



## İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Seriler Konusuna Ait Oluşturdukları Kavram Haritalarının İncelenmesi

### Investigation of the Concept Maps Created by Primary School Prospective Mathematics Teachers for the Concept of Series

Handenur ŞAHİN<sup>1</sup> / Özkan ERGENE<sup>2</sup>

**Makale Türü:** Araştırma Makalesi / Research Manuscript

**Başvuru Tarihi / Application Date:** 21.06.2024

**Kabul Tarihi / Accepted Date:** 20.09.2024

**Atf İçin / To Cite This Article:** Şahin, H. ve Ergene, Ö. (2024). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının seriler konusuna ait oluşturdukları kavram haritalarının incelenmesi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (REFAD)*, 4(2), 46-65.

**ÖZ:** Kavram haritası tekniğinin öğrenme-öğretme etkinliklerinde kullanılmasının olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Kavram haritaları öğrencilere edindikleri yeni bilgiler ile eski öğrenmiş oldukları bilgileri arasında bağ kurma, kavramları sınıflandırma, kavramlara ait özellikleri belirleme imkânı sağlamaktadır. Bu çalışmada, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının seriler konusuna yönelik hazırladıkları kavram haritalarının incelenmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırma yöntemi ile yürütülen araştırmanın çalışma grubunu uygun örnekleme yöntemi ile seçilen 39 ilköğretim matematik öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmanın verileri öğretmen adayları tarafından seriler konusuna yönelik oluşturulan kavram haritalarından elde edilmiştir. Öğretmen adayları tarafından oluşturulan kavram haritaları, kavram haritası çeşidi, özellikleri, seriler konusu özelinde kullanılan ifadeler bağlamında incelenmiştir. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının büyük bir kısmının örümcek ağı çeşidinde kavram haritaları oluşturdukları, oluşturdukları kavram haritalarında bağlantı çizgileri kullandıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte bağlantı ifadesi ve zincir kullanılarak oluşturulan kavram haritası sayısının az olduğu görülmüştür. Oluşturulan kavram haritalarında seriler konusuna yönelik kullanılan ifadeler, seri çeşitleri ve yakınsaklık testleri olmak üzere iki kategoride toplanmıştır. Kavram haritalarında seri çeşidi kategorisinde en fazla alterne seri ve geometrik seri, en az harmonik seri ifadesi kullanılırken, yakınsaklık kriteri kategorisinde ise en fazla D'Alembert oran kriteri ve Cauchy kök testi, en az ise integral testi ve n. terim testi ifadeleri kullanılmıştır. Yakınsaklık ve ıraksaklık ifadeleri oluşturulan kavram haritalarında aynı anda yer almışlardır. Araştırma sonunda kavram haritası tekniğinin seriler konusu gibi öğretimi ve öğrenimi güç konular özelinde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Seriler, Kavram Haritası, Matematik Öğretmen Adayı

<sup>1</sup> Öğretmen / Millî Eğitim Bakanlığı, handenur.tombul@ogr.sakarya.edu.tr / 0000-0002-7011-9870 (Başlıca yazar / Corresponding author)

<sup>2</sup> Doç. Dr. /Sakarya Üniversitesi, ozkanergene@sakarya.edu.tr / 0000-0001-5119-2813

**ABSTRACT:** It was observed that the use of concept map technique in learning-teaching activities had positive effects. Concept maps provide students with the opportunity to establish a connection between the new knowledge they have acquired and the old knowledge they have learned, to classify concepts, and to determine the properties of concepts. In this study, it was aimed to examine the concept maps prepared by prospective elementary mathematics teachers for the subject of series. The study group of the research, which was conducted with qualitative research method, consisted of 39 prospective elementary mathematics teachers selected by convenient sampling method. The data of the study were obtained from the concept maps created by the pre-service teachers on the subject of series. The concept maps created by the pre-service teachers were analyzed in terms of concept map type, features, and expressions used in the subject of series. At the end of the study, it was determined that most of the pre-service teachers created spider web type concept maps and used connection lines in their concept maps. However, it was observed that the number of concept maps created using connection expressions and chains was low. The expressions used in the concept maps for the series topic were categorized under two categories: series types and convergence tests. In the concept maps, alternating series and geometric series were used the most and harmonic series the least in the series type category, while D'alembert ratio criterion and Cauchy root test were used the most and integral test and nth term test were used the least in the convergence criterion category. Convergence and divergence expressions were used simultaneously in the concept maps. At the end of the study, it was concluded that the concept map technique can be used for subjects that are difficult to teach and learn such as series.

**Keywords:** Series, Concept Map, Pre-service Mathematics Teacher

## 1. GİRİŞ

Matematik eğitiminin amaçlarından biri, matematiksel kavramları ve kavrama ait özellikleri gerçek hayatta kullanabilecek bireyler yetiştirmektir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Genel olarak kavram “İnsan zihninde anlamlı hale gelen farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısı” olup matematiksel kavram ise bu durumun matematikte kullanılan kavramlara özelleştirilmiş halidir. (Ülgen, 2004). Matematiksel kavramlar arasında özellik, anlam ve notasyon açısından geniş bir ilişki ağı vardır (Swadener ve Soedjadi, 1988). Örneğin seriler kavramı, diziler kavramı ile üslü ifadeler, köklü ifadeler ile bağıntı, fonksiyon kavramları arasında bir ilişki vardır. Matematik dersinin öğretiminde, kavramlar arasındaki bu ilişkiler düşünülerek öğretim ve öğrenim süreçleri planlanmaktadır (MEB, 2018).

Matematik öğretimi sonucunda öğrencilerin yeni öğrenmiş oldukları matematiksel kavramları ve soyut bilgileri eski bilgileriyle ilişkilendirmeleri beklenmektedir ki bu durum matematik öğretiminin “ilişkisel öğrenme” yapısı ile de uyumludur (Baykul, 2003). Matematik öğretimi yapılırken hem insan ile nesnelere arasındaki ilişkileri hem de nesnelere kendi aralarındaki ilişkilerini öğrencilerin anlamalarını sağlayabilmek adına etkili öğretim yöntem ve tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır (Tuluk, 2015). Bu etkili yöntemlerden bir tanesi kavram haritalarıdır (Anastasiou vd., 2024). Kavram haritaları sadece matematik alanında değil birçok disiplin alanında da öğretmenler ve öğrenciler tarafından kullanılan bir eğitim aracıdır ve kavramlar arasındaki ilişkinin grafiksel bir temsidir (De Simone, 2007).

Kavram haritalarına benzeyen diyagramlar yüzyıllardır filozoflar ve mantıkçılar tarafından kullanılmaya başlanmıştır (Nesbit ve Adesope, 2013) rağmen “kavram haritası” terimi ve bu terimi bir eğitim aracı olarak etkili bir öğrenme-öğretme ortamı oluşturmak için kullanma fikri 1970’lerde Joseph Novak ve meslektaşları tarafından ortaya atılmıştır (Novak, 1990). Asubel’in bilişsel öğrenme teorisini kendi çalışmalarında kuramsal bir çerçeve olarak kullanan Novak, kavramların öğrenciler tarafından daha anlamlı bir bilişsel şemada düzenlenmesi için “kavram haritaları” isminde bir öğretim tekniği oluşturmuştur. Novak oluşturmuş olduğu bu teknikle anlamlı öğrenmenin gerçekleşeceğini belirterek öğrencilerin daha önceden öğrendikleri kavramların yeni öğrendikleri kavramlara bağlanacağını ifade etmektedir. (Novak, 1998; Novak & Canas, 2006a; 2006b; Novak & Gowin, 1984). Eğitimde “kavramlar arasındaki ilişkileri göstermek için kullanılan iki boyutlu şemalar” şeklinde tanımlanan kavram haritaları, öğretim süreçlerinde öğrencilerin ve öğretmenlerin belli bir konuda yoğunlaşmalarını sağlayan ve fikirlerini açıklamada kullandıkları görsel araçlar olarak kullanılmaktadır (Novak ve Gowin, 2002).

Kavram haritalarının yapı çeşidi : örümcek harita, balık kılıcı haritası, olaylar zinciri dizinleri ve sınıflama haritası olarak literatürde yer almaktadır (Demirel, 2005). Örümcek ağı yapısındaki haritanın ortasında temel bir kavram olup bu haritadaki amaç, temel kavramdan çıkan bağlantılarla bu kavramı tanımlamak ve özelliklerini belirlemektir. Balık kılıcı haritası ise daha karmaşık olayların neden-sonuç ilişkilerini ortaya koymak amacıyla kullanılmaktadır. Sınıflama haritasında, bilginin genelden özele doğru sınıflanması sağlanırken olaylar zinciri yapısında olan kavram haritalarında herhangi bir kavramın aşamaları, sıralaması ve sonuçları açıklanmaktadır (Demirel, 2005). Öğretim sürecinde hangi kavram haritası türünün seçileceği kavramın özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin çokgen, dörtgen gibi kavramların özellikleri genelden özele doğru bir yapı gösterdiğinden kavramların öğretim sürecinde hiyerarşik kavram haritaları kullanılabilir. Öte yandan açı kavramının içeriği hiyerarşik yapıda olmadığından bu kavramın öğretim sürecinde hiyerarşik yapıda olmayan kavram haritaları seçilebilir (Kaya ve Ebenezer, 2003). Hiyerarşik kavram haritalarında, kavramların önem dereceleri bulunmakla birlikte aynı öneme sahip kavramlar kavram haritası üzerinde aynı düzeyde gösterilmektedir. Dolayısıyla farklı türde bulunan kavramlar, belirli bir sistem içerisinde ilişkilendirilmektedir (Kaptan, 1999). Farklı önem derecelerine sahip kavramlar birbirleri ile bağlanabilse de bu harita yapısı diğer yapılardaki kavram haritalarına göre çok fazla ilişkilendirme yapmaya olanak sağlamamaktadır.

Kavram haritaları oluşturulurken; kavramların genelde daire ya da kutular içerisinde gösterilmesi, merkez kavramı tanımlayan en genel kavramın haritanın başında veya ortasında yer alması, okların yani bağlantı ifadelerinin önermenin yönünün belirlenmesinde kullanılması, her kavramın haritada bir defa kullanılması gibi durumlara dikkat edilmesi gerekmektedir (Döner ve Kutluca, 2019). Bununla birlikte merkez (kaynak), kavram, bağlantı, bağlantı ifadesi, zincir, derinlik, genişlik, ardıl, yığın terimleri doğru hazırlanmış kavram haritasında mutlaka kullanılması gereken önemli terimlerdir. Doğru ilişkilendirmelerden oluşmuş bir kavram haritasının derinliği, genişliği ve yığın sayısı haritanın gelişmişliği hususunda bilgi vermektedir (Akkurt, 2010).

Kavram haritası tekniğinin öğrenme-öğretme süreçlerinde kullanılmasının olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Kavram haritaları, öğrenciye yeni bilgiyle ilgili kavramları gruplara ayırma, sınıflandırma, alt ve üst kavramlarla ilişki kurma fırsatı sağlamaktadır. Öğrencilerin var olan bilgilerinden yola çıkarak yeni bilgilerin anlamlı öğrenilmesini, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirmesini desteklemektedir (Baki, 2008). Bununla birlikte, kavram haritalarının öğretimdeki rolü, öğrencilerin matematiksel terimler arasındaki bağlantılar hakkında düşüncelerini, düşüncelerini organize etmelerini ve anahtar kavramlar arasındaki ilişkileri sistematik bir şekilde görselleştirmelerini sağlamaktadır (Vanides vd., 2005). Kavram haritası kullanımı öğretmenler için de önemli ve yararlıdır. Kavram haritası kullanımı öğretmenlerin; öğretim sürecine motive olmasına, konunun kavramları ile alakalı ön bilgileri elde etmesine, öğrencilerin neyi ne düzeyde bildiklerini daha rahat analiz edebilmesine ve konu ile alakalı bilgi hazinesini arttırmasına kolaylık sağlamaktadır (Ferry vd., 1996). Brinkmann (2003), zihin haritalarını ve kavram haritalarını inceleyip aynı zamanda karşılaştırdığı araştırmasında, iki harita türünün de bir konu ile ilgili kavramların ve fikirlerin gösterildiği ve matematik eğitimi için pedagojik araç kullanımına uygun olduklarını ifade etmiştir. Cameron (2006), 60 öğretmen adayının katıldığı çalışmada, kavram haritalarını farklı sınıf içi etkinliklerde kullanmış ve kavram haritalarının, öğretmen adaylarının bir konunun içeriğinde yer alan kavramları nasıl anladıklarını, yorumladıklarını ve yapılandırdıklarını açığa çıkarmada etkili eğitim araçları olduğu sonucuna varmıştır. Literatür göz önüne alındığında kavram haritası tekniğinin öğretim etkinliklerinde, değerlendirme aşamalarında kullanımının faydalı olduğu görülmektedir. Özellikle limit, seri, integral gibi öğrenim sürecinde güçlük yaşanan kavramların yer aldığı analiz derslerinde kavram haritası tekniğinin kullanımı önerilebilir.

Analiz dersi, diferansiyel denklemler, istatistik gibi derslerle ilişkilidir ve ortaöğretim düzeyinden başlayarak yükseköğretimin lisans, lisansüstü kademelerinin tamamında bir ders ve ölçme değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır (Ergene, 2014; 2019; Rasmussen vd., 2014). Birçok analiz kavramının temeli niteliğinde olan dizi ve seriler konusu öğrenimi matematik lisans eğitimi alan öğrenciler için oldukça önem teşkil etmektedir (González- Martín, 2013; Yazarlar, 2023). Kavram haritalarının öğrenciler tarafından zor olarak nitelendirilen derslerde ve öğrenimi zor olan kavramlarda alternatif bir öğretim yöntemi olarak kullanılması önerilmektedir (Anastasiou vd., 2024; Kalyacı & Çakmak, 2000). Bu öneri bağlamında, bu çalışmada analiz derslerinde öğretilen seriler konusu ile kavram haritaları birlikte ele alınmıştır.

Seri kavramı, birçok ülkede lise müfredatında ve üniversite düzeyinde matematik ve kalkülüs derslerinde yer almaktadır. (González-Martín, 2013). Seriler kavramının öğretimi sürecinde, öncelikle diziler kavramı aktarılarak bir serinin genel teriminin bulunması ve genel terimi bulunan serilerin toplamalarının hesaplanması amaçlanmaktadır. Seri toplamı bir reel sayıya eşit ise serinin yakınsak olduğu, serinin toplamının reel sayıya eşit olmadığı durumlarda ise serilerin yakınsak olmadığı (ıraksak olduğu) ifade edilmektedir. Serilerin yakınsaklığı/ıraksaklığı belirlenirken serinin kısmi toplam dizisinin yakınsak olması ya da yakınsaklık kriterlerinin kullanılması (Karşılaştırma Kriterleri, D’Alembert oran kriteri, Cauchy kök kriteri, Raabe kriteri vb.) gerekmektedir. Bu süreçte fonksiyon, dizi, limit, integral, sonsuzluk gibi birçok matematiksel kavram kullanılmaktadır. Bununla birlikte serilerin geometrik, alterne, harmonik, Riemann gibi çeşitleri bulunmaktadır. Seri çeşitleri ile serilerin yakınsak ve ıraksak olması ilişkilidir. Seriler kavramının öğreniminde, dizi, limit, türev ve integral gibi kalkülüs kavramları kullanılırken aynı zamanda bu kavramlarının öğretiminde de seriler kullanılmaktadır. Ayrıca, seri kavramı sadece kalkülüs derslerinin geliştirilmesine katkıda bulunmakla

kalmamakta, aynı zamanda çeşitli bilim ve matematik disiplinlerinin uygulanmasında da rol oynamaktadır. Örneğin seriler kavramı özellikle biyolojide, nüfus dağılım modellerinin oluşturulmasında ve ekonomide banka hesaplarının faiz oranlarını hesaplanması gibi amaçlar ile farklı disiplinlerde kullanılmaktadır.

Matematik konuları ile ilgili yapılan çalışmalarda dizi ve seriler konusunun zorluk derecesinin yüksek olduğu vurgulanmıştır (Durmuş 2004; Gürbüz vd., 2011). Öğrencilerin serilere ilişkin kavramsal anlamasına yönelik eksikliklerinin olduğu belirtilmektedir. (Ergene & Çaylan Ergene, 2023; Ergene & Özdemir, 2020; Fisher, 2016; Alcock ve Simpson, 2004). Analiz derslerinde gerçekleştirilen geleneksel seri öğretiminin işlemsel ve kavramsal anlama ayırımı göz ardı ettiği kabul edilmektedir (Ergene & Çaylan Ergene, 2023; Ergene & Özdemir, 2020; Fisher, 2016; Alcock ve Simpson, 2004). Serilerin öğretiminde problem kurma ve çözme (González-Martín, 2013; Ergene & Çaylan Ergene, 2023) grafik temsilleri (Boschet, 1983; Robert, 1982) ya da görsel temsiller gibi (Alcock ve Simpson, 2004; Bagni, 2000; Fisher, 2016) farklı öğretim yöntemlerinin kullanımının öğrencilerin kavramsal anlamasını geliştirebileceği ileri sürülmektedir. Kavram haritaları, serilerin öğretim sürecinde kullanılabilecek farklı bir öğretim yöntemi olarak düşünülmektedir. Evans ve Jeong (2023), analiz konuları özelinde kavram haritalarının mevcut müfredat yapılarına uygulanabilir bir şekilde kolayca entegre edilebileceğini belirtmişlerdir. Kavram haritalarının öğretimi ve öğrenimi güç olarak düşünülen konularda kullanılması önerilmektedir (Anastasiou vd., 2024). Alan yazın incelendiğinde, analiz konularına ait kavram haritası inceleme çalışmalarının seriler konusu özelinde sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Kavram haritası inceleme çalışmaları çoğunlukla fonksiyon kavramı üzerinde incelenirken, türev, integral konularına ait çalışmalar da bulunmaktadır (Gömlekçi, vd., 2019, Serhan, 2009, Evans & Jeong, 2023, Brown, 2009). Seriler konusunun öğretiminde kavram haritası tekniğinin kullanılması ile geleneksel yöntemlere alternatif bir yöntem olabileceği, böylelikle öğretmen adaylarının seriler konusuna ait bilgilerinin ve kavramlar arasındaki ilişkilerin ortaya konulabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, bu araştırmanın amacı, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının seriler konusuna yönelik oluşturdukları kavram haritalarının incelenmesidir. Araştırmada, aşağıdaki araştırma sorusuna cevap aranmıştır.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının seriler konusuna ait oluşturdukları kavram haritaları nasıldır?

- Öğretmen adaylarının seriler konusuna ait oluşturdukları kavram haritaları, kavram haritası oluşturma sürecine uygun mudur?
- Öğretmen adayları kavram haritası oluştururken seriler konusuna ait hangi ifadeleri kullanmışlardır
- Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritası özellikleri ile öğretmen adaylarının serilere yönelik kullandıkları ifadeler arasında nasıl bir ilişki vardır?

Kavram haritası tekniğinin öğrenme-öğretme süreçlerinde kullanılması aracılığıyla öğrenciye yeni öğrendiği bilgiyle ilgili kavramları gruplara ayırma, sınıflandırma, farklı kavramlarla ilişkilendirme imkânı sağlamaktadır ve öğrencilerin eski bilgilerinden yola çıkarak yeni edindikleri bilgilerin anlamlı öğrenilmesine yardımcı olmaktadır (Baki, 2008). Analiz konularına ait kavram haritaları inceleme çalışmasının sadece bir tanesinde seriler konusuna yer verilmektedir (Evans ve Jeong, 2023). Kavram haritası tekniğinin öğretim sürecinde önemi ve alan yazında gerçekleştirilen seri ve kavram haritası odaklı çalışmaların sınırlı sayıda olması nedeniyle bu çalışmanın matematik eğitimi literatürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının seriler konusundaki anlamaları kavram haritası kullanılarak incelendiğinden durum çalışması modeli kullanılmıştır. Nitel araştırmalarda kullanılan durum çalışmasının en temel özelliği bir ya da birkaç durumun derinlemesine

araştırılmasıdır. Duruma ilişkin etkenler (ortam, bireyler, olaylar, vb.) bütüncül bir yaklaşımla araştırılır ve ilgili durumu nasıl etkiledikleri ve ilgili durumdan nasıl etkilendikleri üzerinde durulur (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bununla birlikte ilköğretim matematik öğretmenleri tarafından seriler konusuna yönelik hazırlanan kavram haritaları incelendiğinden doküman analizi, içerik analizi ve betimsel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Doküman analizinin amacı incelenmek istenen konuya ait kaynakları tarama, okuma, inceleme ve değerlendirme işlemlerinin tümünü kapsamaktadır (Karasar, 2005). Doküman analizi grafik bazlı, harita, şema, grafik, fotoğraf gibi pek çok kaynağı da içerisinde barındırmaktadır (Glesne, 2011; Merriam, 2009).

## **2.2. Çalışma Grubu**

Bu çalışmanın katılımcıları amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi (Patton, 1997) ile belirlenmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, Marmara Bölgesi'nde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde öğrenim gören 39 ilköğretim matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Seriler konusuna yönelik kavram haritası oluşturmadan önce dersin öğretmeni tarafından “sıfırdan harita yap” durumuna uygun olarak kavram haritası oluşturma süreci ile ilgili herhangi bir ders almamış ve tecrübe edinmemiş olan öğretmen adayları çalışma grubu olarak seçilmiştir. Öğretmen adayları seriler ve diziler konularını gördükleri analiz derslerini başarı ile tamamlamışlardır. Öğretmen adayları ÖA1, ÖA2, ..., ÖA39 olarak kodlanmıştır.

## **2.3. Verilerin Toplama Süreci**

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarından faydalanılmıştır. Bu çalışmada incelenen belgeler daha az yönlendirme gerektiren “sıfırdan harita yap” türünde kavram haritası tekniği ile elde edilmiştir. Bu teknik ile katılımcılara herhangi bir yönlendirmede bulunulmadan düşüncelerini ve bilgilerini oluşturacakları haritalarda rahatça ifade edebilme imkânı sağlanmıştır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının kavram haritası oluşturacakları konuya ait bilgilerini ortaya çıkararak aynı zamanda var olabilecek olası kavram yanlışlarının tespit edilmesine fırsat sağlamaktadır. Ayrıca bu teknik ile öğretmen adaylarının kavramlara ilişkin anlamaları ortaya çıkmakta, açıklama ve planlama gibi ileri düzey kavramsal gelişmeyi sağlamaktadır (Horzum, 2018; Ruiz-Primo, 2004). Öğretmen adaylarına oluşturacakları kavram haritası türü ile ilgili bir kısıtlama yapılmamıştır. Katılımcılar hiyerarşik yapı, örümcek ağı veya balık kılıcı kavram haritası çeşitlerinden tercih ettiklerini oluşturmuşlardır. Araştırmada incelenen kavram haritaları, öğretmen adayları tarafından seriler ve dizi kavramları öğretiminin tamamlanmasının ardından ev ödevi olarak hazırlanmıştır. Bu süreçte katılımcıların kavram haritalarına zihinlerinde yer alan bilgileri aktarmaları beklenirken genel ağ, kitap, dergi gibi materyalleri kullanmalarına izin verilmiştir. Ders sürecinde öğrenciler seriler konusuna ilişkin seri çeşitleri (alterne seri, geometrik seri, harmonik seri, riemann serisi) ve yakınsaklık kriterleri (Birinci ve ikinci karşılaştırma kriteri, Raabe kriteri, Cauchy kök testi, D'Alembert oran kriteri, Leibniz kriteri, İntegral testi, n. terim testi) ifadelerini görmüşlerdir.

## **2.4. Verilerin Analizi**

Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde öğretmen adaylarının seriler konusuna yönelik hazırladıkları kavram haritaları öncelikle kavram haritası yapıları (hiyerarşik, örümcek ağı, balık kılıcı) bağlamında incelenmiştir. Ardından, öğretmen adaylarının hazırladıkları kavram haritaları, Tablo 1'de verilen kavram haritalarında kullanılan özellikler (Hough vd., 2007) bağlamında analiz edilmiştir. Tablo 1'de yer alan özelliklerin kullanılmasındaki amaç, öğretmen adaylarının serilere yönelik hangi ifadelere/kavram özelliklerine yer verdiklerini ve bu ifadeleri verirken kavram haritası için gerekli özellikleri kullanma/kullanmama bağlamında incelenmesidir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının oluşturduğu kavram haritalarının bazıları günlük hayatta yer alan yaprak, çiçek, bal peteği, gökyüzü gibi çeşitli metaforlar ile ilişkilendirilmesi incelenmiştir.

**Tablo 1: Kavram Haritalarında Kullanılan Özellikler**

Terim	Tanım
<b>Merkez (Kaynak)</b>	“Haritadaki temel/birinci kavram”
<b>Kavram</b>	“Haritada bir kutu ya da çember içinde gösterilen düşünce”
<b>Bağlantı</b>	“İki kavramı birbirine bağlayan bağlantı çizgisi”
<b>Bağlantı İfadesi</b>	“İki kavram arasındaki ilişkiyi betimleyen sözcük ya da ekler”
<b>Zincir</b>	“En az iki bağlantı çizgisi içeren ve birbirinin ardılı olan kavramlardan oluşan dizi”
<b>Metafor</b>	“Günlük hayatta yer alan nesnelere benzetim”

Araştırmanın ikinci alt problemine cevap bulabilmek amacıyla, öğretmen adaylarının seriler konusuna yönelik hazırladıkları kavram haritalarında kullandıkları ifadeler seri çeşitleri ve yakınsaklık testleri olmak üzere iki kategori altında toplanmıştır. Ardından öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarında serilere yönelik kullandıkları her bir ifadeye 1 puan verilerek seri çeşitlerine ve yakınsaklık kriterlerine yönelik toplam puanlar üzerinden öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarına göre kullandıkları seri ifadeleri bakımından seviyeleri hesaplanmıştır. Her bir öğretmen adayına ait oluşturulan toplam puanlara göre; 9 ila 11 puan arasında alan öğretmen adayları yüksek seviye, 6 ila 8 puan arasında alan öğretmen adayları orta seviye ve 2 ila 5 puan arasında alan öğretmen adayları ise düşük seviye olarak belirlenmiştir. Araştırmanın üçüncü alt problemini cevaplayabilmek amacıyla öğretmen adaylarının aldığı toplam puan ve seviyeleri ile oluşturdukları kavram haritalarının özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Veri analiz sürecinde matematik eğitiminde doktorasını tamamlamış, analiz dersi konuları özelinde çalışmaları olan iki uzmandan uzman görüşü alınmıştır.

## 2.5. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmanın geçerliği ve güvenirliliğini sağlamak için çeşitli önlemlere başvurulmuştur. Araştırmanın iç geçerliğini arttırmak amacıyla dokümanlardan elde edilen kategoriler ve bu kategorilerin diğer kategorilerle ilişkisi kontrol edilmiştir. Öğretmen adaylarının seriler konusuna ait hazırlamış oldukları kavram haritalarını incelemek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan “Kavram Haritası İnceleme Kriterleri” matematik eğitiminde doktorasını tamamlamış iki uzman tarafından incelenerek uzman görüşleri alınmıştır. Bununla birlikte, kavram haritalarına ait özellikler ve seri ifadelerinin belirlenmesinde kodlayıcı güvenirliliğinin sağlanması amacıyla matematik eğitiminde doktora yapan bir uzmana öğretmen adaylarının oluşturduğu kavram haritalarından rastgele 10 tanesi verilerek analiz etmesi istenmiştir. Ardından analiz sonuçları karşılaştırıldığında kodlayıcılar arası güvenirlilik oranının %94,2 olduğu ve bu değer yüksek düzeyde kodlayıcı güvenirliliğine (Miles & Huberman, 1994) işaret ettiği tespit edilmiştir.

Araştırmanın iç güvenirliliğini arttırmak için bulgular yorum yapılmadan tablolarda sunulmuş ve bulguları desteklemek adına öğretmen adaylarının oluşturdukları bazı kavram haritalarının görsellerine yer verilmiştir. Araştırmada nitel yöntem kullanıldığından genelleme kaygısından uzaktır. İç güvenirliliğin sağlanması amacıyla, toplanan veriler doğrudan sunulurken, elde edilen verilerin analizinde bir başka araştırmacıyı dahil ederek, literatür taraması sonucunda oluşturulan analiz çerçevesi ile veri analizi gerçekleştirilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırma sürecinde kullanılan veri toplama araçları benzer bir çalışma grubunda kullanıldığında ve benzer değerlendirme süreçleri tekrar edildiğinde bu araştırmanın sonuçları ile örtüşen sonuçlara ulaşabileceği düşünülmektedir.

## 3. BULGULAR

Araştırmanın bulguları alt problemlere uygun olarak başlıklar altında sunulacaktır.

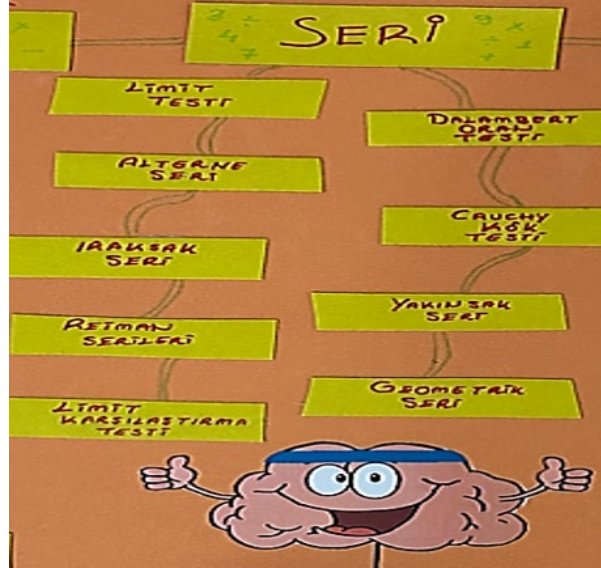
### 3.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular

Öğretmen adaylarının seriler konusunda hazırladığı kavram haritaları, yapı olarak tercih edilen kavram haritası bağlamında incelendiğinde, kavram haritası çeşitlerinden olan hiyerarşik, örümcek ağı ve balık kılıçığı kavram haritası türlerinden yararlandıkları görülmektedir. Tablo 2’de öğretmen adaylarının kullandıkları kavram haritası yapılarına ait frekanslar verilmiştir.

**Tablo 2:** Kavram Haritalarının Kavram Haritası Çeşitlerine Ait Dağılımına Yönelik Frekanslar

Kavram Haritası Çeşidi	Öğretmen Adayı	f	%
Hiyerarşik	ÖA3, ÖA4, ÖA6, ÖA11, ÖA13, ÖA15, ÖA16, ÖA18, ÖA20, ÖA21, ÖA28, ÖA37	12	31
Örümcek Ağı	ÖA1, ÖA2, ÖA5, ÖA7, ÖA9, ÖA10, ÖA12, ÖA14, ÖA17, ÖA19, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA26, ÖA27, ÖA29, ÖA30, ÖA31, ÖA32, ÖA33, ÖA34, ÖA35, ÖA38, ÖA39	25	64
Balık Kılıçığı	ÖA8, ÖA36	2	5

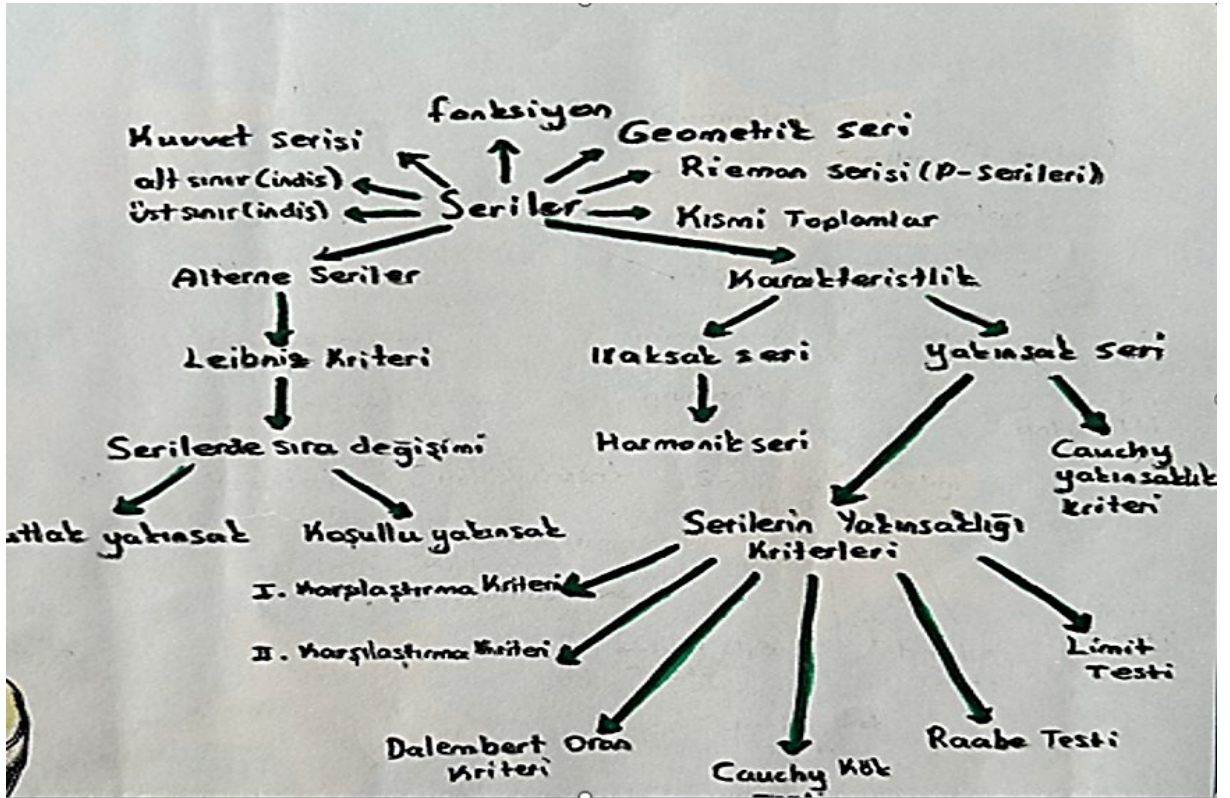
Tablo 2 incelendiğinde, öğretmen adaylarının oluşturduğu kavram haritalarının %64’ünde (n=25) örümcek ağı yapısı, %31’inden=12,) hiyerarşik yapı ve %5’inde (n=2) ise balık kılıçığı yapısı tercih edilmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunluğunun tercih ettiği örümcek ağı ve hiyerarşik kavram haritalarına ait örnekler Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir.



**Şekil 1:** ÖA 11 Tarafından Oluşturulan Hiyerarşik Yapıda Kavram Haritası Örneği

Şekil 1 incelendiğinde, ÖA34 tarafından oluşturulan kavram haritasında seriler konusuna ait kavramları yukarıdan aşağı doğru sıralı bir şekilde verdiği için bu kavram haritasının hiyerarşik kavram haritası yapısında olduğu belirlenmiştir.





Şekil 2: ÖA 27 Tarafından Oluşturulan Örümcek Ağı Kavram Haritası Örneği

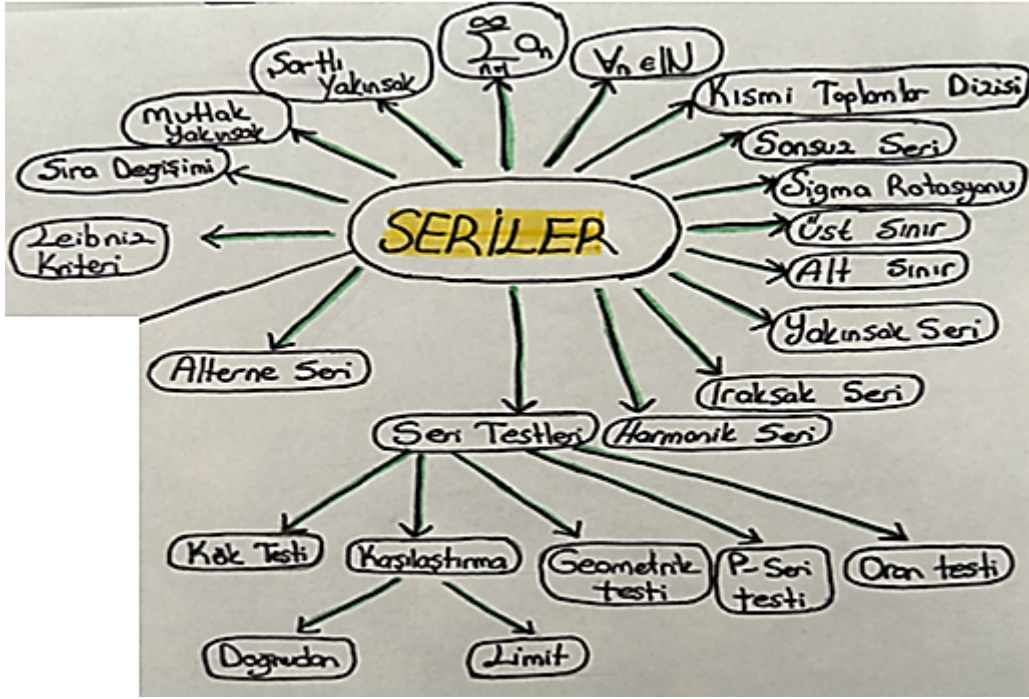
Şekil 2 incelendiğinde, ÖA27 tarafından oluşturulan kavram haritasının, sıralı bir yapıda değil, kavramların birbiri ile daha rahat ilişkilendirildiği, merkez kavramın ortada yer alıp diğer kavramların etrafında dağıldığı bir kavram haritası olduğundan örümcek tipi kavram haritası olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritaları, “Kavram Haritalarında Kullanılan Özellikler” (Tablo 1) doğrultusunda incelenmiştir. Öğretmen adaylarının tamamı kavram haritalarında merkez (kaynak) kavram olarak “seri” kavramını kullanmışlardır. Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarında bağlantı kullanma durumlarına ilişkin bulgular Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Öğretmen Adaylarının Bağlantı Kullanma Durumlarına Ait Frekanslar

Bağlantı Kullanma Durumu	Öğretmen Adayı	f	%
Kullanılmış	ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA6, ÖA7, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA13, ÖA16, ÖA17, ÖA18, ÖA21, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA27, ÖA31, ÖA32, ÖA34, ÖA35, ÖA36, ÖA37	23	59
Kullanılmamış	ÖA1, ÖA5, ÖA8, ÖA12, ÖA14, ÖA15, ÖA19, ÖA20, ÖA25, ÖA26, ÖA28, ÖA29, ÖA30, ÖA33, ÖA38, ÖA39	16	41

Tablo 3 incelendiğinde, öğretmen adaylarının oluşturduğu kavram haritalarının %59’unda (n=20) bağlantılara yer verilirken %41’inde (n=16) ise merkez kavram ile diğer kavramlar arasında bağlantılara yer verilmemiştir. Kavram haritalarında bağlantının kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlara ait birer örnek Şekil 3’te ve Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 3: ÖA 34 Tarafından Oluşturulan Bağlantı Çizgilerine Sahip Kavram Haritası Örneği

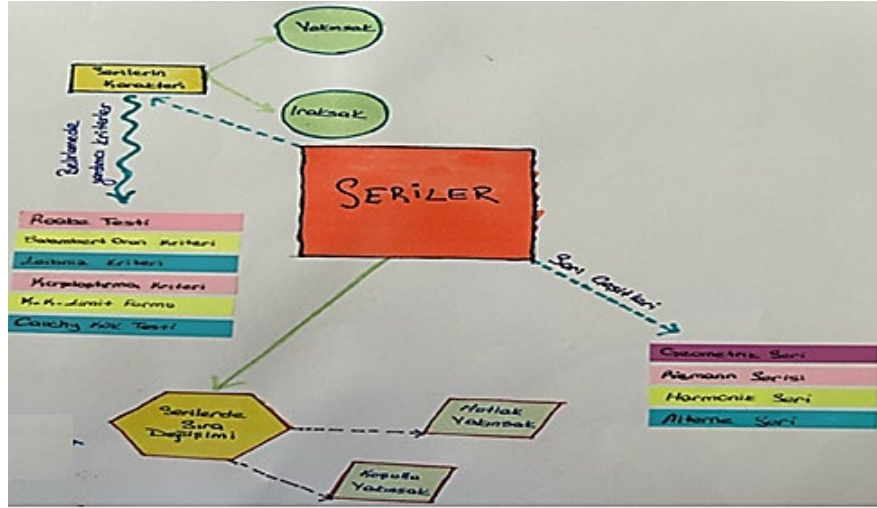
Şekil 3 incelendiğinde, ÖA34 tarafından oluşturulan kavram haritasında, kavramlar arasında seriler için 16 tane ve seri testleri için de 7 tane olmak üzere toplam 23 tane bağlantı çizgisi kullandığı tespit edilmiştir.



Şekil 4: ÖA39 Tarafından Oluşturulan Bağlantı Çizgilerine Sahip Olmayan Kavram Haritası Örneği

Şekil 4 incelendiğinde ise, ÖA39 tarafından hazırlanan kavram haritasında seriler konusuna yönelik kavram haritası oluştururken kavramlar arasında bağlantı çizgisi kullanmadığı görülmektedir.

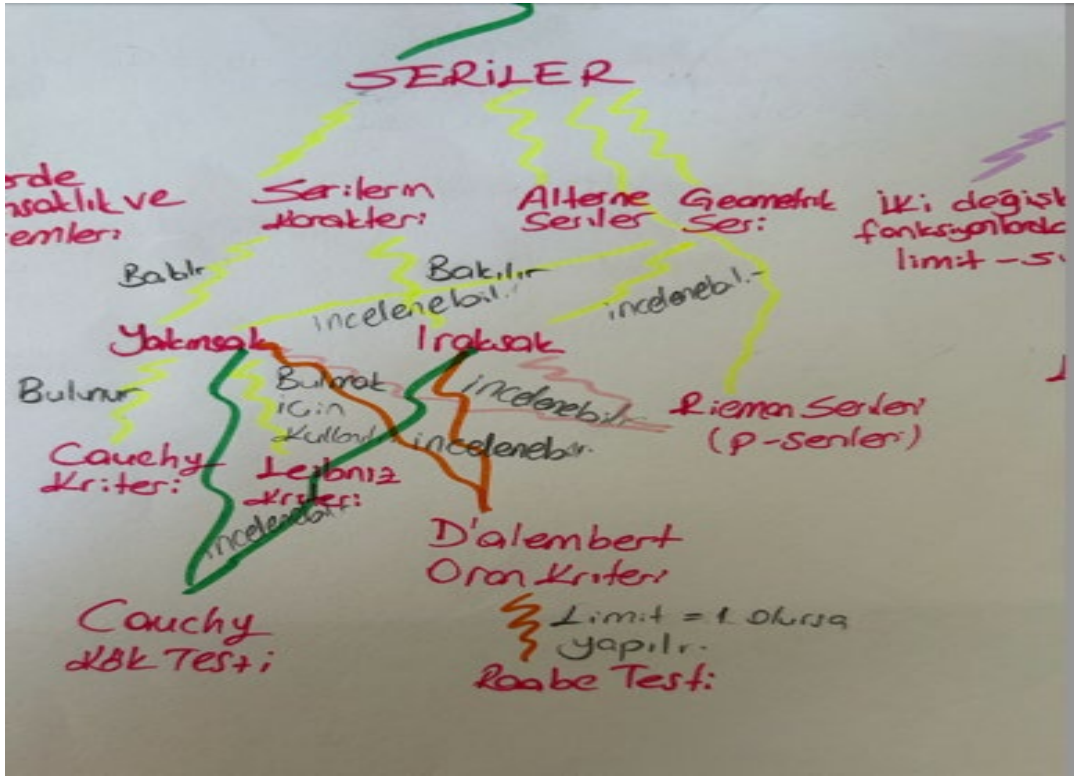
Kavram haritalarında kullanılan temel unsurlardan bir tanesi bağlantı ifadesidir. Öğretmen adaylarının sadece 2 tanesinin oluşturduğu kavram haritalarında bağlantı ifadesi olduğu tespit edilmiştir. Bağlantı ifadesi kullanılan kavram haritasına ait örnek Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5: ÖA25'e Ait Bağlantı İfadesine Sahip Kavram Haritası

Şekil 5 incelendiğinde, ÖA24 tarafından oluşturulan kavram haritasında seriler konusu, serilerin karakteri, seri çeşitleri, serilerde sıra değişimi başlıkları bağlantılı bir şekilde temsil edilmiştir. Serilerin karakterleri yakınsaklık, iraksaklık ve yakınsaklık kriterleri olarak üçe ayrılmıştır. Seri çeşitleri; geometrik seri, riemann serisi, harmonik seri ve alterne seri olmak üzere dörde ayrılmıştır. Son olarak serilerde sıra değişimi ise mutlak yakınsak ve koşullu yakınsak olmaz üzere ikiye ayrılmıştır.

Kavram haritalarında kullanılan bir diğer önemli özellik ise kullanılan zincir sayısıdır. Araştırmanın ilgi çekici bulgularından bir tanesi, öğretmen adaylarının oluşturduğu kavram haritalarından sadece %11'inde (n=5) zincir olma özelliği tespit edilmiştir. Zincir olma özelliğine sahip kavram haritalarına ait bir örnek Şekil 6' da verilmiştir.



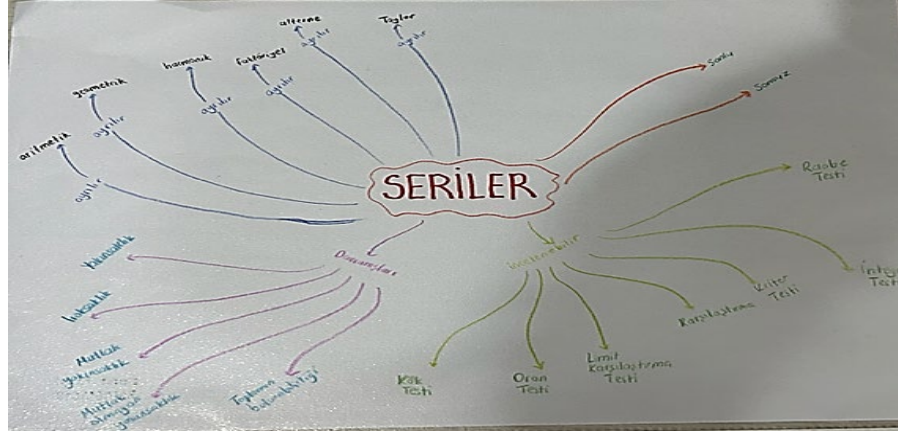
**Şekil 6:** ÖA 31 Tarafından Oluşturulan Zincir Oluşturulmuş Kavram Haritası Örneği

Şekil 6 incelendiğinde, ÖA31 tarafından oluşturulan kavram haritasında, serilerin karakteri, ıraksak, Cauchy kök testi ifadeleri arasında, serilerin karakteri, yakınsak, Cauchy kök testi ifadeleri arasında ve yakınsak, D'Alembert oran kriteri, Raabe testi ifadeleri arasında zincir oluşturulduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritaları günlük hayatta yer alan metaforlar ile ilişkilendirilmiştir. ÖA5, ÖA26, ÖA23 ve ÖA29 tarafından oluşturulan kavram haritaları Yaprak/Ağaç/Çiçek metaforuyla (Şekil 8), ÖA6, ÖA12 ve ÖA22 tarafından oluşturulan kavram haritaları Zihin/Beyin metaforuyla ÖA25 ve ÖA33 tarafından oluşturulan kavram haritaları Bal Peteği metaforuyla, ÖA19 tarafından oluşturulan kavram haritası Su Damlası metaforuyla ÖA39 tarafından oluşturulan kavram haritası ise Gökyüzü (Şekil 4) metaforuyla ilişkilendirilmiştir.

### 3.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

Öğretmen adayları oluşturdukları kavram haritalarında, kullandıkları seriler ile ilgili ifadeleri seri çeşitleri ve serilerin yakınsaklık kriterleri kategorileri altında incelenmiştir. Öğretmen adaylarının %59'u (n=23) kullandıkları ifadeleri başlıklar altında ilişkilendirerek gösterirken, %41'i (n=16) ise kullandıkları ifadeleri başlıklarla ilişkisiz bir şekilde göstermiştir. Öğretmen adaylarının seri çeşitleri ve yakınsaklık kriterleri kategorileri altında ilişkilendirdikleri ve ilişkilendirmedikleri durumlarına ait örnekler sırasıyla Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.



**Şekil 7:** ÖA9 Tarafından Oluşturulan Kavramların Başlıklarla İlişkilendirildiği Kavram Haritası Örneği

Şekil 8 incelendiğinde ÖA9 tarafından oluşturulan kavram haritasında, öğretmen adayı seri çeşitlerini ayrı bölümde gösterirken serilerin yakınsaklık kriterlerini birbirleriyle ilişkili olacak şekilde ayrı bir bölümde göstermiştir. Ayrıca ÖA9'un oluşturduğu kavram haritasında bağlantı ifadeleri kullandığı görülmektedir.



**Şekil 8:** ÖA29 Tarafından Oluşturulan Kavramların Başlıklarla İlişkilendirilmediği Kavram Haritası Örneği

Şekil 8 incelendiğinde, ÖA29 oluşturduğu kavram haritasında hem seri çeşidine ait ifadeleri hem de yakınsaklık inceleme kriterlerine yönelik ifadeleri ilişkilendirilmeden birlikte göstermiştir. Öğretmen adayının bağlantı çizgileri kullanmadığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarında, seriler konusuna ait karşılaşılan ifadelerle ilişkin detaylı bilgiler Tablo 4'te verilmiştir. Öğretmen adaylarının oluşturduğu kavram haritalarının %92'sinde (n=36) alterne seri en fazla kullanılan seri çeşidi olmuştur. Riemann serisi (n=28; %71) ve harmonik seri (n=20; %51) ise diğer seri çeşitlerine göre daha az kullanılmıştır. Yakınsaklık ve iraksaklık ifadeleri ise 30 kavram haritasında aynı anda kullanılmıştır.

**Tablo 4: Öğretmen Adaylarının Seri Çeşitleri ve Yakınsaklık Kriterlerine İlişkin Kavram Kullanımları**

Öğretmen Adayı No	SERİ ÇEŞİTLERİ						YAKINSAKLIK KRİTERLERİ									
	Alterne	Geometrik	Harmonik	Riemann	Yakınsak	İraksak	Seri Çeşitleri Toplamı	Karşılaştırma Kriteri I-II	Raabe Kriteri	Cauchy Kök Testi	D' Alembert Oran Kriteri	Leibniz Testi	Integral Testi	n. Terim Testi	Yakınsaklık Kriterleri Toplamı	TOTAL
ÖA1	X	X		X			3	X		X	X	X			4	7
ÖA2	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X			X	5	11
ÖA3	X	X		X			3	X		X	X	X			4	7
ÖA4	X			X			2	X	X	X	X				4	6
ÖA5	X		X	X	X	X	5			X	X				2	7
ÖA6	X	X	X	X			4			X	X				2	6
ÖA7	X	X		X	X	X	5	X	X	X	X	X			5	10
ÖA8	X	X	X	X			4								0	4
ÖA9	X	X	X		X	X	5	X	X	X	X		X		5	10
ÖA10	X	X		X			3	X		X	X	X			4	7
ÖA11	X	X		X	X	X	5			X	X				2	7
ÖA12	X	X		X	X	X	5	X		X	X	X			4	9
ÖA13	X	X	X		X	X	5			X	X	X			0	5
ÖA14					X	X	2								0	2
ÖA15	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X			5	11
ÖA16	X	X		X	X	X	5	X	X	X	X	X			5	10
ÖA17	X		X		X	X	4	X		X	X	X			4	8
ÖA18	X	X			X	X	4	X	X	X	X			X	5	9
ÖA19	X	X		X	X	X	5	X		X	X	X		X	5	10
ÖA20	X	X		X	X	X	5	X	X	X	X	X			5	10
ÖA21	X	X	X	X			4	X	X	X	X	X			5	9
ÖA22	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X			5	11
ÖA23	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X			5	11
ÖA24	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X			5	11
ÖA25	X		X	X	X	X	5	X		X	X	X			4	9
ÖA26	X	X		X			3			X	X	X			3	6
ÖA27	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X			5	11
ÖA28	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X			5	11
ÖA29	X	X					2	X		X	X	X			4	6
ÖA30					X	X	2			X	X				2	4
ÖA31	X	X		X	X	X	5		X	X	X	X			4	9
ÖA32	X	X	X	X	X	X	6	X		X	X	X			4	10
ÖA33	X	X	X		X	X	5			X	X				2	7
ÖA34	X		X		X	X	4	X		X	X	X			4	8
ÖA35	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X			5	11
ÖA36	X	X	X		X	X	5	X	X	X	X				4	9
ÖA37	X	X			X	X	4	X	X	X	X	X			5	9
ÖA38	X			X	X	X	4		X	X	X	X			4	8
ÖA39		X		X	X	X	4			X	X				2	6
Toplam	36	31	20	28	30	30	175	27	19	36	36	25	1	3	147	322

Tablo 4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının kullandıkları ifadelerle yönelik seviyelerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen puanlama sonrasında seri çeşitleri kategorisinde toplam puanların 2 puan ile 6 puan arasında yakınsaklık kriterleri kategorisine ait toplam puanları 0 puan ile 5 puan arasında değiştiği gözlenmiştir. Böylelikle öğretmen adaylarının her iki kategoriye ait toplam puanları ise 2 puan ile 11 puan arasında olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarında seri çeşitleri kategorisinde kullandıkları ifadelerle ilişkin bilgiler Tablo 5’te verilmiştir.

**Tablo 5:** *Seri Çeşitleri kategorisine Ait Öğretmen Adaylarının Kullandıkları İfade Sayıları*

Kullanılan İfade Sayısı	0	1	2	3	4	5	6
f	0	0	4	6	8	13	8
%	0	0	10	15	21	34	20

Tablo 5 incelendiğinde, öğretmen adaylarının en az 2 ifade en fazla 6 ifade kullanarak kavram haritalarını oluşturdukları tespit edilmiştir. Tüm kavramları kullanan sekiz öğretmen adayı bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının %34’ü (n=13) kavram haritası oluştururken beş ifade kullanmıştır. Kavram haritası oluştururken seri çeşitlerinin tamamını kullanan öğretmen adaylarından birine ait örnek Şekil 10’da verilmiştir.



**Şekil 10:** *ÖA23 Tarafından Oluşturulan Seri Çeşitleri Grubundaki Tüm Kavramların Kullanıldığı Kavram Haritası Örneği*

Şekil 10 incelendiğinde, ÖA23 tarafından oluşturulan kavram haritasında seri çeşitleri kategorisinde yer alan; alterne seri, geometrik seri, harmonik seri, Riemann serisi, yakınsak seri ve iraksak seri ifadelerinin tamamının kullanıldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının kavram haritalarında kullandıkları yakınsaklık kriterleri kategorisinde ise birinci karşılaştırma kriteri, ikinci karşılaştırma kriteri, Raabe kriteri, Cauchy kök testi, D’alambert oran kriteri, Leibniz kriteri, integral tesit ve n. terim testi ifadeleri kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarında yakınsaklık kriterleri kategorilerinde kullandıkları ifade sayılarına ilişkin bilgiler Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6:** Yakınsaklık Kriterleri Kategorisine Ait Öğretmen Adaylarının Kullandıkları İfade Sayıları

Kullanılan İfade Sayısı	0	1	2	3	4	5	6	7
f	2	0	6	2	14	15	0	0
%	5	0	15	5	36	39	0	0

Tablo 8 incelendiğinde yakınsaklık kriterleri kategorisinde dört ifade (n=14; %36) ve beş ifade (n=15; %39) kullanan öğretmen adaylarının sayısının fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte iki öğretmen adayının yakınsaklık kriterleri kategorisine ait hiçbir ifade kullanmadan kavram haritalarını oluşturduğu görülmüştür.

### 3.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bulguların bu kısmında üçüncü alt probleme cevap aramak amacıyla öğretmen adaylarının kavram haritası özellikleri ile seriler konusuna ait kavram haritalarında kullandıkları ifade sayıları arasındaki ilişki incelenecektir. Puan türlerine göre öğretmen adaylarının seviyelerine yönelik dağılımları Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7:** Öğretmen Adaylarının Seviyelerine Yönelik Dağılımları

Seviye	Öğretmen Adayı	f	%
Düşük	ÖA8, ÖA13, ÖA14, ÖA30	4	10
Orta	ÖA1, ÖA3, ÖA4, ÖA5, ÖA6, ÖA10, ÖA11, ÖA17, ÖA26, ÖA29, ÖA33, ÖA34, ÖA38, ÖA39	14	36
Yüksek	ÖA2, ÖA7, ÖA9, ÖA12, ÖA15, ÖA16, ÖA18, ÖA19, ÖA20, ÖA21, ÖA22, ÖA23, ÖA24, ÖA25, ÖA27, ÖA28, ÖA31, ÖA32, ÖA35, ÖA36, ÖA37	21	54

Tablo 7 incelendiğinde, kavram haritasında kullandıkları seri ifadelerine göre yüksek seviyede alan öğretmen adaylarının çoğunlukta olduğu (n=21; %54) görülmektedir. Yüksek seviyede yer alan 21 öğretmen adayının %71’i (n=15) kavram haritası oluşturmanın önemli kriterlerinden biri olan bağlantı çizgisini kullandıkları görülmektedir. Ayrıca yine yüksek seviyede yer alan 21 öğretmen adayının %61’i (n=13) örümcek ağı kavram haritasını kullandığı tespit edilirken, kalan öğretmen adaylarından yedi tanesi hiyerarşik yapıda kavram haritası, bir tanesi ise balık kılıcı türünde kavram haritası kullanmıştır.

Kullandıkları seri ifadelerine göre orta seviyede yer alan 14 öğretmen adaylarının yarısı bağlantı çizgisi kullanırken diğer yarısı bağlantı çizgisini kullanmamıştır. Bununla birlikte orta seviyede yer alan 14 öğretmen adayından dokuz tanesi örümcek ağı kavram haritasını, beş tanesi ise hiyerarşik yapıda kavram haritasını tercih etmiştir. Düşük seviyede yer alan dört öğretmen adayının yarısı bağlantı çizgisi kullanırken diğer yarısı bağlantı çizgisi kullanmamıştır. Ayrıca düşük puan alan dört öğretmen adayından iki tanesi örümcek ağı türünde, bir tanesi hiyerarşik yapıda ve bir tanesi ise balık kılıcı türünde kavram haritası kullanmıştır.

## 4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının seriler konusuna yönelik oluşturdukları kavram haritaları incelenmiştir. Kavram haritası oluşturma sürecinde öğretmen adaylarına herhangi bir yönlendirme yapılmamıştır. Öğretmen adaylarının tamamı bir haftalık süre sonunda seriler konusuna yönelik farklı yapı ve içerikteki kavram haritası oluşturmuşlardır. Bu durum, seriler konusu özelinde analiz derslerinde kavram haritası tekniğinin kullanılmasının uygun olacağına yönelik bir kanıt olarak düşünülebilir. Çünkü öğretmen adaylarının tamamının kavram haritalarını tamamlamaları onların merkez kaynak olarak seri kavramını kullanarak bütüncül olarak ifade edebildiklerini göstermektedir. Kavram haritası tekniğinin kullanımının değerlendirildiği çalışmalarda da öğrenciler tarafından kavram haritalarının tamamlanmasının önemli olduğu ifade edilmektedir (Anastasiou vd., 2024). Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarında, örümcek ağı



çeşidinin hiyerarşik ve balık kılıcı çeşitlerine göre daha fazla kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Seriler konusunun öğrenimi güç bir konu olduğu düşünüldüğünde, serilere ait özelliklere ve ifadelerle yönelik hiyerarşik ilişkilerin ortaya konulmasının zor olduğu ifade edilebilir (Novak, 1990). Örümcek ağı türündeki kavram haritalarında merkezde bir nesne ve nesneye bağlı ifade ve kavramlar bulunduğundan bu çeşitte kavram haritalarının oluşturulmasının, hiyerarşik ve balık kılıcı çeşitlerine göre göreceli olarak daha kolay olduğu düşünülebilir (Yahaya & Zayyan, 2023). Oluşturulan kavram haritalarında bağlantı kullanma durumları öğretmen adaylarının farkındalık düzeyi ve bilgileri ile açıklanabilir. Bu araştırmada “sıfırdan harita yap” türünde kavram haritası oluşturulduğundan öğretmen adaylarının seriler konusuna yönelik bilgilerindeki farklılıklar görülebilir (Horzum, 2018; Ruiz-Primo, 2004). Nitekim serilere yönelik kullandıkları ifadelerle göre yüksek ve orta seviyede yer alan öğretmen adaylarının bağlantı çizgilerini daha fazla kullandıkları sonucu bu durumu desteklemektedir.

Araştırmanın bulgularından elde edilen diğer bir sonuç ise öğretmen adaylarının kavram haritalarında zincir oluşturma durumlarıdır. 39 öğretmen adayından sadece 5 öğretmen adayı kavram haritasında zincir oluşturmuştur. Bu sonuca benzer şekilde öğretmen adaylarının sadece iki tanesi bağlantı ifadelerine yer vermiştir. Akkurt (2010), doğru ilişkilendirmelerden oluşmuş bir kavram haritasının zincir sayısının o haritanın gelişmişliği hakkında bilgi verdiğini, ayrıca kavram haritalarında oluşturulan zincirlerin, öğretmen adaylarının hangi konularında daha çok ilişkilendirme yaptıklarını; dolayısıyla daha fazla bilgilerinin olduğunu ifade etmektedir. Bu durumun nedeni olarak seriler konusunun öğreniminin güçlüğü (Ergene & Özdemir, 2020; Alcock & Simpson, 2004; González-Martín, 2013; Fisher, 2016) olabilir. Bir başka neden ise öğretmen adaylarının kavram haritasına yönelik deneyim eksikliği de az sayıda zincir kullanılmamasının bir nedeni olarak görülebilir. Kavram haritası oluşturma deneyimi arttıkça kavramların ilişkilendirilmesi ve ayırt edilmesi konusunda bireylerin yeteneklerin gelişeceği ifade edilmektedir (Ata & Adıgüzel, 2011).

Araştırmada karşılaşılan diğer bir sonuç ise öğretmen adaylarının serilere ilişkin kavram haritası oluştururken haritalarını metaforlarla ilişkilendirmeleri olmuştur. Öğretmen adaylarının %28'i (n=11) yaprak/ağaç/çiçek, su damlası, gökyüzü, bal peteği, zihin/beyin gibi günlük hayatla ilişkilendirilmiş metaforlar kullanmışlardır. Metafor bireyin soyut ve karmaşık bir olguyu anlamlandırmada kullandığı güçlü bir zihinsel yapı olduğundan (Saban vd., 2006) öğretmen adaylarının seriler gibi güç bir konuyu kavram haritalarına aktarırken günlük hayatla ilişkilendirecek şekilde metaforlar kullanmaları dikkat çekici bir sonuçtur. Bu durum öğretmen adaylarının kavram haritalarını isteyerek yaptıklarını, tutumlarını ve motivasyonlarının yükseldiğini ortaya koyabilmektedir. Ayrıca, metafor kullanımı ile öğrenilen soyut kavramların bireyin zihninde bulunan şemalara daha kolay aktarılacağı ve öğrenmenin kalıcılığına olumlu etki sağlayacağı ifade edilmektedir (Doğan, 2015).

Öğretmen adaylarının hazırladıkları kavram haritalarında seri çeşitleri ve yakınsaklık kriterlerine yönelik birçok ifadeyi kullandığı görülmüştür. Bu durum, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun seriler konusuna yönelik ifadeleri bildiklerinin bir göstergesi olabilir. Öğretmen adaylarının Alterne seri, D'Alembert oran kriteri ve Cauchy kök testi gibi yakınsaklık kriterlerini sıklıkla kullandıkları görülmüştür. Bu durumun nedeni olarak analiz derslerinde ve seriler konusuna yönelik kaynak kitaplarda bu kriterlerin çoğunlukla yer alması olabilir (Thomas vd., 2014). Buna karşın integral testinin ve n. terim testinin çok az sayıda öğretmen adayı tarafından kullanılması ise integral ve limit kavramlarının doğasından kaynaklı olabilir. Öyle ki, bir serinin yakınsaklığının integral testi ile belirlenmesinde integral kavram bilgisi gerekmektedir. Benzer şekilde n. terim testi ise serinin genel teriminin limitinin hesaplanmasına içerir. İntegral ve limit konularının öğrenciler tarafından çok zor algılandığı ve bu nedenle integral konusuna yönelik olumsuz tutum geliştirdikleri alan yazında vurgulanmaktadır (Ergene, 2019; 2020; Cornu, 1991; Orton, 1983; Sealey, 2008). Bu nedenle öğrenimi güç olan seriler ile integral konularının aynı anda kullanımının bilişsel olarak güçlük oluşturacağı düşüncesi ile bir arada ifade edilmesi öğretmen adayları tarafından tercih edilmemiş olabilir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları kavram haritalarında yakınsaklık ve iraksaklık ifadelerini aynı anda kullanmaları bu ifadelerin dikotom kavramlar (Sfard, 1991) olmasından kaynaklanabilir. Öyle ki yazarlar (2020), gerçekleştirdikleri çalışmada yakınsaklık ve iraksaklık kavramlarının dikotom kavramlar olarak kullanıldığını ortaya koymuşlardır.

Araştırmada, araştırma sonuçlarına ulaşırken kullandığımız “sıfırdan harita yap” yöntemi kullanılmıyaydı katılımcılar tarafından oluşturulmuş farklı kavram haritalarına ulaşılabilirdi. Öğretmen adaylarıyla seriler konusuna ait hazırladıkları kavram haritaları üzerine birebir görüşmeler yapılmamış olması araştırmanın zayıf kalan bir yönüdür. Analiz konularından biri olan seriler konusu üzerinde kavram haritası inceleme çalışması yürütülmesi ise literatürde benzerine az rastlandığından araştırmanın güçlü olan bir yönüdür.

Bu araştırmada sıfırdan yap tekniği (Ruiz-Primo, 2004) kullanılarak öğretmen adaylarının kavram haritası oluşturması istenmiştir. Aşamalı kavram haritası ve aşamalı olmayan kavram haritası teknikleri kullanılarak seriler konusuna yönelik kavram haritalarının oluşturulacağı çalışmalar önerilebilir. Gerçekleştirilecek yeni araştırmalar ile bu araştırmanın sonuçları ile karşılaştırılabilir. Ayrıca araştırmanın beklenmedik bir sonucu olarak ortaya çıkan öğretmen adaylarının kavram haritalarında metafor kullanma durumu ileride kavram haritası ile ilgili çalışma yapacak araştırmacılar için bir çalışma konusu olarak önerilebilir.

Bu araştırmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında altında yer alan tüm kurallara uyulmuş ve “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemle” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleşmemiştir. Bu araştırma, Sakarya Üniversitesi tarafından Eğitim Araştırmaları ve Yayın Etik Kurulu tarafından 05.06.2024 tarihli ve E—050.99-0 sayılı karar ile araştırma etik kurallara uygun bulunmuştur.

## KAYNAKLAR

- Akkurt, Z. (2010). *Kavram haritaları yardımıyla ilköğretim öğretmen adaylarının geometrik kavramları ilişkilendirmeleri üzerine bir inceleme*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi.
- Alcock, L., & Simpson, A. (2004). Convergence of sequences and series: Interactions between visual reasoning and the learner’s beliefs about their own role. *Educational Studies in Mathematics* 57(1), 1–32. <https://doi.org/10.1023/b%3Aeduc.0000047051.07646.92>
- Anastasiou, D., Wirngo, C.N. & Bagos, P. The effectiveness of concept maps on students’ achievement in science: a meta-analysis. *Educational Psychology Review* 36, 39 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09877-y>
- Ata, N., & Adıgüzel, T. (2011). Matematik öğretiminde kavram haritalarının farklı kullanım biçimlerinin öğrencilerin kavram haritası yapabilme düzeyi ve akademik başarılarına etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 803–823.
- Bagni, G. (2008). A theorem and its different proofs: History, mathematics education and “the semiotic-cultural perspective. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 8(3), 21–732. <https://doi.org/10.1080/14926150802169297>
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1,2,3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar)*. MEB.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Harf Eğitim Yayıncılık.
- Baykul, Y. (2003). *İlköğretimde matematik öğretimi: 6-8. sınıflar için*. Pegem Yayıncılık.
- Boschet, F. (1983). Les suites numériques comme objet d’enseignement. *Didactique des Mathématiques*, 4(2). 141–163.
- Bowen, G. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40.
- Brown, J. (2009). Concept Maps: Implications for the Teaching of Function for Secondary School Students. *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA)*. (s. 65–72). Palmerston North: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Cornu, B. (1991). *Limits*. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 153-166). Kluwer Academic Publishers.

- De Simone. (2007). Applications of concept mapping. *College Teaching*, 33–36.
- Demirel, Ö. (2005). *Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Program Geliştirme*. Pegem Yayıncılık.
- Demirel, Ö. (2005). *Öğretimde planlama ve değerlendirme: öğretme sanatı*. Pegem Yayıncılık.
- Doğan, Yasin (2015). 100. Yılında Öğretmen Adayları ve Öğrencilerin Bakışıyla Çanakkale Savaşları: Bir Metafor Araştırması, *Turkish Studies*, 10(3), 369-386. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.8035>
- Döner, M., & Kutluca, T. (2019, October). Matematik Öğretiminde Kavram Haritası Kullanımına Yönelik Bir Hizmet İçi Eğitim Çalışması. In *8th Eurasian Conference on Language and Social Sciences* (p. 147).
- Durmuş, S. (2004). Matematikte öğrenme güçlüklerinin saptanması üzerine bir çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 125 – 128.
- Ergene, Ö. (2014). *İntegral hacim problemleri çözüm sürecindeki bireysel ilişkilerin uygulama topluluğu bağlamında incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi.
- Ergene, Ö. (2019). *Matematik öğretmeni adaylarının Riemann toplamlarını kullanarak modelleme yoluyla belirli integrali anlama durumlarının incelenmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversitesi.
- Ergene, Ö., & Çaylan Ergene, B. (2023). Posing problems and solving self-generated problems: the case of convergence and divergence of series. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 55(10), 2573–2600. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2170292>
- Ergene, Ö., & Özdemir, A. Ş. (2020). A study on the pre-service elementary mathematics teachers' knowledge on the convergence and divergence of series in the context of theoretical and application. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 23(2), 203–232. <https://doi.org/10.12802/relime.20.2323>
- Evans, T., & Jeong, I. (2023). Concept maps as assessment for learning in university mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 475–498. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10209-0>
- Fisher, B. (2016). Student-created definitions of sequence convergence: A case study. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 26(8), 770–787. <https://doi.org/10.1080/10511970.2016.1172688>
- Gömlekçi, M., Çağan, N., & Kutluca, T. (2019). Bilgisayar Destekli Kavram Haritalarının Matematik Öğretiminde Kullanılması: Türev Konusu Örneği. *7th Eurasian Conference on Language and Social Sciences*, (s. 190–195). Daugavpils, Latvia
- Gürbüz, R., Toprak, Z., Yapıcı, H., & Doğan, S. (2011). Ortaöğretim matematik müfredatında zor olarak algılanan konular ve bunların nedenleri. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 10(4), 1311 – 1323.
- Glesne, C. (2011). *Becoming qualitative researchers*. Pearson.
- González-Martín, A. (2013). Students' personal relationship with the convergence of series of real numbers as a consequence of teaching practices. In *Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (s. 361–368). Antalya.
- Harnisch, D., Sato, T., Zheng, P., Yamagi, S., & Connel, M. (1994). Concept mapping approach and its applications in instruction and assesment. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*. New Orleans, LA.
- Hough, S., O'Rode, N., Terman, N., & Weissglass, J. (2007). Using concept maps to assess change in teachers' understandings of algebra: a respectful approach. *Journal of Mathematics Teacher Education*.10(1), 23–41. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9025-0>
- Horzum, T. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının dörtgenler hakkındaki anlamalarının kavram haritası aracılığıyla incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(1), 1-30. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.333678>
- Ülgen, G. (2004). *Kavram Geliştirme*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kaptan, F. (1998). Fen öğretiminde kavram haritası yönteminin kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 95–99.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. Milli Eğitim Basımevi.

- Karaasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaya, O., & Ebenezer, J. (2003). A longitudinal study of the effects of concept mapping and Vee diagramming on senior university students' achievement, attitudes and perceptions in science laboratory. Philadelphia: Paper presented at the annual conference of the National Association for Research in Science Teaching.
- Merriam, S. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Nesbit, J., & Adesope, O. (2013). Concept maps for learning: theory, research, and design. M. T. McCrudden, D. Robinson, & In G. Schraw içinde, *Learning through visual displays* (s. 303–328). IAP Information Age Publishing.
- Novak, J. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of research in science teaching*, 27(10), 937–949. <https://doi.org/10.1002/tea.3660271003>
- Novak, J., & Canas, A. (2006a). Re-examining the foundations for effective use of concept maps. *Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, (s. 494–502). San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Novak, J., & Canas, A. (2006b). The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information Visualization Journal*, 5(3), 175–184. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500126> .
- Novak, J., & Gowin, D. (1984). *Learning how to learn (1st ed.)*. Cambridge University Press.
- Orton, A. (1983). Student's understanding of integration. *Educational Studies in Mathematics*, 14(1), 1-18.
- Robert, A. (1982). L'Acquisition de la notion de convergence des suites numériques dans l'Enseignement Supérieur. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 3(3), 307–341.
- Ruiz-Primo, M. (2004). Examining concept maps as an assessment tool. *Proceedings of the first International Conference on Concept Mapping* (s. 14–17). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Ruiz-Primo, M. (2004). Examining concept maps as an assessment tool. *Proceedings of the first International Conference on Concept Mapping* (s. 555–562). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Saban, A., Koçbeker, B. N. ve Saban, A. (2006). Öğretmen adaylarının öğretmen kavramına ilişkin algılarının metafor analizi yoluyla incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 6(2), 461-522.
- Sealey, V. (2008). *Calculus students' assimilation of the Riemann integral into a previously established limit structure*. (Unpublished doctoral dissertation), Arizona: Arizona State University
- Serhan, D. (2009). Using Concept Maps to Assess the Effect of Graphing Calculators Use on Students' Concept Images of the Derivative at a Point. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 08–10.
- Swadener, M., & Soedjadi, R. (1988). Values, mathematics education, and the task of developing pupils' personalities: An Indonesian perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 193–208. <https://doi.org/10.1007/BF00751232>.
- Tuluk, G. (2015). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının açı kavramına ilişkin oluşturdukları kavram haritalarının değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 323–337. <https://doi.org/10.16949/turcomat.36234>.
- Vanides, J., Yin, Y., Tomita, M., & Ruiz-Primo, M. (2005). Using concept maps in the science classroom. *Science Scope*, 27–31.
- Yıldırım, A., Şimşek H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.