Z. (2004). Öğretim materyali olarak kavram haritaları. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 123-128.
- Ünlü, P., İngeç Ş.K., & Taşar, M.F. (2006). Öğretmen adaylarının momentum ve impuls kavramlarına ilişkin bilgi yapılarının kavram haritaları yöntemi ile araştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 31(139), 70-79.
- Vanides, J., Yin, Y., Tomita, M., & Ruiz-Primo, M. A. (2005). Concept maps. *Science Scope*, 28(8), 27-31.
- Wu, P. H., Hwang, G. J., Milrad, M., Ke, H. R., & Huang, Y. M. (2012). An innovative concept map approach for improving students' learning performance with an instant feedback mechanism. *British Journal of Educational Technology*, 43(2), 217-232. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01167.x>
- Yavuz, M., & Kıyıcı, F. B. (2014). Laboratuvarı V-diyagramı ve kavram haritası kullanımının başarı ve eleştirel düşünme eğilimine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 150-174.
- Yener, N. (2006). *İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersinde "çevremizde hangi ekosistemler var ve buralarda neler oluyor?" konusunun kavram haritaları ile işlenmesinin öğrenci başarı ve tutumu üzerindeki etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2003). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları .
- Yılmaz, K., & Çolak, R. (2011). Kavramlara Genel Bir Bakış: Kavramların ve Kavram Haritalarının Pedagojik Açından İncelenmesi. *Journal of Graduate School of Social Sciences*, 15(1), 185-204.
- Yılmaz, K., & Çolak, R. (2012). Sosyal bilgiler öğretiminde kavram haritaları kullanımının öğrencilerin tutum, akademik başarı ve bilgilerinin kalıcılık düzeylerine etkisi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 1(1), 1-16.

Youssef, H. A., & Mansour, M. A. (2012). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests in Taif University. *Life Science Journal*, 9(2), 346-353.