

# Matematik ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Türev Konusundaki Kavram Yapıları\*

Mahiye Yapıcıoğlu Ulaş\*\*, Abdullah Çağrı Biber\*\*\*

Makale Geliş Tarihi: 11/04/2020

Makale Kabul Tarihi: 22/06/2020

DOI: 10.35675/befdergi.718448

## Öz

*Bu araştırmanın amacı, Repertuar Çizelge Tekniği (R.Ç.T.) kullanarak Matematik ve Fen Bilgisi öğretmen adaylarının türev konusu ile ilgili kavram yapılarını incelemektir. Araştırma bir şehir üniversitesinin Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 5'i Fen Bilgisi, 5'i de Matematik Öğretmenliği eğitimi alan toplam 10 lisans öğrencisi ile yürütülmüştür. Bu çalışma nitel desenli bir araştırmadır. Veri toplama araçları olarak repertuar çizelgeleri, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve konu alan bilgisi sınavı kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler repertuar çizelgeleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Bu makale kapsamında araştırma sürecinin tamamında yer alan iki öğrencinin bulguları değerlendirilmiştir. Buna göre; fen bilgisi öğretmen adayının türevi genellikle hız kavramı ile ilişkilendirdiği, matematik öğretmen adayının ise türevi geometrik olarak yorumladığı, yani fonksiyonun bir noktadaki teğetinin eğimi olarak düşündüğü belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda türev konusu ile ilgili öğretmen adaylarının kavram yapılarına ulaşmada R.Ç.T.'nin uygulanabileceği görülmüştür. Bu araştırmanın matematik eğitimi alanında repertuar çizelge tekniği kullanılarak yapılacak başka çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.*


**Anahtar Kelimeler:** Kavram yapısı, öğretmen adayları, repertuar çizelge tekniği, türev


## Concept Structures of Mathematics and Science Pre-Service Teachers on the Derivative Subject

### Abstract

*The purpose of this study is to examine the conceptual structures of science and mathematics teacher candidates on derivative subject by using Repertory Grid Technique (R.G.T.). The research was carried out with a total of 10 students. This study is a qualitative research. Repertoire charts, semi-structured interviews and subject area knowledge exam were used as data collection tools. The data obtained in the research were analyzed taking into account the repertoire charts. Within the scope of this article, the findings of two students who participated in the whole research process were evaluated. It was determined that the pre-service science teacher related the derivative mostly with the concept of speed, while the pre-*

\* Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümü olarak hazırlanmıştır.

\*\* Milli Eğitim Bakanlığı, Vali Aydın Arslan Ortaokulu, Kastamonu, Türkiye, [ulasmat@gmail.com](mailto:ulasmat@gmail.com), ORCID: 0000-0001-5460-4609 

\*\*\* Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kastamonu, Türkiye, [acbibiber@gmail.com](mailto:acbibiber@gmail.com), ORCID: 0000-0001-7635-3951 

**Kaynak Gösterme:** Yapıcıoğlu Ulaş, M. & Biber, A. Ç. (2020). Matematik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının türev konusundaki kavram yapıları. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(30), 435-457. <https://doi.org/10.35675/befdergi.718448>

*service mathematics teacher thought it as the slope of the tangent of a function at a point. This research is thought to contribute to other studies in the field of mathematics education using repertoire chart technique.*

**Keywords:** *Concept structure, derivative, pre-service teachers, repertory grid technique*

## Giriş

Analiz, lise ve lisans düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin karşılaştığı, matematiğin önemli bir öğrenme alanı olan bir ders olarak bilinir (Desfitri, 2016). Analizin en önemli konularından olan türev, farklı alanlardaki diğer kavramları anlayabilmek için üniversite matematiğinde ihtiyaç duyulan önemli bir kavramdır (Tall, 1992; 1993). Bir miktarın başka bir miktara göre değişme oranını temsil eden türev (Weber, Tallman, Byerley & Thompson, 2012), başta matematik olmak üzere, mühendislik ve fen alanlarındaki birçok uygulamada bireylerin karşısına çıkar (Jones & Watson, 2017; Kaplan, Öztürk & Öcal, 2015). Türev kavramının kullanım alanına göre anlık değişim oranı, ortalama değişim oranlarının limiti, bir fonksiyonun bir noktasındaki teğet doğrusunun eğimi veya hız gibi farklı tanımları bulunmaktadır (Zandieh, 2000). Belki de bu yüzden öğrencilerin türev kavramını anlamalarında önemli güçlükler yaşadıkları matematik eğitimi alanında yapılan çeşitli çalışmalar tarafından ortaya konmuştur (Akkaya, 2009; Bingolbali, 2008; Ubuz, 2001). Ubuz (2001) türev ile ilgili öğrencilerin yaygın olarak; “bir noktada ki türev, türevin fonksiyonunu verir”, “teğet denklemi türev fonksiyonudur”, “bir noktadaki türev teğet denklemdir”, “bir noktadaki türev teğet denkleminin o noktada aldığı değerdir” şeklinde kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmiştir. Akkaya (2009) ise çalışmasında, öğrencilerin türev-eğim ilişkisini kuramamalarının türeve ilişkin öğrenme zorluklarından birisi olduğunu ifade etmiştir.

Bingolbali (2008) türev kavramını anlamamanın bazı temel matematiksel kavramların ve konuların anlaşılmasıyla bağlantılı olduğunu ve geometri, fonksiyon, limit, teğet, eğim, süreklilik ve değişim oranı gibi kavramların tek başlarına bile öğrenciler için zorluk kaynağı olabiliyorken, bu kavramların hepsini içeren türevi anlamamanın öğrenciler için zor olmasının doğal olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının da türev konusundaki kavramsal anlamalarını açığa çıkarmanın öğretmen yetiştirmede önemli bir konu olduğu düşünülmektedir. Eğitim-öğretim faaliyetlerinde öğrencilerin bilişsel engellerle karşılaşmaması için, işlenen konuların sunuş mantığının öğrencinin bilişsel gelişimine uygun olması gerekir. Yeni bilgi ve düşüncelerin öğrenciyi tatmin edecek şekilde verilmemesi öğrencide çelişki oluşturur, eski bilgiler yeni bilgilerle çelişir. Bu nedenle öğrencilerin öğrenmelerini ve kavramsal anlamalarını ölçmek, öğrencinin mevcut kavram yapılarını doğru ve verimli bir şekilde tanımlamak çok önemlidir (Fetherstonhaugh & Treagust, 1992). Bunun için mülakatlar, gözlemler ve kavram haritaları zengin veri kaynaklarıdır. Fakat bu tekniklerin uygulanması ve analiz edilmesi zaman alır (Winer & Jesus, 1995). Repertuar çizelge tekniği, Kelly (1955) tarafından klinik uygulama ve araştırmalarda faydalı olması amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntem katılımcıların

zihinsel yapılarını anlamada önemli bilgiler sağlar. Ancak bununla birlikte klinisyen için fazla zaman ve çaba gerektiren karmaşık bir yöntem olarak görülmektedir. Bu yöntemin avantajı ise uygulayıcısına hastayla ilgili analizleri titizlikle yapılmış matematiksel ve istatistiksel veriler sunmasıdır (Faccio, Castiglioni & Bell, 2012). Repertuar çizelge tekniği katılımcı ya da araştırmacı tarafından oluşturulan yapılar ile maddeler arasındaki ilişkileri gösteren bir tablo analizidir. Repertuar çizelgesini oluşturan maddeler; nesnelere, düşünceler, önermeler, olaylar olabilir. Maddeler genellikle araştırmacı tarafından, araştırılan konuya göre belirlenir. Yapılar ise maddeler arasında benzerliği ve zıtlığı ifade eder ve iki kutuplu yapıdadır (iyi-kötü, doğru-yanlış, potansiyel fark var-yok). Repertuar çizelge tekniği birçok alanda kullanılabilir. Eğitim de bunlardan bir tanesidir. Repertuar çizelge tekniği, birçok eğitimci tarafından ölçme ve değerlendirme aracı olarak değişik konularda kullanılmıştır (Abazaoğlu, 2009; Aztekin 2008; Bryman & Bell, 2011; Fetherstonaugh, 1994; Williams, 2001; Winer & Jesus, 1995). Abazaoğlu (2009) farklı yaş grubundaki öğrencilerle yapmış olduğu bir çalışmada fen bilimleri alanında da bu tekniğin kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Repertuar Çizelge Tekniğini kullanarak öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yapılarını belirlemeye çalışmıştır. Aztekin (2008) öğrencilerinin sonsuzluk kavramı ile ilgili bilişsel seviyelerini ve yapılarını ortaya çıkarmayı amaçladığı çalışmada, elde ettiği verileri Repertuar Çizelge Tekniğini kullanarak analiz etmiştir. Fetherstonaugh (1994), öğrencilerin fen kavramları ile ilgili çalışmamasında lise öğrencilerinin dokuz farklı enerji türü hakkındaki fikirlerini araştırmak için Repertuar Çizelge Tekniğinin elle yapılabilen bir versiyonunu kullanmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda öğrencilerin türev konusunda sahip oldukları kavram yapılarını repertuar çizelge tekniği ile ortaya koymayı amaçlayan bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Bilim tarihi dikkate alındığında güneş sistemi ve cisimlerin hareketlerinin incelenmesi kaçınılmaz olarak bilim insanlarını uzay ve zamanın sonsuz bölünebilirliği ile ilgili sorulara cevap aramaya yöneltmiştir. Bunlara paralel olarak, özellikle fizik alanında çalışan bilim insanları, hızı sürekli değişen hareketli cisimlerin belirli bir andaki hızının ne olduğu ve belirli bir zaman aralığında ne kadar yol aldığı sorularına cevap aramışlardır (Zembat, Özmantar & Bingölbali, 2013). Türev, değişen niceliklerin hangi hızda ve nasıl değiştiğini belirlememize ve belirli bir andaki değişim hızının ne olduğunu anlamamıza yardımcı olan bir kavramdır (Bingölbali, 2008). Türev kavramı kullanılarak bir ülkedeki nüfusun belirli bir değere kaç yılda ulaşabileceği tahmin edilebilir, su ile doldurulan boş bir depodaki suyun yüksekliğinin doldurulan suyun miktarına göre nasıl değiştiği yorumlanabilir veya sabit hızla hareket etmeyen bir cismin herhangi bir andaki hızının ne olduğu hesaplanabilir (Zandieh, 2000). Türev kavramı sadece matematikte değil, bilimin birçok alanında ve özellikle fen bilimlerinde geniş uygulama sahasına sahiptir. Dolayısıyla türev kavramı sadece Matematik için değil, Fen Bilimleri için de vazgeçilmez bir kavramdır. Bu durum dikkate alındığında ilerde bu kavramı kullanarak öğretim gerçekleştirecek olan Fen Bilgisi ve Matematik öğretmen adaylarının türev hakkındaki kavramsal yapılarını belirlemek önemlidir. Bu nedenle bu araştırmanın amacı, Repertuar Çizelge Tekniği

kullanarak Matematik ve Fen Bilgisi öğretmen adaylarının türev konusu ile ilgili kavramsal yapılarını incelemektir. Bu doğrultuda çalışmanın alt problemleri şunlardır:

- Fen bilgisi öğretmen adaylarının türev ile ilgili sahip oldukları kavram yapıları nasıldır?
- Matematik öğretmen adaylarının türev ile ilgili sahip oldukları kavram yapıları nasıldır?

### Yöntem

Bu çalışmada bir nitel araştırma tekniği olan repertuar çizelge tekniği kullanılmıştır. Repertuar çizelgelerinin oluşturulması için gerekli verilerin elde edilmesinde “görüşme” ve “yapılandırılmış mülakat” yöntemi kullanılmıştır. Çizelgelerin analizinde ise nicel ve nitel yöntemler takip edilmiştir.

### Repertuar Çizelgeleri Nasıl Oluşturulur?

Alban-Metcalf (1997) RÇT’de maddelerin seçimini belirleyen iki prensip olduğunu öne sürer. Birinci prensip; maddeler (kavram, olay veya olgular), araştırılan yapı sisteminin sadece araştırılan kısmı ile ilgili olmalıdır. İkincisinde ise seçilen maddeler, bir konuyu temsil etmelidir, yani daha geneldir. Maddelerin sayısı (genelde 10 ile 25 arasında) veya elde edilen yapıların sayısı ne kadar büyük olursa, üzerinde durulan konuyu temsil şansı o kadar büyük olur. Yapılar psikolojik (ör: endişeli), fiziksel (ör: uzun), durum belirten (ör: bu komşuluktan), davranışsal (ör: sporda iyi) vb. değişik şekillerde olabilir. Yapılar maddeler arasında benzerliği, zıtlığı, ilişkiyi ifade eder ve kutuplu yapıdadır (Tanhan, 2013). Yapılar araştırmacı ve katılımcı ile birlikte belirlenir. Repertuar çizelgeleri oluşturulurken konuya ait maddeler ve yapılar belirlendikten sonra maddeler ve kişiye ait yapılar yatay ve dikey sütunlara yazılarak tablo haline getirilir yazılır. Daha sonra katılımcılardan kendilerine ait repertuar çizelgelerinde her bir maddeyi yapılaraya göre değerlendirerek 1-5 ya da 1-7 arasında puan vererek derecelendirmeleri istenir. Bu şekilde kişilere ait repertuar çizelgeleri oluşturulur. Şekil 1.’de örnek bir repertuar çizelgesi verilmiştir (Ackerberg & Prapasawudi, 2009). Buna göre mevsim isimleri maddeler, sıcak-soğuk, karanlık-aydınlık, hoşuma gider-hoşuma gitmez, renkli-renksiz çiftleri ise yapılar olacak şekilde bir matris oluşturulmuştur. Madde ile yapılar arasındaki ilişkiye göre katılımcı kendine göre 1 ile 7 arasında derecelendirme yapmıştır.

Sol taraf (1)	Yaz	İlkbahar	Sonbahar	Kış	Sağ taraf (7)
Sıcak	2	3	5	7	Soğuk
Karanlık	7	5	3	1	Aydınlık
Hoşuma gider	7	5	4	3	Hoşuma gitmez
Renkli	1	2	5	7	Renksiz

Bu kutudaki 1 in anlamı, yaz ayının "çok renkli" olduğudur.

Bu kutudaki 4 ün anlamı, sonbaharın ne "hoşuma gider" ne de "hoşuma gitmez" olduğudur.

Bu kutudaki 7 nin anlamı, kış ayının "çok soğuk" olduğudur.

**Şekil 1.** Örnek repertuar çizelgesi (Ackerberg & Prapasawudi, 2009)

### Çalışma Grubu

Bu araştırmada, 2014-2015 eğitim öğretim yılında Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü 3.sınıfta öğrenim gören 5 öğretmen adayı ve İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü 3.sınıfta öğrenim gören 5 öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Katılımcılar öğretim üyesinin dersteği gözlemlerine ve genel matematik dersi sınav sonuçları ile türev konusunda yapılan başarı testi sonucuna göre araştırmacı ve öğretim görevlisi tarafından birlikte belirlenmiştir. Öğrenciler, Analiz ve Genel Matematik gibi türev konusunu içeren dersleri almışlardır, dolayısıyla türev konusunda bilgilerinin yeterli olacağı varsayılmıştır.

### Veri Toplama Araçları ve Veri Toplama Süreci

Veri toplama araçları olarak repertuar çizelgeleri, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve konu alan bilgisi sınavı kullanılmıştır. Bu makale çerçevesinde tüm çalışmalara katılan 2 öğrencinin verdikleri cevapların analizine ve adaylarla yapılan mülakatın sonuçlarına yer verilmiştir.

### Uygulama süreci

Seçilen öğrenciler, araştırmacı ve danışmanı kontrolünde birbirine yakın üç ayrı tarihte yapılan üç oturuma katılmıştır. Yapılan oturumlarda öğrencilerin türev ile ilgili yapıları ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra öğrencilerden bu yapılar göre oluşan repertuar çizelgelerini doldurmaları istenmiştir. Her oturum boyunca, öğrencilerin türev tanımları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Birinci oturumda öğrencilerin türev bilgileri türev başarı testi ile test edilmiştir. İkinci oturumda mülakat yöntemi kullanılarak türev konusu ile ilgili yapıları belirlenmeye çalışılmış ve repertuar çizelgeleri oluşturulmuştur. Üçüncü ve son oturumda ise öğrencilerin bu yapılar göre oluşan repertuar çizelgesini 1'den 5'e kadar derecelendirme puanıyla, her yapıyı ayrı ayrı bütün maddelere göre değerlendirerek, puan vererek (derecelendirerek)

doldurmaları istenmiştir. Öğrencilerin repertuar çizelgeleri, bu şekilde elde edilmiştir. Bu çalışmada örnek teşkil etmesi açısından repertuar çizelgelerine yer verilen 2 öğretmen adayı da çalışmadaki tüm uygulamalara katılmıştır.

### **Uygulama üzerinde durulan kavram temaları**

Tekniğin türev konusunda uygulanması sırasında dört tema üzerinde durulmuştur. Bu temaların belirlenmesinde türev ile ilgili literatürden ve uzman görüşünden yararlanılmıştır. Çalışmayı bu temalar şekillendirmiş ve maddeler bu yapılara göre belirlenmiştir.

1.Tema (Türev-Eğim ilişkisi): Türevin eğimle olan ilişkisidir. Öğrenciler türevi genellikle “türev bir fonksiyona belirli bir noktadan geçen teğettir” ya da “türev fonksiyonun eğimidir” şeklinde ezberleyerek öğrenmeye yönelmektedirler. Dolayısıyla ezberlenen bu bilgi öğrenciler için sonradan türevin kendi tanımı haline dönüşmekte ve bu da öğrenciler açısından ciddi kavram yanlışlarına neden olmaktadır (Akkaya, 2009).

2.Tema (Türev-Değişim oranı ilişkisi): Türevin bir noktadaki anlık değişimi ile ilişkilidir. Anlık değişimin nasıl olacağı bunun türevle ilişkisinin ne yönde olduğu öğrenciler tarafından farklı algılanmaktadır. Değişik ülkelerde yapılan çalışmalar bu konuda öğrencilerin ciddi kavramsal zorluklarla karşılaştıklarını ve genelde türevi değişim oranı kavramı ile ilişkilendiremediklerini ortaya koymuştur (Bezuidenhout, 1998; Heid, 1988; Orton, 1983).

3.Tema (Türev-Limit ilişkisi): “Limit acaba öğrenciler tarafından ne derece türevle ilişkili bilinmektedir?” sorusuna cevap bulmak amacıyla bu kavram üzerinde durulmuştur. Limit kavramı türevin doğasında vardır ve limit olmadan türevi anlamlandırmak mümkün değildir. Öğrenciler genel olarak türev kavramındaki limitin ne işe yaradığı ve ne anlama geldiği konusunda bilgi ve anlam eksikliklerine sahiptir (Biber & Argün, 2012).

4.Tema (Türev-Süreklilik ilişkisi): Türevlenebilme ve süreklilik arasındaki ilişki öğrenciler tarafından genellikle karıştırılan bir konudur. Öğrenciler türevlenebilme ve süreklilik arasındaki ilişkiyi anlamada bir takım yanlış anlamalara ve öğrenme zorluklarına sahiptirler (Duran & Kaplan, 2016). “Sürekliliğin türevdeki yeri nedir?”, “Bir fonksiyonun sürekli olması türevinin olması için yeterli midir?” şeklindeki sorularının cevabındaki türev-süreklilik ilişkisini anlamak, öğrencilerin bu kavram üzerinde oluşturdukları yapıları görmek için türev-süreklilik ilişkisi incelenmiştir.

### **Repertuar çizelgesinde yer alan maddelerin elde edilmesi**

Maddeler matematikteki türev konusu ile ilgili yapılan çalışmalardan, öğrencilerle yapılan derslerden, öğrenci önermelerinden araştırmacının değerlendirmeleri sonucunda elde edilmiş 12 önermeden oluşmaktadır. Bu maddeler araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Maddeleri hazırlarken araştırmacı danışmanı dışında

değişik üniversitelerde analiz dersini veren öğretim elemanları ile görüşerek maddeler ile ilgili görüşler almıştır. Maddeler hazırlanırken türev konusunda öğrencilerin aralarındaki ilişkiyi anlamakta zorluk çektiği 4 tema (Türev-Eğim ilişkisi, Türev-Limit ilişkisi, Türev-Değişim oranı ilişkisi, Türev-Süreklilik ilişkisi) ile öğrencileri karşılaştırmak amaçlanmıştır.

**Madde 1:** Geometrik anlam olarak türev bir fonksiyonun herhangi bir noktadaki teğettir.

**Madde 2:** Bir fonksiyonun herhangi bir noktadaki türevi fonksiyonun o noktadaki teğetinin eğimidir.

**Madde 3:** Sürekli olan bir fonksiyonun bir noktadaki eğimine fonksiyonun o noktadaki türevi denir.

**Madde 4:** Türevin limit tanımı olsa da, limit almadan da türev bulunabilir. Önemli olan belirli bir noktadaki eğimi bulmaktır.

**Madde 5:** Aslında bir fonksiyonun herhangi bir noktada türevini bulmak, fonksiyonun o noktada limitini bulmakla aynı şeydir.

**Madde 6:** Fiziksel anlamda türev anlık hızın genel adıdır. Diğer bir ifadeyle bir fonksiyonun bir noktadaki değişme hızı fonksiyonun o noktadaki türevidir.

**Madde 7:** Bir fonksiyonun belirli bir noktasından geçen teğetin eğimi ile o noktadaki anlık değişim oranı aynı şey ise neticede “türev fonksiyonun herhangi bir noktadaki değişim oranıdır” denilebilir.

**Madde 8:** Herhangi bir fonksiyon üzerinde bir noktadaki değişim oranından bahsedilemez. Değişim oranından bahsedebilmek için iki nokta arasında değişim olması gerekir. Dolayısıyla “bir fonksiyonda herhangi bir noktadaki değişim oranı nedir?” diye sorulduğunda bunu türevle ilişkilendirmek yanlış olur.

**Madde 9:** Herhangi bir fonksiyonun bir noktadaki türevi fonksiyonun teğet denkleminin o noktada aldığı değerdir.

**Madde 10:** Bir fonksiyonun sürekli olduğu her noktada türevi vardır. Fonksiyon sürekli ise aynı zamanda türevlenebilir.

**Madde 11:** Bir fonksiyonun sürekli olmadığı noktalarda fonksiyon türevlenebilir.

**Madde 12:** Bir fonksiyonun sürekli olduğu her noktada türevli olmayabilir.

### **Repertuar çizelgesinde yer alan yapıların elde edilmesi**

Öncelikle katılımcıya 2 madde verilerek, kendisinden 2 maddenin benzer veya farklı olup olmadığını, niçin böyle olduğunu açıklaması istenmiştir. Katılımcı yazılı açıklamalarla bu soruları yanıtlamış ve bu açıklamalar kaydedilmiştir. Bu yöntemle katılımcıların kavram yapıları tespit edilmiştir. İhtiyaç hissedildiğinde, örneğin 2

yapının açıklamaları aynı gibi gözüktüğü zaman adaydan açıklamasını tekrar etmesi istenmiştir. Araştırmacı katılımcının açıklama sırasında kullandığı kelimelerden bir kaçını ortaya çıkan yapı için etiket olarak seçmiştir. (Katılımcının seçtiği bir kelime aynı zamanda zıt olan yapı için etiket olarak kullanılmıştır.) Bu işlem öğrenci yapılarını ortaya çıkarmak amacıyla öğrencilere karşılaştırmaları için sunulan ikinci madde çifti için de aynı şekilde tekrarlanmıştır. Bu süreç belirlenen bütün madde çiftleri için tekrar edilerek, daha fazla bir benzerlik ya da farklılık olmadığı kanısına varılincaya kadar devam etmiştir. Madde çiftleri bütün öğrencilere aynı sıra ile sunulmuştur. Bu çiftler (1-2,10-12,2-9,4-5,7-8,10-11,2-3,11-12,6-8,1-7,4-7) görülebileceği gibi birbirinden farklı formal bakışın karşıt noktalarını ifade edebilmektedir. Bu çalışma öğretmen adaylarının türev ile ilgili kendi ifadelerine dayanmaktadır. Burada katılımcıların konu ile ilgili yapılarını kendilerinin oluşturması tekniğin önemli bir artısıdır. Yorke'un da (1978) ifade ettiği gibi bir çizelge çalışmasında maddelerin belirlenmesine özellikle dikkat edilmelidir. Çünkü maddeler konuyu ne kadar iyi yansıtırsa elde edilen yapılar, katılımcının konu ile ilgili düşüncelerini o kadar iyi yansıtmaktadır. Bu çalışmada türev konusunu genel matematik ve analiz derslerinde görmüş olan fen ve matematik öğretmenliği bölümü öğretmen adayları ile çalışıldığından katılımcıların madde görevini yapan önermelere yabancı olmadıkları kabul edilmiştir.

### **Repertuar çizelgelerinin elde edilmesi**

Öğrencin yapıları ortaya çıkarıldıktan sonra araştırmacı tarafından belirlenen 2 yapı daha çizelgeye eklenmiş ve çizelgeler öğrencilere sunulmuştur. Öğrencilerden bu yapıları maddelere göre derecelendirmeleri istenmiştir. Bütün yapılar katılımcılar tarafından 5 puanlı bir ölçü ile derecelendirilmiştir. Oluşan bir yapının kutbu için 5 bu yapıyı tam yansıtıyor, 4 iyi derecede, 3 madde bu yapıya göre ortada veya kararsız, 2 çok az yansıtıyor, 1 hiç yansıtıyor-karşıt anlamlıdır. Bu şekilde bütün yapılar derecelendirilmiştir. Her yapı her maddeye uygulanıncaya kadar bu işleme devam edilmiştir. Bir madde için 5 ölçüsü maddenin oluşan yapısının kutbuna kuvvetli bir şekilde uygun olduğunu, 1 ölçüsü ise maddenin yapısının karşı kutbuna kuvvetli bir şekilde uygun olduğunu gösterir.

### **Verilerin Analizi**

Araştırmada elde edilen veriler araştırmacı ve bir uzman tarafından repertuar çizelgeleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Repertuar çizelgeleri araştırmacı tarafından ya da GRİDSUİTE adında bir bilgisayar programı yardımıyla analiz edilebilir. Bannister (1968) çizelgenin şekli değiştirilerek yapılan analizler için birçok metod ortaya koymuştur. Bu çalışmada da yapıldığı gibi derecelendirme farkından yararlanarak analiz etme de bu metodlardan bir tanesidir. Araştırmanın güvenilirliğinin sağlanması açısından çizelgeler elde edilen puan farkları araştırmacı ve uzman tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Her bir öğrenci için ortaya çıkan tablolar karşılaştırıldığında uyum yüzdelerinin %80-%90 arasında değiştiği görülmüştür. Bu oranlar ise Miles ve Huberman'a göre (1994) güvenilir kabul



edilmektedir. Uyumsuzluk olan notalar tekrar gözden geçirilerek, her bir tablo için fikir birliğine varılmıştır.

Öğrencilerden elde edilen çizelgelerin analizi için yapı çiftleri arasındaki ilişkinin kuvvetini belirlemek için yapılar arasındaki derecelendirme farklarından yararlanılmıştır. İki yapıyı ifade eden iki sıranın derecelendirme puanları karşılaştırırken sıraların derecelerinin farkları bulunur. Farklar toplanır, bu şekilde iki sıra arasındaki toplam farkı belirten bir ilişki sayısı bulunur. Sayı az olduğunda yakın ilişkiyi, sayı büyük olduğunda uzak ilişkiyi gösterir (Bryman & Bell, 2011).

Bu çalışmadaki gibi 12 önermeden oluşan bir maddeler listesinde iki yapıya da aynı dereceler verilmiş olsa toplam fark değeri en az 0 bulunur. İki yapıdan birine sürekli 1, diğerine sürekli 5 değeri verilmiş olsa toplam fark değeri en fazla 48 olurdu. Dolayısıyla çizelgede toplam fark değeri 0 ile 48 arasında değişmektedir. İki yapı arasındaki fark değeri bulunurken çizelge elde edilmesi sırasında 12 maddeye göre her yapı derecelendirilirken yapılar verilen 1'den 5'e kadar olan derecelerinin farkı alınır (bu fark mutlak değerde gibi düşünülerek) daha sonra her maddeye göre bulunan derece farkları toplanarak iki yapı arasındaki toplam fark değerleri elde edilir. Bu toplam fark değerinin küçük sayı çıkması iki yapının birbirine yakın olduğunu, yani birbiri ile ilişkili olduğunu gösterir. Toplam fark değerinin büyük çıkması ise iki yapının birbirinden uzak olduğunu yani ilişkisiz olduğunu gösterir (Aztekin, 2012).

Yapıların derecelendirilmesi arasındaki farklar toplamı aynı zamanda yapılar arasındaki ilişkinin derecesini gösterme gibi işlevi vardır. Matristeki yapılar arasındaki fark puanlarına göre yakın ve uzak değerlere sahip olan yapılar, aralarındaki ilişkilerin daha iyi görülebilmesi için kümeler halinde (clusters) yazılır ve yapı ilişkilerini gösteren şekiller oluşturulur (Cohen, Lawrence & Keith, 2000). Derecelendirmelerine göre birbirine yakın olan yapılar küme analizi ile gruplandırılmıştır, yani yapılar arasındaki toplam fark değerlerine bakılarak yapılar kümelendirilmiştir. Örneğin herhangi iki yapı arasındaki toplam fark değeri küçük ise bu yapılar birbirine oldukça yakın demektir ve bu yapılar aynı anlam kümesinde yer alırlar. Bu yapı ilişkilerini ifade eden şekiller Williams'ın (2001) kullandığı hüküm bildiren şekillere benzemektedir. Yapılar arasındaki toplam fark değeri büyüdükçe yapılar bir birinden uzak demektir ve farklı anlam kümesinde yer alırlar. Çizelgede ki yapılar öğrencilerin temel anlamlandırmaları hakkında bir fikir verirken, matristeki derecelendirme puanları dikkate alınarak oluşturulan bu şekil yapılar arasındaki ilişkileri de ifade etmektedir.

### **Etik Bildirimi**

Bu araştırma, 2014-2015 eğitim öğretim yılında İlköğretim Matematik ve Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümlerinde öğrenim gören toplam 10 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle çalışmanın etik kurul belgesi bulunmamaktadır. Ancak tüm öğrenciler çalışmaya gönüllü olarak ve isteyerek katılmışlardır. Araştırmada katılımcıların zararına yönelik herhangi bir uygulama yer almamaktadır.

Katılımcılara araştırmanın amacı anlatılmış, çalışma sürecinde elde edilen bilgilerin sadece bilimsel bir çalışma için kullanılacağı ve kişisel bilgilerinin gizli tutulacağı kendilerine ifade edilmiştir.

### Bulgular ve Yorum

Bu bölümde, araştırma için oluşturulan repertuar çizelgelerinin analizinden ulaşılan bulgulara yer verilmiştir. Bulgular fen bilgisi ve matematik öğretmen adayları için ayrı ayrı sunulmuştur.

#### Fen Bilgisi Öğretmen Adayına Ait Repertuar Çizelgesi

Fen bilgisi öğretmen adayının türev başarı testinde yer alan ifadelerinin ve aday ile yapılan görüşmelerin analizi neticesinde oluşturulan repertuar çizelgesi aşağıdadır.

Tablo 1.

*Fen Bilgisi Öğretmen Adayının Repertuar Çizelgesi*

OLUŞAN YAPI (5)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	KARŞIT YAPI (1)
Fonksiyonun teğetidir	5	1	1	1	3	1	1	1	4	1	1	1	Fonksiyonun teğeti değildir
Eğim gereklidir	2	5	5	5	1	1	2	3	3	1	1	1	Eğim gerekli değildir
Limit gereklidir	1	1	1	1	5	1	3	1	1	1	1	1	Limit gerekli değildir
Değişim oranı ile alakalı	1	1	1	3	2	5	5	1	1	1	1	1	Değişim oranı ile alakalı değildir
Süreklilik gerekli değildir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	Süreklilik gereklidir
Bir noktadaki değişme hızıdır	1	3	3	2	1	5	4	4	1	1	1	1	Bir noktadaki değişme hızı değildir
Teğet denklemi= Değişim oranı	5	3	3	3	1	3	5	1	3	1	1	1	Teğet denklemi ≠ Değişim oranı
Her zaman fonksiyonun denkleminin	3	3	3	1	1	1	1	1	5	3	3	3	Her zaman fonksiyonun denkleminin

verilmesine gerek var											verilmesine gerek yok		
Mantıklı	3	5	5	5	4	5	5	4	5	5	1	5	Mantıksız
Doğru	3	5	5	5	4	5	5	4	5	5	1	5	Yanlış

Çizelgede de görülebileceği gibi bu öğrencinin “türev fonksiyonun teğettir” ve “türevi hesaplayabilmek için her zaman fonksiyonun denklemine ihtiyaç vardır” ve “türev bir noktadaki değişme hızıdır” gibi yapıları vardır. Çizelgeye bakıldığında ilk göze çarpan şey, bu öğrencinin 2. , 3. , 4. , 6. , 7. , 9. , 10. ve 12. maddeleri doğru ve mantıklı kabul etmesidir, 11. maddeyi ise yanlış ve mantıksız olarak kabul etmiştir. Burada hem 10. maddeyi hem de 12. maddeyi aynı anda doğru olarak değerlendirmesi dikkat çekicidir. Repertuar çizelgesinde dikkat çeken bir diğer nokta ise bu öğrenciye göre 2. ve 3. maddelerin, tamamen birbiri ile aynı maddeler olarak görülmesidir. Yapılar arasında toplam fark değerini gösteren matris aşağıdadır. Solda yer alan sütunlar öğrenci yapılarını, en üstte yer alan sayılar ise bu yapıların numarasını göstermektedir.

Tablo 2.

*Fen Bilgisi Öğretmen Adayına Ait Yapı İlişkileri Matrisi*

<b>1.ÖĞRENCİ OLUŞAN YAPI</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Fonksiyonun teğettir.		21	11	18	13	24	15	15	34	34
2.Eğim gereklidir.			22	23	22	17	16	20	22	22
3.Limit gereklidir.				11	10	17	20	22	35	36
4.Değişim oranı ile alakalı					15	10	13	27	29	29
5.Süreklilik gerekli değildir.						19	22	16	44	44
6.Bir noktadaki değişme hızıdır							13	23	25	25
7.Teğet denklemleri=değişim oranı								18	26	26



öğrencinin türev-limit ilişkisini kurma yönünde sorun yaşadığı görülmektedir. Sürekliliğin olması gerektiğini kabul ettiği halde limit gerekli değildir demesi dikkat çekicidir. Bu sonuçtan, öğrencinin türevin temelini oluşturan limit ve süreklilik konularında da eksikliği olduğu anlaşılmaktadır.

Diğer anlam kümesine baktığımızda, bu öğrenci türev için “Bir noktadaki değişim hızıdır”, “Değişim oranı ile alakalıdır”, “Süreklilik gerekli değildir” ve “Eğim gereklidir” yapılarını birbirine yakın görmektedir. Bu katılımcıya göre bu yapıların hepsinin aynı anlam kümesinde yer alması türev konusunda bu kavramlar arasında bir ilişkinin var olduğunu düşündüğünü gösterir. “Bir noktadaki değişim hızıdır”, “Değişim oranı ile alakalıdır” yapıları birbirine yakın çıkmıştır. Bu öğrenciye göre, türevin tanımındaki değişim oranı kavramı, değişim hızı ile aynı şey olarak algılanmaktadır.

### Matematik Öğretmen Adayına Ait Repertuar Çizelgesi

Bu öğrencinin aldığı genel matematik dersindeki başarısı ve türev başarı testinde vermiş olduğu cevaplar dikkate alındığında, bu öğrencinin türev kavramı ile ilgili konularla daha fazla ilgili olduğu söylenebilir. Matematik öğretmen adayının türev başarı testinde yer alan ifadelerinin ve aday ile yapılan görüşmelerin analizi neticesinde oluşturulan repertuar çizelgesi aşağıdadır. Analiz sonuçları ve yapı ilişkilerini gösteren sonuçlar da aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.  
Matematik Öğretmen Adayının Repertuar Çizelgesi

OLUŞAN YAPI (5)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	KARŞIT YAPI (1)
Bir noktadaki teğettir	4	4	5	3	1	1	4	1	4	2	1	1	Bir noktadaki teğet değildir
Fonksiyonun eğimidir	3	4	5	4	1	1	4	1	2	2	1	1	Fonksiyonun eğimi değildir
Noktayı teğet denkleminde yerine koyma var	3	2	2	1	1	1	2	1	5	2	1	1	Noktayı teğet denkleminde yerine koyma yok
Bir noktadaki değişimle ilişkilidir	1	1	1	2	3	4	4	3	2	1	1	1	Bir noktadaki değişimle ilişkili değil
Limit alma vardır	1	1	1	3	4	3	2	1	1	1	1	1	Limit almak yok
Teğetin eğimine eşittir	4	4	5	4	1	3	4	1	3	1	1	1	Teğetin eğimine eşit değil

Eğim türevle hesaplanır	1	1	3	5	1	2	3	1	3	1	2	1	Eğim türevle hesaplanmaz
Süreklilik gereklidir	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	2	5	Süreklilik gerekli değil
Bir andaki değişimle alakalı	1	1	1	1	1	4	4	3	2	1	1	4	Bir andaki değişimle alakalı değil
Mantıklı	4	4	4	5	3	3	4	3	4	2	1	5	Mantıksız
DOĞRU	4	3	4	5	3	2	4	3	4	1	1	5	YANLIŞ

Bu öğrencinin repertuar çizelgesindeki yapılar ve maddeler arasındaki ilişkiyi derecelendirirken kullandığı puanlara baktığımızda, öğrencinin uç puanları fazla kullandığı görülmektedir. Katılımcı çizelgedeki 4. ve 12. maddeleri doğru ve mantıklı kabul etmiş, 10. ve 11. maddeyi ise yanlış olarak değerlendirmiştir. 5. ve 8. maddelerin doğruluğu hakkında ise kararsız kalmıştır.

Bu öğrenciye ait repertuar çizelgesindeki yapılar arasında bulunan toplam fark değerlerini gösteren matris aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.

*Matematik Öğretmen Adayına Ait Yapı İlişkileri Matrisi*

<b>2.ÖĞRENCİ OLUŞAN YAPI</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>1.Bir noktadaki teğettir</b>		4	11	21	21	5	15	24	23	13	14
<b>2.Fonksiyonun eğimidir</b>			13	19	19	5	13	22	21	15	16
<b>3.Noktayı teğet denkleminde yerine koyma var</b>				18	16	16	14	15	18	22	21
<b>4.Bir noktadaki değişimle ilişkilidir.</b>					8	18	14	17	6	20	19
<b>5.Limit alma vardır</b>						18	12	13	14	24	23
<b>6.Teğetin eğimine eşittir</b>							12	25	18	12	13
<b>7.Eğim türevle hesaplanır</b>								15	16	20	17
<b>8.Süreklilik gereklidir</b>									11	25	24



Bu öğrencinin doğru ve mantıklı yapıları arasındaki toplam fark değerini 5 olarak bulunmuştur. Demek ki bu öğrenciye göre doğru olan bir şey mantıklı olmayabilir ya da mantıklı olan bir şey tamamen doğru olmayabilmektedir. Bir diğer anlam kümesine bakıldığında ise “Limit alma vardır” ve “Süreklilik gereklidir” yapıları arasındaki yakın ilişkinin var olduğunu görmekteyiz. Bu öğrenciye göre fonksiyonun bir noktada türevlenebilir olması için fonksiyonun o noktada sürekli olması gerektiğinden öğrenci, “türevde limit vardır”, “türev limit ile ilişkilidir” anlayışına sahiptir. Bu öğrencinin küme analizlerinde görüldüğü gibi “bir noktadaki değişim oranı” ve “limit almak var” yapıları birbirine yakın çıkmıştır. Bu öğrencinin limit kavramı yardımıyla bir noktadaki anlık değişim oranına ulaşılabileceği yani türev elde edileceği algılayışı vardır.

### Öğretmen Adaylarının Kavramsal Yapılarının Karşılaştırılması

Her iki öğretmen adayının da türev başarı test ve mülakatlar sonucu oluşturulan repertuar çizelgelerinin analiz bulguları yukarıda verilmiştir. Ancak öğretmen adaylarının “türev” ile ilgili sahip oldukları kavram yapıları arasında benzerlik ya da farklılıkları ortaya koymak adına, aşağıdaki kıyaslama tablosu verilmiştir. Kıyaslama yapılırken repertuar çizelge tekniğinin uygulanması sırasında üzerinde durulan dört tema esas alınmıştır.

Tablo 5.

*Katılımcıların Alanlarına Göre Kavram Yapılarının Karşılaştırılması*

Temalar	Fen Bilgisi Öğretmen Adayı	Matematik Öğretmen Adayı
<b>Türev-Eğim ilişkisi</b>	Türevi “fonksiyonun teğeti” olarak tanımlıyor.	Bir fonksiyonun bir noktadaki türevini, fonksiyonun o noktadaki teğetinin eğimi olarak tanımlıyor. Ancak “teğetin eğimi” ile “fonksiyonun eğimi” kavramlarını eş anlamlı olarak görüyor.
<b>Türev-Değişim Oranı ilişkisi</b>	Türevi hız ve ivmeyi bulmayı kolaylaştıran matematiksel bir terim olarak tanımlıyor ve değişim oranı kavramını bir andaki değişme hızı ile aynı görüyor.	Limit kavramı yardımıyla bir noktadaki anlık değişim oranına ulaşılabileceği yani türev elde edileceği algılayışı var. Ancak türevin anlık hızla ilişkisinde zorluklar yaşıyor.
<b>Türev-Limit ilişkisi</b>	Türev-limit ilişkisini kurma konusunda sorun yaşıyor.	Türevin limit tanımını verebiliyor.
<b>Türev-Süreklilik ilişkisi</b>	Türev için sürekliliğin gerekli olduğunu söylüyor.	Türev için sürekliliğin gerekli olduğunu söylüyor.



Tablo 5'e göre birinci tema dikkate alındığında Fen Bilgisi öğretmen adayının Türev-Eğim ilişkisi hakkındaki kavramsal yapısının eksik olduğu görülmektedir. Buna karşın matematik öğretmen adayının Türev-Eğim ilişkisini doğru ortaya koyabildiği ancak buna rağmen "teğetin eğimi" ile "fonksiyonun eğimi" kavramlarını yanlış bir şekilde eş anlamlı olarak algıladığı söylenebilir. Türev-Değişim Oranı ilişkisini fen bilgisi öğretmen adayı hız kavramı ile açıklarken, matematik öğretmen adayı limit kavramına vurgu yapmaktadır. Türev-Limit ilişkisi hakkında fen bilgisi öğretmen adayı sorun yaşarken, matematik öğretmen adayının türevin limit tanımını verebildiği söylenebilir. Türev-Süreklilik ilişkisi konusunda ise her iki öğretmen adayının da "bir fonksiyon belirli bir noktada türevli ise fonksiyon o noktada süreklidir" teoremini eksik yorumladıkları, dolayısıyla bu tema hakkında kavram yapılarının onları yanlışla götürebileceği söylenebilir.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Fen ve Matematik Öğretmen Adaylarının türev konusu ile ilgili kavramsal yapılarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan bu çalışmada, Repertuar Çizelge Tekniğinden yararlanılmıştır.

Fen Bilgisi öğretmen adayının kavram yapısında özellikle türev-hız ilişkisinin daha baskın olduğu söylenebilir. Ancak adayın türev konusu ile ilgili anlayışında "türevin limit tanımı" kavramı açısından sıkıntılar içermektedir. Türev-limit ilişkisi öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği konulardan biridir. Orton (1983) öğrencilerin türev ve integrali anlamaları ile ilgili yaptığı nitel ve nicel çalışmasında öğrencilerin türevin limit ile ilişkisini anlamada zorluk çektiklerini belirtmiştir. Ayrıca bu öğretmen adayının türev-eğim ilişkisi hakkındaki kavramsal yapısının eksik olduğu söylenebilir. Amit ve Vinner (1990) yaptığı çalışmalarında öğrencilerin türev ile teğet doğruları arasındaki ilişkiyi biliyor gözükmelerine karşın teğet doğrusunun teğet noktasındaki denklemini sanki o noktadaki türevmiş gibi düşündüklerini görmüşlerdir. Araştırmacılar bu kavram yanlışlarının nedenini öğrencilerin türev-eğim ilişkisini ezbere öğrenmelerine bağlamışlardır. Benzer bir bulguyu Ubuz (2001) İngiltere'de mühendislik fakültesi birinci sınıf öğrencileriyle, türev-teğet ilişkisini anlamaya yönelik yaptığı bir çalışmada da ifade etmiştir.

Matematik öğretmen adayı olan ikinci katılımcının daha tutarlı bir kavram yapısı vardır, ancak yine de öğrencinin türev konusunda anlamsal olarak eksiklerinin olduğunu görmüştür. Örneğin limit ve sürekliliğin türevle ilişkisi konusunda katılımcının kararsızlığa sahip olduğu görülmüştür. Orton (1983) öğrencilerin türev kavramındaki limit fikrinin ne anlama geldiği ve ne işe yaradığı konusunda bilgi ve anlam eksikliklerine sahip olduklarını ortaya koymuştur. Bu katılımcının sonuçları da Orton'un elde ettiği sonuçlar ile örtüşmektedir. Ayrıca aday türevin anlık hızla ilişkisinde zorluklar yaşamaktadır. Aksoy (2007) öğrencilerin türev-değişim oranı ilişkisini kurmada zorluk yaşadıklarını belirtmektedir. Bingölbali (2008)'ye göre

öğrenciler değişim oranı kavramının varlığından habersiz oldukları için türev-değişim oranı ilişkisini kurmada zorlanmaktadır. Aslında analiz derslerinde başarılı olan ve işlem becerisi iyi olan bu öğrencinin dahi türevin kavramsal anlamında sıkıntı yaşıyor olması, sınav ya da sınav gibi ölçme ve değerlendirme araçlarının öğrencilerin teorik bakışını yakalamada yetersiz kalabileceğini göstermektedir. Buradan da R.Ç.T. gibi kavram analiz tekniklerine ihtiyaç olduğunu hissettirmektedir.

Genel olarak iki katılımcı da türev ve türev ile ilgili kavramlar arasındaki ilişkiyi kurmada zorlanmışlardır. Örneğin her iki öğretmen adayının da özellikle türev-süreklilik hakkında eksik kavram yapılarına sahip oldukları görülmüştür. Katılımcıların kavram yapıları konu ile ilgili öğrendikleri ezber bilgilerden oluştuğu, kavramlar arası ilişkinin kurulduğu anlamsal öğrenmenin gerçekleşmediği söylenebilir. Dolayısıyla öğrenciler literatürde belirlenen türev-limit, türev-eğim ve türev-değişim oranı, türev-süreklilik ilişkisini kurmada zorluklar çekmektedirler (Akkaya, 2009). Uzun yıllardır yapılan matematik eğitimi araştırmaları, öğrencilerin matematik öğrenmelerinde kavramsal anlamadan ziyade işlemsel anlamaya yöneldiklerini ve dolayısıyla kavramları anlama ve anlamlandırmada zorluklar çektiğini ortaya koymuştur (Hiebert & Lefevre, 1986; Skemp, 1978). Bu nedenle, türev kavramı öğrencilere sunulurken hız, teğet, anlık hız, eğim, limit, değişim oranı, anlık değişim oranı, süreklilik kavramlarının hepsi aynı örnek üzerinde kullanılarak ve aralarındaki ilişki açık bir şekilde belirtilerek konu öğrencilere sunulursa kavramsal anlamının sağlanması açısından daha iyi olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada öğretmen adayları, türev konusu ile ilgili kavramların birbiri ile ilişkisini, kavramlar arasındaki geçişleri inceleyerek görme fırsatı bulmuşlardır. Türev konusunda kullanılan Repertuar Çizelgeleri Abazaoğlu (2009)'nun da ifade ettiği gibi sınavların ve ödevlerin dışında katılımcıların konuya bakış açılarını anlama ve konu ile ilgili var olan kavramlarını yakalama adına bir imkân oluşturmuştur. Öğrencilerin türev konusu ile ilgili formal tanımlarda yanlış anlamalarının olduğu R.Ç.T. ile yapılan analizi ile tespit edilmiştir. Bu çalışma öğrencilerin üzerinde düşünmekte bile zorlandığı bir konuda R.Ç.T.'nin uygulanabileceğini göstermiş ve öğrencilerin türev ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmayı sağlamıştır. Aztekin (2012); matematikte zorlanılan konularda dahi repertuar çizelge tekniğinin; öğrencilerin bilişsel yapılarını, kavram imajlarını ve çelişen düşüncelerini ortaya çıkarmada başarılı olduğu, konunun kritik yönlerini de belirlemede faydalı olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışma sonucunda da türev konusu ile ilgili öğretmen adaylarının kavram yapılarına ulaşmada R.Ç.T.'nin uygulanabileceği görülmüştür. Katılımcıların repertuar çizelgeleri katılımcıların konu ile ilgili yapılarının ve yapılar arasındaki ilişkinin belirlenmesi, katılımcıların konuyu nasıl anladığını ve konu hakkındaki düşüncelerini açığa çıkarmaktadır.

### **Çıkar Çatışması ve Etik Bildirimi**

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmadığını ve tüm araştırmacıların çalışmaya katkı sunduğunu beyan etmiştir. Yazarlar tüm etik kurallara uyduklarını bildirmiştir.

## Kaynakça

- Abazoğlu, İ. (2009). *Repertuar çizelge tekniğinin kuvvet ve hareket konusunda kullanılması*, (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ackerberg, I., & Prapasawudi, P. (2009). *An analysis of volunteer tourism using the repertory grid technique* (Master of Science in Tourism and Hospitality Management), Universty of Gothenburg, Gothenburg.
- Akkaya, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının türev kavramına ilişkin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin öğrenci zorlukları bağlamında incelenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aksoy, Y. (2007). *Türev kavramının öğretiminde bilgisayar cebiri sistemlerinin etkisi*, (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alban-Metcalf, R.J. (1997). Repertory Grid Technique. J.P.Keeves (ed.) *Educational Research, Methodology and Measurement: an International Handbook (315-318)*. Oxford: Elsevier Science Ltd.,
- Amit, M., & Vinner, S. (1990). *Some Misconceptions in Calculus: Anecdotes or the tip of an iceberg?*. In G. Booker, P. Cobb, and T.N. de Mendicuti (Eds.), *PME14*, (1, 3-10). Cinvestav, Mexico.
- Aztekin, S. (2008). *Farklı yaş grubundaki öğrencilerde yapılanmış sonsuzluk kavramlarının araştırılması*, (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aztekin, S. (2012). Repertuar Çizelge Tekniği ile Matematikteki Limit Kavramı ile İlgili Anlayışların Belirlenmesi, *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(3), 659-671.
- Bannister, D., & Mair J.M. (1968). *The Evaluation of Personal Constructs*. London: Academic Press.
- Bezuindenhout; J. (1998). First-year university students' understanding of rate change. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*. 29(3), 389-399.
- Biber, A., & Argün, Z. (2012). Matematik öğretmen adaylarında iki değişkenli fonksiyonların limiti kavramının yapılandırılmasının incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 56-66.
- Bingölbali, E. (2008). Türev kavramına ilişkin öğrenme zorlukları ve kavramsal anlama için öneriler. M. F. Özmantar, E. Bingölbali, ve H. Akkoc (Der.), *Matematsel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri (223-255)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bryman, A., & Bell, E. (2011). *Business research methods* (4th Edition). Oxford: Oxford University Press.

- Cohen, L., Lawrence M., & Keith M. (2000). *Research methods in educations* (5th Edition). London and New York: Routledge, Falmer. Taylor & Francis Group.
- Desfitri, R. (2016). In-service teachers' understanding on the concept of limits and derivatives and the way they deliver the concepts to their high school students. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 693, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.
- Duran, M., & Kaplan, A. (2016). Lise matematik öğretmenlerinin türevin tanımına ve türev-süreklilik ilişkisine yönelik pedagojik alan bilgileri. *Journal of Education Faculty*, 18(2), 795-831.
- Faccio, E., Castiglioni, M., & Bell, R. C. (2012). Extracting information from repertory grid data: new perspectives on clinical and assessment practice. *TPM: Testing, Psychometrics, Methodology in Applied Psychology*, 19(3), 177-190.
- Fetherstonaugh, T., & Treagust, D.F. (1992) Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653-72.
- Fetherstonaugh, T. (1994). A study of student constructs about energy, *Research in Science and Technological Education*, 12(2), 117-127.
- Heid, K.M. (1988). Reseq uencing skills and concepts in applied calculus using the computer as a tool, *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 3-25.
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Jones, S. R., & Watson, K. L. (2018). Recommendations for a "target understanding" of the derivative concept for first-semester calculus teaching and learning. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 4(2), 199-227.
- Kaplan, A., Öztürk, M., & Öcal M. F. (2015). Relieving of misconceptions of derivative concept with derive. *International Journal of Research in Education and Science*, 1(1), 64-74.
- Kelly, G.A. (1955). *Thepsychology of personalconstructs* (Vol. 1). New York: W.W. Norton.
- Miles, M. B., & M. Huberman (1994). *Qualitative data analysis: A Sourcebook of New Methods*. 2d Edition. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Orton, A. (1983). Student's understanding of differentiation. *Educational Studies in Mathematics*, 14, 235-250.
- Skemp, R. (1978). Relational understanding and instrumental understanding, *Arithmetic Teacher*, 26(3), 9-15.
- Tall, D. (1992). Current difficulties in the teaching of mathematical analysis at university: an essay review of Victor Bryant yet another introduction to analysis. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 92(2), 37-42.

- Tall, D. (1993). *Students' difficulties in calculus*. Paper presented at the Proceedings of Working Group 3, ICME-7, (pp. 13-28). Quebec, Canada.
- Tanhan, F. (2013). Repertory Grid Görüşme Tekniğine Dayalı Olarak Okul Psikolojik Danışmanlarının Niteliklerinin İncelenmesi, *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 5(40), 186-197.
- Ubuş, B., (2001). First year engineering students' learning of point of tangency, numerical calculation of gradients, and the approximate value of a function at a point through computers. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(1), 113-137.
- Weber, E., Tallman, M., Byerley, C., & Thompson, P. W. (2012). Introducing derivative via the calculus triangle. *Mathematics Teacher*, 104(4), 274-278.
- Williams, S.R. (2001). Predications of the Limit Concept: An Application of Repertory Grids. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 341.
- Winer, L.R., & Jesus, V. A. (1995). *The potential of Repertory Grid Technique in the Assesment of Conceptual Change in Physichs*. Montreal Univ. (Quebec).
- Yorke, D.M. (1978). Repertory grids in educational research: some methodological considerations. *British Educational Research Journal*, 4(2), 63-74.
- Zandieh, M. (2000). A Theoretical and Framework for Analyzing Student Understanding of The Concept of Derivative. (S. 128-153), (Ed: E. Dubinsky, A. Schoenfeld, J. Kaput), *Research in College Mathematics Education, IV*. Providence, RI: American Mathematical Society.
- Zembat, İ. Ö., Özmantar, M. F., Bingölbali, Erhan. (2013). *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar*. Ankara: Pegem Akademi.

### Extended Abstract

Educational techniques can be developed and evaluated depending on their abilities, not only to improve students' performance in tests but also to initiate conceptual change. The first step towards this is to define the student's current concept chart accurately and efficiently. However, such an assessment is rarely made due to the difficulty and time-consuming task of the task (Fetherstonhaugh & Treagust, 1992). The difficulties encountered in evaluating the conceptual change are variable. Interviews and concept maps provide rich data, but it takes time to implement and analyze (Winer & Jesus, 1995). It is a requirement to reveal how and how the student understands the subject in mathematics education, to be able to overcome the student's cognitive defense mechanism while revealing this, and to present the important aspects of the subject to the teacher in items. In line with this requirement, it is thought that with the concept analysis techniques commonly used in psychology, students' own models and concept images created about mathematics issues can be determined better (Aztekin, 2012). Repertoire chart technique was developed by Kelly to be useful

in clinical practice and research. This method provides important information in understanding the mental structures of the participants. However, it is seen as a complex method that requires much time and effort for the clinician. The advantage of the method is that it provides the practitioner with the opportunity to access mathematical and statistical data, which have been meticulously analyzed by the computer. (Faccio, Castiglioni & Bell, 2012). Repertory chart technique is a table showing the relationships between the structures and the items created by the participant or researcher. Items that make up the repertoire chart; there may be objects, thoughts, propositions, events. The items are usually determined by the researcher and the subject to be investigated. The structures, on the other hand, express the similarity and contrast between the items and are bipolar (good-bad, right-wrong, potential difference-no). Repertory chart technique can be used in many areas. Education is one of them. Repertoire chart technique has been used by many educators as a measurement and evaluation tool in various subjects (Abzaoğlu, 2009; Aztekin, 2003; Aztekin 2008; Bryman, A. & Bell, E., 2011; Williams, 2001; Winer & Jesus, 1995).

The purpose of this study is to examine the conceptual structures related to the derivative subject of the Repertoire Chart Technique and Science and Mathematics teacher candidates. It is normal for mathematically different understandings and different conceptual structures to be formed in a subject that has connections with many mathematics topics such as derivatives. According to the results of the literature researches, a study in which the concept structures and understanding of science and mathematics teacher candidates related to this subject was determined could not be found. In this study, it is thought that science and mathematics teacher candidates will contribute to the elimination of this shortcoming by investigating their understanding of derivative.

This research has been made on the education faculty of a city university on the North of Turkey with 5 Science, 5 Maths students who are study Primary Science and Maths Education who has been taken Derivative Lessons. The success of teacher candidates which attend this research has been designated by lecturer and researcher used with final test results about the subject and derivative success test.

The necessary data for creating repertory grid technique have been obtained "Graduation" and "Structured Interview" methods. The qualitative and quantitative methods have been used analysing of grids. This research contains two students' answers analysis who are attended the research and results of interview.

The data obtained in the study were analyzed by the researcher and a specialist, taking into account the repertoire charts. In order to ensure the reliability of the research, the score differences obtained from the charts were evaluated separately by the researcher and the expert. When the tables that appeared for each student were compared, it was seen that the percentage of agreement varied between 80% and 90%.

These rates are considered reliable according to Miles and Huberman (1994). Notes that are incompatible are reviewed and a consensus is reached for each table.

As a result of the research, while the derivative-speed relationship dominates the science teacher candidate's derivative concept structure, it is seen that the derivative's limit and continuity relationship is not used much. In the concept structure of the prospective mathematics teacher, it was concluded that the subject was handled in terms of derivative-slope, derivative-limit. The concept structures of the participants were formed with memorized information they learned about the subject, and the semantic learning that the relationship between concepts was established did not take place. Therefore, students have difficulties in establishing the derivative-limit, derivative-slope and derivative-exchange rate, derivative-continuity relationship determined in the literature (Akkaya, 2009). While the concept of derivative is presented to students, it is concluded that if the subject is presented to students by using the concepts of speed, tangent, instantaneous speed, slope, limit, rate of change, instantaneous rate of change, continuity on the same example and by clearly explaining the relationship between them, it will be better in terms of providing conceptual understanding.