T.C
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

MATEMATİKSEL SOYUTLAMAYA YÖNELİK TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ: İÇERİK ANALİZİ

Betül KESKİN

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Duygu ALTAYLI ÖZGÜL

Sivas-2024

MATEMATİKSEL SOYUTLAMAYA YÖNELİK TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ: İÇERİK ANALİZİ

Betül KESKİN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Duygu ALTAYLI ÖZGÜL

Sivas
Ocak 2024

KABUL VE ONAY

Betül KESKİN tarafından hazırlanan "Matematiksel Soyutlamaya Yönelik Türkiye' de Yapılan Çalışmaların İncelenmesi: İçerik Analizi" başlıklı bu çalışma, 12.01.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç Dr. Mesut ÖZTÜRK (Jüri Başkanı)

Dr. Öğr. Üy. Duygu ALTAYLI ÖZGÜL (Danışman)

Doç. Dr. Kübra POLAT (Üye)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Murat BURSAL

Enstitü Müdürü

ETİK SÖZÜ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

12/01/2024

Betül Keskin

Yeğenim Eliz'e

ÖZET

KESKİN, Betül, Matematiksel soyutlamaya yönelik Türkiye'de yapılan çalışmaların incelenmesi: içerik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 2024.

Bu araştırmada, Türkiye'de matematik eğitimi alanında matematiksel soyutlamaya ilişkin yapılmış lisansüstü tezler ve makaleler çeşitli boyutlarda incelenerek konuya ilişkin genel eğilimin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmanın modeli, nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesidir.

Araştırmanın verilerini; matematik eğitiminde yapılmış matematiksel soyutlamaya ilişkin yapılmış olan Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nde veri tabanında yer alan açık erişimli lisansüstü tezler ve Google Akademik'teki makaleler oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri yayın sınıflama formu aracılığıyla toplanmıştır. Veri toplama işlemi "Soyutlama, RBC, RBC+C, bilgi oluşturma süreci, APOS" anahtar kelimeleriyle yapılmıştır. Yapılan tarama sonucunda 2006-2023 yılları arasında yayımlanmış 34 RBC+C Teorisi, dört Piaget Soyutlama Teorisi ve 22 APOS Teorisi ile ilgili olmak üzere toplamda 60 lisansüstü teze ve 2010-2023 yılları arasında yayımlanmış 25 makaleye ulaşılmıştır. Bu bağlamda, çalışma kapsamında toplanan verilerin analizi için betimsel içerik analizi modeli tercih edilmiştir.

Ulaşılan lisansüstü tezler ve makaleler; türlerine, yayımlandıkları yıllara, kullandıkları yöntemlere, örneklem türlerine, veri toplama araçlarının türlerine, veri analiz yöntemlerinin türlerine, konu edindikleri öğrenme alanlarına, sonuçlarına ve önerilerine göre incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar frekans, yüzde tabloları ve grafikler aracılığıyla sunulmuştur.

Araştırma sonucunda; incelenen lisansüstü tezlerin daha çok yüksek lisans düzeyinde yapıldığı, nitel yöntemin nicel ve karma yönteme göre daha fazla tercih edildiği, araştırma yöntemi olarak genellikle durum çalışmasının tercih edildiği ve örneklem grubu olarak da genellikle ortaokul ve lisans öğrencilerinin tercih edildiği belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar daha çok görüşme, doküman/kayıt incelemesi ve gözlem gibi veri toplama araçlarına başvurmuşlardır. Yapılan çalışmaların daha çok sayılar ve işlemler öğrenme alanlarında ve çalışmaların doğası gereği RBC/ RBC+C

teorisi, APOS teorisi, ACE döngüsü ve bunlardan farklı olarak gerçekçi matematik eğitimine ilişkin gerçekleştirildiği belirlenmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda; araştırmacılara ve eğitim-öğretim uygulamalarına yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur. Bu öneriler, matematiksel soyutlama üzerine çalışacak olan araştırmacılar için bir rehber niteliğindedir. Aynı zamanda, elde edilen bulguların eğitim süreçlerine daha etkili bir şekilde entegre edilmesi konusunda da önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

Anahtar Sözcükler

Soyutlama, RBC, APOS, Piaget Soyutlama Teorisi, Betimsel İçerik Analizi, Matematik Eğitimi

ABSTRACT

KESKİN, Betül, Examining studies conducted in Turkey on mathematical abstraction: content analysis, Master Thesis, Sivas, 2024.

In this study, it is aimed to reveal the general trend on the subject by examining postgraduate theses and articles on mathematical abstraction in the field of mathematics education in Turkey in various dimensions. The model of the research is document review, one of the qualitative research methods.

The data of the study consisted of open access graduate theses in the database of the National Thesis Center of the Council of Higher Education and articles in Google Scholar on abstraction skills in mathematics education. The data of the study were collected through the publication classification form. Data collection was done with the keywords "Abstraction, RBC, RBC+C, knowledge construction process, APOS". As a result of the search, a total of 60 graduate theses published between 2006 and 2023, 34 on RBC+C Theory, four on Piaget's Abstraction Theory and 22 on APOS Theory, and 25 articles published between 2010 and 2023 were reached. In this context, descriptive content analysis model was preferred to analyze the data collected within the scope of the study.

The postgraduate theses and articles were examined according to their types, years of publication, methods used, sample types, types of data collection tools, types of data analysis methods, learning areas, results and recommendations. The results obtained were presented through frequency, percentage tables and graphs.

As a result of the research, it was determined that the postgraduate theses examined were mostly conducted at the master's level, qualitative method was preferred more than quantitative and mixed methods, case study was generally preferred as the research method, and secondary school and undergraduate students were generally preferred as the sample group. In addition, researchers mostly used data collection tools such as interviews, document/record analysis and observation. It was determined that the studies were mostly carried out in the learning areas of numbers and operations and the nature of the studies were related to RBC / RBC + C theory, APOS theory, ACE cycle and realistic mathematics education different from these.

As a result of this study, several suggestions were presented for researchers and educational practices. These recommendations serve as a guide for researchers who will work on abstraction skills. At the same time, it also constitutes an important resource for integrating the findings obtained into educational processes more effectively.

Key words

Abstraction, RBC, APOS, Piaget's Abstraction Theory, Descriptive Content Analysis, Mathematics Education

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışma sürecinde bana inanan, beni yüreklendiren ve güdüleyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Duygu ALTAYLI ÖZGÜL'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans tez sürecinde bilgisi, deneyimleri ve en önemlisi dostluğu ile her konuda yardımını gördüğüm hocam Arş. Gör. Kenan KONUR'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca emeklerini esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Mesut BÜTÜN, Dr. Öğr. Üyesi Seval IŞIK ve Dr. Öğr. Üyesi Handan DEMİRCİOĞLU' na teşekkürlerimi sunuyorum.

Değerli vaktini benimle paylaşan, araştırma boyunca sorularıma içtenlikle cevap veren değerli hocam Prof. Dr. Serkan BULDUR'a ayrıca teşekkürlerimi sunuyorum.

Jüri üyelerimiz Doç.Dr. Mesut ÖZTÜRK ve Doç. Dr. Kübra POLAT' a teşekkürlerimi sunuyorum.

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan desteklerini her an yanımda hissettiğim aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

Betül KESKİN

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil **Sayfa**

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo **Sayfa**

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

Bu başlık altında araştırmanın; problem durumuna, problem cümlesine, alt problemlerine, amacına, önemine, varsayımlarına, sınırlılıklarına ve tanımlarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Matematik öğretiminin öncelikli hedeflerinden biri, öğrencilerin üstbilişsel bilgi ve yeteneklerini geliştirerek kendi öğrenme süreçlerini bilinçli bir şekilde yönlendirebilmelerini sağlamaktır. Ayrıca matematik kavramlarını günlük yaşamlarında etkili bir şekilde kullanmalarına olanak sağlamak da amaçlanmaktadır (MEB, 2018). Bu amaçlara ulaşabilmek için, matematik öğretimi sürecine öğrencilerin aktif bir şekilde dahil edilmesi gerekmektedir. Sonuç odaklı matematik öğretimi gerçekleştirmek çoğu zaman öğrencilerin öğretim sürecine dâhil olmasının önüne geçebilmektedir. Öğrencinin sürece dâhil olmaması ise bahsedilen amaçlar doğrultusunda anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinde sorunlara yol açacaktır. Buradan hareketle öğrencilerin ne öğrendiklerinden ziyade nasıl öğrendikleri konusuna yoğunlaşmak daha faydalı olacaktır. Öğretmenler, öğretim programlarını uygulayan kişiler olarak, bu aşamada önemli sorumluluklar üstlenmektedirler. Eğitim programları teorik olarak ne kadar iyi tasarlanmış olursa olsun, öğretmenlerin konuya ilişkin bilgi ve becerileri, programın etkili bir şekilde uygulanmasında önem taşımaktadır. Diğer yandan matematik dersi doğası gereği soyut bir ders olarak nitelendirilmektedir (Frenkel, 2013). Soyut bir bilgi türü olarak matematiksel bilgilerin öğrenciler tarafından nasıl kazandıklarının incelenmesi bilim insanları tarafından ilgi görmektedir. Matematik eğitiminde, birçok matematiksel kavramın soyutlama yoluyla elde edilmesi, bilgi oluşturma sürecini anlamayı içeren bir gerekliliği de beraberinde getirmektedir. Günümüz matematik eğitimi anlayışında öğrencilerin bilgiyi nasıl edindikleri, zihinlerinde bu bilgiyi nasıl yapılandırdıkları, hangi süreçlerden geçirdikleri araştırma konuları arasında yer almaktadır (Sezgin Memnun & Altun, 2012).

Bilginin öğrencilerin zihinlerinde oluşması sürecini direkt olarak gözlemek mümkün olmasa bile bilginin nasıl oluştuğunun ve hangi içsel süreçlerden geçtiğinin bilinmesi öğretmenler tarafından öğretim sürecine doğru ve etkili müdahale yapılmasına imkân tanıyacaktır (Sancho, 2008). Posner (1970), bu süreci soyutlama süreci olarak tanımlamıştır. “Soyutlama” sözcüğü Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğünde “Bir nesnenin özelliklerinden veya özellikleri arasındaki ilişkilerden herhangi birini tek başına ele alan zihinsel işlem, gerçeklikte ayrılamaz olanı düşüncede ayırma, tecrit, abstraksiyon” olarak yer almaktadır. Soyutlama; matematiksel bir nesne, bir prosedür veya ikisinin koordinasyonu olabilen belirli bir durumda, durumun bir bileşeninde neyin esas olduğunun belirlenmesidir (Dubinsky, 2000). Soyutlama süreci ise daha önce oluşturulmuş matematiksel bilgilerin dikey olarak yeniden düzenlenerek yeni bir matematiksel yapı oluşturma aktivitesidir (Hershkowitz, Schwarz, & Dreyfus, 2001). Matematik eğitiminde soyutlama süreci ise, bilgi oluşturma sürecinin belli bir öğrenme ortamı içerisinde gerçekleşmesi olarak düşünülebilir (Ron, Dreyfus & Hershkowitz, 2010). Matematiksel soyutlamada, kişi genellikle bu özü biçimsel bir dil veya bir dizi aksiyom gibi sistematik bir şekilde ifade eder (Dubinsky, 2000). Literatür incelendiğinde soyutlama sürecini incelemeyi amaçlayan çeşitli teorilerin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu teorilerde soyutlama süreci; bilişsel (Piaget, APOS) ve sosyokültürel (RBC) olmak üzere iki farklı bakış açısıyla yorumlanmaktadır. Bilişsel yaklaşımda, soyutlamanın sadece insan zihninde gerçekleşen bir süreç olduğu ve öğrenmenin konuya ilişkin örneklerdeki benzerliklerden hareketle gerçekleşeceği belirtilmektedir (Tutak & Güder, 2014). Soyutlama sürecini sosyokültürel bakış açısıyla ele alan araştırmacılar ise öğrenmenin çevreden, araç kullanımından, sosyal etkileşimden ve ortamı çevreleyen koşullar aracılığıyla gerçekleşeceğini belirtmektedirler (Kaplan & Açıl, 2015).

Soyutlama matematik öğrenmede merkezi bir süreçtir ancak gözlemlenmesi oldukça zordur (Dreyfus vd., 2001). Ayrıca soyutlama nesnel evrensel bir süreç değil; bağlama, katılımcıların geçmişine ve etkileşimlerine büyük ölçüde bağlıdır (Dreyfus vd., 2001). Birçok öğrenci soyut matematiksel kavramları ve ilişkileri anlamlandırmakta zorluk çekmektedir. Matematik sınavlarında başarılı olan öğrenciler bile nadiren kavramlara günlük örnekler verebilmekte veya genellemenin değerini açıklayabilmektedir. Bu durumun önemli bir nedeni öğretmenlerin ve eğitimcilerin soyutlama ve genellemenin doğasını sıklıkla yanlış anlamalarıdır (Mitchelmore, 2002). Bu kapsamda kavramların öğretiminden önce öğrencilerin bu kavramlar hakkında sağlam bir anlayışa sahip olmaları gerektiği vurgulanmakta ve öğretmenin temel kavramları anlayan bir öğrenciyi daha ileri kavramları oluşturmaya yönlendirebileceği belirtilmektedir (Hassan & Mitchelmore, 2006). Kavramların öğrenme süreçlerini anlamak, öğrenenin geçtiği aşamaları incelemek, öğrenenlerin bilgi yapılarını oluştururken kullandıkları bilgileri tanıma ve kullanma şekillerini anlamamıza yardımcı olur. Bu yaklaşım, öğrenenlerin karşılaştığı zorlukların nedenlerini ve bu zorlukların bilişsel adımlar içindeki konumunu araştırmacılara açıklar. Ayrıca, öğrenenlerin bilgi yapılarını geliştirme süreçlerine dair bilgi elde etmek için bir temel oluşturur (Kobak Demir & Gür, 2020).

Matematik öğretimi alanında son zamanlarda yapılan çalışmalar incelendiğinde, matematiksel soyutlamaya ilişkin çalışmaların (Açıl, 2015; Altaylı Özgül & Kaplan, 2016; Çetin, 2009; Dündar, 2019; Faydacı, 2008; Savaş, 2022; Sezgin-Memnun ve Altun, 2012; Şefik, 2017; Widada vd., 2019) yer aldığı görülmektedir. Yapılan bu çalışmalarda genel olarak bireylerin düşünme süreçleri ve soyutlama becerileri ele alınmıştır.

Piaget, APOS ve RBC soyutlama modellerinin matematik eğitiminde ortaya koyduğu gelişmeleri ve bu modelin bu gelişime olan etkisini anlamak için içerik analizi çalışmaları önemli bir role sahiptir. İçerik analizi, veriden tekrarlanabilir ve geçerli sonuçlar elde etmek amacıyla onun içeriğiyle ilgili kullanılan bir araştırma tekniğidir (Kirppendorff, 1980). İlgili alan yazında matematiksel soyutlamaya yönelik araştırmaların incelendiği Topuz, Cantürk Günhan (2020), APOS teorisine yönelik makalelerin incelendiği çalışmalar Bayraktar vd. (2019); Şefik vd. (2021), RBC+C teorisine yönelik yayınlanan makalelerin incelendiği çalışma (Beyazhançer, Altun, 2023) ve soyutlamaya yönelik lisansüstü tezleri inceleyen Günday (2023) araştırmalar bulunmaktadır. Ancak Türkiye'de matematik eğitiminde soyutlama konusunda yapılan lisansüstü tezleri ve Google Akademik'te bulunan makaleleri ele alan herhangi bir içerik analizi araştırmasının bulunmaması bu çalışmayı değerli kılmaktadır. Çalışmanın bu yönüyle literatürdeki boşluğu doldurarak ve gelecekte yapılacak tez ve makale araştırmalarına rehberlik edeceği düşünülmektedir.

1.2.Problem Cümlesi

Türkiye'de matematik eğitimi alanında yapılan soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezlerin ve makalelerin eğilimleri nasıldır?"

1.3. Alt Problemler

1. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler türüne (Yüksek Lisans-Doktora) göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
2. Soyutlama teorileri, yayımlandıkları yıllara göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
3. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler ve makaleler kullandıkları yönteme göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
4. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler ve makaleler örneklem türlerine göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
5. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler ve makaleler veri toplama araçlarının türlerine göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
6. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler ve makaleler veri analiz yöntemlerinin türlerine göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
7. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler ve makaleler öğrenme alanlarına göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
8. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler ve makaleler kullanılan strateji/yönteme göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
9. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler ve makaleler araştırmanın sonuçlarına göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
10. Soyutlamaya ilişkin lisansüstü tezler ve makaleler araştırmanın önerilerine göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?

1.4. Araştırmanın Amacı

Matematiksel soyutlama matematiksel kavramların anlamlı olarak öğrenilmesinde oldukça önemli bir beceridir. Bu becerinin incelenmesi öğrencilerin soyut matematiksel kavramları zihinlerinde nasıl oluşturduklarına yönelik ipuçları sağlamaktadır. Son yıllarda Türkiye'de matematiksel soyutlamayı temel alan çalışmalara rastlanmaktadır. Bu çalışmaların eğilimini tespit etmek ileride bu konuda çalışma yapacak araştırmacılara ve öğretmenlere bir ışık tutacaktır. Bu nedenle bu araştırmada, daha önceden yapılan çalışmaların araştırmanın alt problemlerinde yer alan eğilimlerinin tespit edilmesi ve bu bağlamda ileride yapılacak çalışmalara yönelik yol göstermesi amaçlanmaktadır.

1.5. Araştırmanın Önemi

Türkiye'de 2000'li yılları izleyen yıllarda matematik eğitiminde yapılan çalışmaların sayılarında bir artış olduğu belirtilmektedir (Tereci & Bindak, 2019). Fakat yapılan bu çalışmaları belirlenen kriterlere göre karşılaştırmalı olarak inceleyen araştırmaların sayısı oldukça azdır. Bu kapsamda belirlenen kriterlere göre yapılan araştırmaların incelenmesi ve ulaşılan sonuçların paylaşılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Matematiksel soyutlama yeteneği, ileri matematiksel düşünmenin içerdiği bileşenlerden biridir ve bu nedenle ustalaşması kolay bir şey değildir. Matematiksel soyutlama yeteneği öğrenciler için oldukça önemlidir. Çünkü bu yapı sayesinde öğrenciler kavramları oluşturulabilmektedirler (Fitriani & Nurfauziah, 2019). Kavramlar doğrudan öğrencilere aktarılmamalıdır. Ancak bu şekilde ortaya çıkan öğrenme süreci daha anlamlı ve kalıcı olacaktır (Hendriana & Fitriani, 2019). Yapılan çalışmaların matematiksel soyutlama kapsamında incelenmesi, analiz edilmesi, yorumlanması ve sonuçlarının açık bir şekilde diğer araştırmacılar ve eğitimcilerle paylaşılması sağlayacağı farkındalık bakımından değerli olabilir. Bu nedenle, yapılan çalışmalardaki matematiksel soyutlamaya yönelik eğilimlerinin belirlenmesi matematik eğitimi ve öğretimine ilişkin alan yazın açısından önem teşkil etmektedir.

Bu araştırma, Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki soyutlama ile ilgili yapılan tez ve makale çalışmalarını detaylı bir şekilde inceleyerek; bu çalışmaların hangi konulara ve metodolojilere odaklandığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca, bu tez çalışmalarından elde edilen sonuçları ve yapılan önerileri içeren özgün bir perspektif sunarak, matematik eğitimi alanındaki güncel bilgi birikimine katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

1.6. Varsayımlar

Erişilen lisansüstü tezlerin ve makalelerin, Türkiye'de 2023 yılı ağustos ayına kadar yapılan konuya ilişkin tüm araştırmaları temsil ettiği, güncel ve bilimsel olarak doğru oldukları ve verilerin toplanması aşamasında araştırmacı tarafından belirlenen kriterlerin çalışmanın amacına uygun olduğu varsayılmıştır.

1.7. Sınırlılıklar

Araştırmanın verileri, 2005-2023 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezi web adresinde yayınlanmış lisansüstü tezlerden sadece erişime açık olanlarını ve Google Akademik'te tam metin erişim imkânı sunan Türkçe makaleleri kapsamaktadır. Ayrıca farklı dillerdeki ve lisansüstü tez ve makale çalışmaları dışındaki (bildiri, kitap bölümü gibi) soyutlama süreçleri çalışmalarını içermemektedir. Dolayısıyla elde edilen veriler ancak kendi bağlamı içerisinde değerlendirilmiştir.

1.8. Tanımlar

Araştırmada geçen bazı kavramların tanımlarına aşağıda yer verilmiştir. İlgili kavram detaylı olarak Kavramsal Çerçeve bölümünde sunulmuştur.

Soyutlama: Daha önce oluşturulmuş matematiksel bilgilerin dikey olarak yeniden düzenlenerek yeni bir matematiksel yapı oluşturulması aktivitesidir (Hershkowitz vd., 2001).

Betimsel İçerik Analizi: Aynı konu üzerine birbirinden bağımsız olarak yapılan nitel ve nicel çalışmaların derinlemesine incelenip düzenlenmesi işlemidir. Böylece o konu ya da alandaki genel eğilimler belirlenebilmektedir (Ültay vd., 2021).

BÖLÜM II

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu başlık altında araştırmanın kavramsal çerçevesine yer verilmiştir. Bu kapsamda soyutlama sürecine ve soyutlama teorilerine ilişkin bilgi sunulmuştur. Ayrıca matematiksel soyutlama ile ilgili yapılan çalışmalara ve içerik analizi çalışmalarına da yer verilmiştir.

2.1. Matematik Eğitimi ve Soyutlama

Matematik hem günlük hayatta hem de bilimde kullanılan önemli bir araçtır. Yazılı ve sözlü iletişim becerilerinin yanı sıra, problem çözme ve sayısal beceriler de temel öğrenme ihtiyaçlar arasında görülmektedir. Bundan dolayı matematik, erken çocukluk dönemini de kapsayarak eğitim ve öğretimin her kademesinde önemli bir bilim dalı olarak görülmektedir (Baykul, 1999). Alan yazında matematiğin çeşitli tanımları yer almaktadır. Umay'a (2002) göre matematik; mantık yoluyla sayılar, çokluklar ve şekiller arasındaki özelliklileri, yapıyı ve ilişkileri inceleyen ayrıca cebir ve geometri gibi alt dalları olan bir bilimdir. Farklı bir tanımda ise matematik, mantık bilimi olmanın yanı sıra düşünme yöntemidir (Işık, Çiltaş & Bekdemir, 2008).

2018 yılında Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan Matematik Dersi Öğretim Programı, matematik dersinin özel amaçlarını; "*i)* matematiksel kavramları anlayabilen ve bu kavramları günlük hayatta kullanabilen, *ii)* üstbilişsel bilgi ve becerilerini geliştirmek için istekli, bu bilgi ve becerileri öğrenirken süreci bilinçli biçimde yönetebilen, *iii)* araştırma yapan, bilgiyi üretmekte istekli ve öğrendiği bilgileri kullanma becerilerini geliştirebilecek potansiyele sahip bireyler yetiştirmek" olarak belirtmektedir. Matematik programının genel amacı, öğrencilerin bir problemde bulunan bilgiler arasında bağlantı kurma becerilerini geliştirmektir (MEB, 2018). Bu hedefe paralel olarak, 21. yüzyıl eğitim perspektifi öğretmenlere yeni roller ve talepler getirmektedir. Öğretmenler, öğrencilerin yapılandırmacı müfredat hedeflerini anlayarak, sınıflarındaki öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun öğrenme ortamları oluşturmalıdır (Anagün, 2018). Son dönemlerde, matematiğin öğretiminde önemli düşünce değişiklikleri gözlemlenmektedir. Bu değişiklikleri destekleyen temel bir kuram ise yapılandırmacı öğrenme kuramıdır (Olkun & Toluk, 2004). Bu kuram, öğrencilerin aktif katılımını ve problem çözme becerilerini ön planda tutarak matematik öğretimini zenginleştirmeyi amaçlamaktadır. Yapılandırmacı öğrenme kuramında, matematik bilgisini teorik olarak öğrenmek yerine, matematiği pratiğe dökerek öğrenme süreci vurgulanmaktadır. Yani bireyin bilgiyi kendi çabalarıyla edinmesi ve bu süreçte sorumluluk alması ön plandadır (Güneş, 2012). Matematiksel bilginin kazanılması; matematiksel eylemleri, süreçleri ve nesneleri inşa ederek veya yeniden yapılandırarak şemalar halinde düzenlemeyi içerir (Asiala vd., 1997). Öğrencinin bilgiyi oluşturma aşaması, bir anlamda bilginin soyutlanması ile doğrudan ilişkilidir (Hershkowitz vd., 2001). Matematik, soyutlama prensiplerine dayalı bir bilim olduğundan ve matematiksel kavramlar soyutlama yoluyla elde edildiğinden, matematik eğitiminde bilginin soyutlanması önemli bir husus olarak değerlendirilmektedir (Altun 2008). Hershkowitz *vd.* (2001), soyutlamayı "*önceden oluşturulmuş matematiksel bilginin yeni bir matematiksel yapıya dikey olarak yeniden düzenleme aktivitesi*" olarak tanımlamaktadır.

Soyutlama, matematik öğretimi ve öğrenimi için gerekli olan yapıcı bir süreçtir. Matematik öğretimi ile fizik, biyoloji gibi konuların öğretimi arasında temel bir fark vardır. Gerçek bir bitki üzerinde bir şeyler gösteren biyoloji öğretmeni aslında bitkiler hakkında bir şeyler öğretmeye çalışmaktadır. Ancak gerçek bir nesne üzerinde üçgen kavramını gösteren bir matematik öğretmeninin genellikle gerçek nesnelerle uğraşmak yerine gerçek dünyadaki hiçbir şeyle aynı olmayan zihinsel bir yapıyı aktarmaya çalışır. Biyoloji öğretiminde ağaç resmi gerçek ağaçların ikonik bir modeli iken matematik öğretiminde tahtaya çizilen üçgen soyut bir fikrin modelidir (Damerow & Damerow, 1996).

Soyutlama, başlangıçta bilgi kuramcılarının odaklandığı bir kavram olmuş olsa da öğrenme süreci üzerindeki araştırmaların artmasıyla birlikte, eğitim kuramcılarının da ilgisini çekmiş ve üzerinde araştırma yapılan bir kavram haline gelmiştir (Altun & Yılmaz 2008). Alan yazında soyutlama ile ilgili birçok görüş yer almaktadır. Piaget'in bilişsel kuramı soyutlamanın temelinde yer almaktadır. Zihinsel işlemlerin sınıflandırılması ve şema teorisi soyutlama kavramının ortaya çıkışında önemli olarak görülmektedir (Hershkowitz vd., 2001). Boero'ya (2002) göre matematiksel soyutlama teorisinin gerektirdiği özellikler şu şekildedir;

İlk olarak, farklı okul seviyelerinde matematik öğrenme ve öğretme süreçlerinde karşılaşılan tüm soyutlama türlerini kapsamalıdır. İkinci olarak, öğrencilerin matematiksel bilgiye yaklaşımlarında soyutlama yapmada karşılaştıkları zorlukları anlama yeteneğine sahip olmalıdır. Üçüncü olarak, ilgili eğitimsel konularla ilişkili değişkenlere dikkat çekebilmelidir. Son olarak, matematiğin epistemolojisi ve bilişsel bilimler alanındaki araştırmaları göz önünde bulundurmalıdır.

2.2. Soyutlama Kavramına İlişkin Teoriler

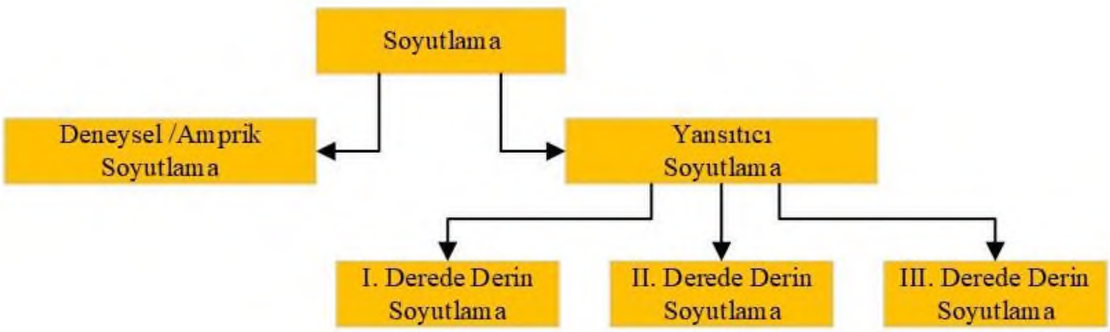
Alan yazında soyutlama kavramına ilişkin çeşitli görüşler yer almaktadır. Bunlar arasında Piaget, APOS ve RBC+C soyutlama teorileri gelmektedir.

2.2.1. Piaget'nin Soyutlama Teorisi

Piaget nihai kaynaklarına ve yapılanma tarzlarına göre üç tür bilgiyi birbirinden ayırmıştır: fiziksel bilgi, sosyal (geleneksel) bilgi ve mantıksal-matematiksel bilgi. Fiziksel bilgi, dış gerçeklikteki nesnelerin bilgisidir. Herhangi bir varlık veya nesnenin rengi ve ağırlığı fiziksel bilgiye örnektir. Sosyal bilgiye örnek olarak İngilizce ve İspanyolca gibi insanlar arasında gelenek yoluyla oluşturulan diller verilebilir. Mantıksal-matematiksel bilgi zihinsel ilişkilerden oluşur ve bu ilişkilerin nihai kaynağı her bireyin kendisindedir. Örneğin bireye bir kırmızı ve bir mavi varlık sunulduğunda bunların farklı ya da benzer olduğunu düşünebilir. (Kamii & Baker-Housman, 2000). Piaget'nin sayının mantıksal-matematiksel doğası hakkındaki görüşü, çoğu metinde bulunan matematik eğitimcilerinin görüşüyle keskin bir tezat oluşturmaktadır. Örnek bir matematik metninde (Duncan vd., 1972), sayının "*renk, boyut ve şekil gibi fikirlerin nesnelerin özelliklerine gönderme yapması gibi, kümelerin bir özelliği*" olduğunu belirmişlerdir (Aktaran: Kamii, 2000).

Piaget soyutlama kavramını ise deneysel/ampirik ve yansıtıcı (derin) soyutlama olarak iki şekilde ele almıştır (von Glasersfeld, 1991). Yansıtıcı soyutlamayı ise kendi içinde üç kademeye ayırmıştır. Bunlar; birinci derece derin soyutlama, ikinci derece derin soyutlama ve üçüncü derece derin soyutlamadır (Piaget, 2001). Deneysel soyutlamanın kaynağı fiziksel bilgi iken yansıtıcı soyutlamanın kaynağı mantıksal matematiksel bilgidir. Sosyal bilgi ise her zaman kullanılır (Zembat, 2016). Piaget'nin soyutlama teorisi, düşüncenin gelişimindeki temel zihinsel yapıların ana mekanizması olarak öne çıkar. Bu teori, bireyin zihninde tüm mantıksal-matematiksel yapıların geliştirildiği yansıtıcı soyutlama adı verilen kavramı içerir. (Arnon vd., 2013). Deneysel soyutlamalar gözlemlerle, yansıtıcı soyutlamalar ise koordinasyonlarla ilgilidir (Piaget, 1977).

Piaget'nin teorisinde nesnelerin renginin soyutlanması, sayının soyutlanmasından doğası gereği çok farklı kabul edilmektedir. Nesnelerden özelliklerin soyutlanması için Piaget deneysel soyutlama terimini kullanırken, sayının soyutlanması için yansıtıcı soyutlama terimini kullanmıştır (Kamii, 2000). Piaget'e göre bu soyut düşünme biçimi ancak biçimsel işlemler aşamasında tam anlamıyla gelişebilir. Bu nedenle, Piaget için soyutlama, yalnızca biçimsel işlemlerin daha ileri aşamalarında ustalaşılabilecek temel bir şeyin kabulüyle ilgilidir. Ancak Piaget, yansıtıcı soyutlamanın temel biçimlerinin aynı zamanda temel deneysel işlemleri de işlemesi gerektiğini kabul etmiştir (van Oers, 2001). Piaget'in soyutlama sınıflandırması Şekil 2.1'de yer almaktadır.



Şekil 2.1 Piaget'nin soyutlama sınıflandırması.

2.2.1.1. Deneysel soyutlama

Piaget (2001), deneysel soyutlamayı doğrudan gözlenebilen özellikler olarak tanımlamaktadır. Ona göre, deneysel soyutlama, nesnelerin özelliklerinin genelleştirilmesini ifade etmektedir. Deneysel soyutlama yüzeysel benzerliklere dayanır ve günlük kavram oluşumunda yer alan soyutlama türüdür. Örneğin, "köpek" kavramı, bir çocuğun deneyimindeki belirli hayvanlar arasındaki benzerliğin bir özetidir (Mitchelmore, 2002). Nesnelerin fiziksel özelliklerinden yararlanıldığı için matematiksel anlamda bir genelleme yapılmaz (Zembat, 2016). Piaget (2001), deneysel soyutlamanın gerçek anlamda yeni matematiksel kavramlar kazandırmadığını vurgulamıştır. Ona göre, deneysel soyutlama, matematiksel kavram gelişimine dolaylı bir aracılık yaparak zayıf bir ilişki kurar; bu da matematiksel kavramların gelişimindeki etkisinin sınırlı olduğunu gösterir.

2.2.1.2. Yansıtıcı soyutlama

Yansıtıcı soyutlama kişinin eylemleri üzerinde düşünmesine dayanır. Örneğin, bir nesneyi iki nesneyle yan yana koyduğunuzda her zaman üç nesne elde edeceğiniz gerçeği üzerine düşünmek, bir değişmezliğin (daha sonra $1 + 2 = 3$ olarak ifade edilir) tanınmasına yol açar. Nesnelerin değişmezliği kavramlarla ilişkilendirilir (1, 2 ve 3 sayıları) ve bu değişmez eylemlerle ilişkilendirilir (örneğin toplama işlemi). Yansıtıcı soyutlamada, kavramlar ve ilişkiler sıklıkla birlikte soyutlanır (Mitchelmore, 2002).

Piaget'e göre, bireyin bir kavramı öğrenmesi, kendi zihninde bu kavramı oluşturmasını gerektirir. Bilişsel gelişim sürecinde, bireyin mantıksal-matematiksel yapıları oluşturması için ortaya atılan bu kavram, bireyin kendi düşünce süreçlerini etkileyerek bilgiyi içselleştirme sürecini ifade eder (Dubinsky, 1991). Bundan dolayı matematiksel kavramların kazanılmasında ve farklı düzeylerde oluşturmasında yansıtıcı soyutlama yapıldığını ifade etmiştir (Cetin & Dubinsky, 2017). Piaget (2001), bu soyutlamayı eylemlerin koordinasyonu şeklinde tanımlamaktadır. Yani yapılan eylemler ve bu eylemler arasındaki ilişkilere odaklanmayı vurgulamaktadır. Yansıtıcı soyutlama ile yeni nesneler oluşturmak için eylemler içselleştirilir ve koordine edilir. Bu nedenle, yansıtıcı soyutlamada mantıksal ve matematiksel bilgi bulunmaktadır, bu da zihinsel çelişkilerin ortaya çıkmasını önlemeye yardımcı olur (von Glasersfeld, 2013). Başka bir ifadeyle, Piaget'ye göre yansıtıcı soyutlama kavramı öznenin (zihinsel veya fiziksel) faaliyetleriyle ilgilidir. Piaget yansıtıcı soyutlamanın her zaman iki bölümü olduğunu düşünmüştür. Birincisi, mevcut bilginin daha yüksek bir düşünce düzlemine yansıtılması, diğeri ise bu bilginin yeni yapılar oluşturmak üzere yeniden düzenlenmesi ve yeniden yapılandırılmasıdır (Dubinsky, 1991). Piaget soyutlama kavramını ortaya koyarken yansıtıcı sorgulamayı bütüncül olarak ele alırken, sonraki çalışmalarında hiyerarşik bir kademede ele almaktadır. Bunlar Türkçeye çevrilmesinde anlam kaymasının önüne geçmek adına birinci derece derin soyutlama, ikinci derece derin soyutlama ve üçüncü derece derin soyutlama olarak isimlendirilmiştir (Zembat, 2016).

2.2.1.2.1. Birinci derece derin soyutlama

Piaget birinci derece derin soyutlamada düşünce seviyesini çok düşük olarak ifade etmektedir. Yansıtıcı soyutlama, ele alınan eylemlerin daha yüksek seviyedeki bir düşünce yapısına ulaşmak amacıyla yeniden oluşturulması olarak tanımlanmaktadır (Piaget, 2001).

2.2.1.2.2. İkinci derece derin soyutlama

Birinci düzey derin soyutlama sonucunda elde edilen bilgi ya da fikrin yeniden bir yansıtıcı soyutlama sürecine dâhil olma durumunun söz konusu olması ikinci düzey derin soyutlamaya geçildiğini göstermektedir (Piaget, 2001). Burada temel çıkış noktası bir yansıtıcı soyutlama ürününün yeni bir yansıtıcı soyutlamanın girdisi olma durumudur. İkinci derece derin soyutlamanın ön koşulu birinci derece derin soyutlama yapılmasıdır (von Glasersfeld, 1991).

2.2.1.2.3. Üçüncü derece derin soyutlama

Diğer iki soyutlama kademesi göz önüne alındığında hiyerarşik anlamda en yüksek düzeyde üçüncü derece derin soyutlama yer almaktadır. Üçüncü derece derin soyutlama, soyutlanacak bilgi adına genel ve en kapsayıcı bilginin elde edilme sürecini ifade etmektedir (Piaget, 2001). Bundan dolayı Piaget soyut işlemler döneminin son basamağına üçüncü derece derin soyutlama kademesini koymaktadır. Örnek verilecek olursa üçüncü derece derin soyutlamanın altında, verilen bir sayısal işlemin sağlamasının yapılması ve işlemin geçerli olduğu kanısına varılması yatmaktadır (Piaget, 2001; von Glasersfeld, 1991).

2.2.2. APOS Teorisi

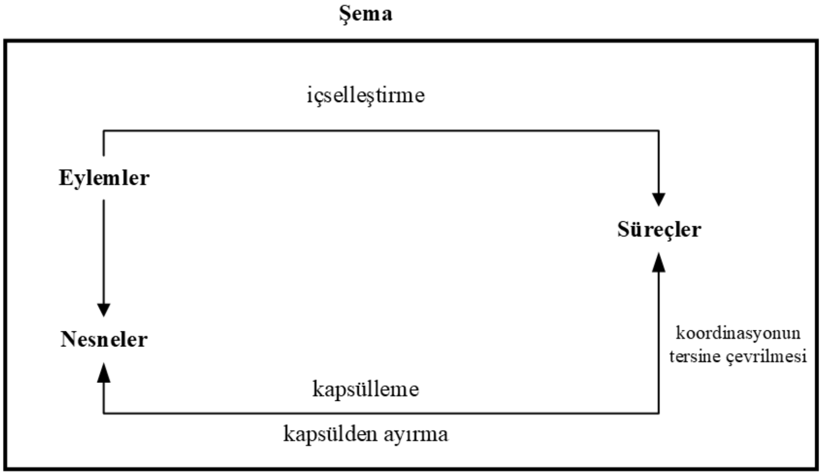
APOS teorisinin kurucusu bir matematikçi olan Ed Dubinsky'dir. APOS APOS, öğrencilerin matematik anlayışındaki zihinsel yapıları temsil eden *"Eylem (**A**ction), Süreç (**P**rocess), Nesne (**O**bject) ve Şema (**S**chema)"* kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Burada, eylemler, bir kavramın bir nesne olarak tanımlanmadan önce gerçekleşmesi gereken süreçleri ifade eder (Dubinsky & McDonald, 2001). APOS teorisi, matematiksel kavramların öğrenilme sürecine dair bir yaklaşım sunmaktadır. Bu teoriye göre, matematik öğrenimi, belirli türde zihinsel yapıların, matematiksel problem durumlarına yanıt olarak oluşturulmasıyla gerçekleşir (Dubinsky, 2000). Diğer bir ifadeyle, matematiksel bir kavramın oluşumunda, bireydeki mevcut zihinsel nesneler belli bir dönüşüm sürecine tabi tutulur (Dubinsky vd., 2008).

APOS Teorisi, çocuklardaki mantıksal düşünmenin gelişimini tanımlama amacıyla Piaget tarafından ortaya atılmıştır. Bu teorinin temel fikri, yansıtıcı soyutlama mekanizmasını kullanarak gelişmiş matematiksel kavramları daha iyi anlamaya yönelik bir çaba içermektedir (Dubinsky, 1991). APOS Teorisine göre birey, matematiksel bir durumla uğraştığında, bilişsel yapıları oluşturmak için belirli mekanizmaları kullanma eğilimindedir. Bu temel mekanizmalara içselleştirme ve kapsülleme adı verilmektedir (Dubinsky vd., 2005). Bu bağlamda, matematiksel kavramların formülasyonu veya tanım yardımıyla bu kavramların öğrenilmesi, yani öğrenenlerin bunları kavrama süreci, aynı şeyler değildir (Oktaç & Çetin, 2016).

APOS teorisi sadece öğrencilerin öğrenme ve kavramsal anlama düzeylerini ölçmek için bir model olarak değil, aynı zamanda “bir eğitim programının bu öğrenmeye yardımcı olmak için neler yapabileceği” anlamına gelmektedir (Dubinsky & McDonald, 2001). Matematiksel anlamda bu yorumun kökenleri, Piaget'nin görüşleri altında yatmakta ve von Glasersfeld'in radikal yapılandırmacılığındaki birçok kavramla benzerlik göstermektedir. APOS Teorisi, Piaget tarafından 16 yaşına kadar olan çocuklar için eylemlerin hangi süreçler halinde genelleştirildiğini, zihinsel nesnelerin nasıl somutlaştırıldığını ve son hale geldiğini açıklamak için geliştirilen bilişsel yapıya dayanmaktadır (Dubinsky & McDonald, 2001; Weyer, 2010). APOS geliştiricileri, çalışmalarını "Piaget'nin teorisinin yeniden yapılandırılmasının sonucu olarak teorinin orta öğretim sonrası matematiğe uygulanabilirliğinin genişletilmesi" olarak görmektedirler (Asiala vd., 1996). Bu teori, özellikle daha karmaşık kavramlarla ilgili çok çeşitli matematiksel öğrenmeyi analiz etmek için bir çerçeve görevi görmektedir (Weyer 2010). Özetle APOS Teorisi, matematiksel kavramların öğrenilmesini genetik ayrışım temelinde açıklayan bir bilişsel modeldir; bu teori, bireylerin zihinsel yapılarını kullanarak matematiksel kavramlara nasıl anlam kattıklarını ortaya koymaktadır (Arnon vd., 2013).

Dubinsky (2000), soyutlama kavramını geliştirerek, ileri matematiksel düşünmenin gelişimini yansıtıcı soyutlama çerçevesinde dört ana kavram üzerinde odaklanmıştır: içselleştirme, koordine etme, muhafaza etme (kapsülleme) ve genelleme. Ayrıca, Piaget'nin düşüncelerinden ilham alarak, daha sonraki çalışmalarında bu dört kavrama bir beşincisi olan tersine çevirme kavramını eklemiştir.

APOS'u oluşturan bilişsel yapıların döngüsü bazı mekanizmalarıyla birlikte Şekil 2.2'de gösterilmektedir.



Şekil 2.2 APOS Teorisi (Asiala vd., 1996)

Şekil 2.2'ye göre; eylemler nesneler üzerinde çalışırlar; eylemler süreçler halinde içselleştirilir; süreçler nesneler halinde kapsüllenir ve nesneler geldikleri süreçlere geri kapsüllenir (kapsülden ayrılırlar). Sistemin tamamı bir şemanın parçasıdır (Arnon vd., 2013).

2.3.2.1. Eylem yapısı

APOS çerçevesinin ilk düzeyi *eylem* düzeyidir. Eylem; birey tarafından temelde dışsal olarak algılanan nesnelerin dönüşümüdür ve işlemin nasıl gerçekleştirileceğine dair açık bir şekilde veya bellekten adım adım talimatlar alması anlamına gelmektedir (Dubinsky & McDonald, 2001). Fonksiyon kavramı hakkında düşünmek için açık bir ifadeye ihtiyaç duyan ve ifadedeki değişkeni değiştirmekten başka bir şey yapamayan bir bireyin, fonksiyonlara ilişkin eylem anlayışına sahip olduğu kabul edilir (Dubinsky, 2005). Bu tür bir öğrenci, belirli talimatlar veya öğretmen önerileri gibi net dış ipuçlarına yanıt vererek dönüşüm yaşayabilir. Bu yaklaşım, adeta bir reçete gibi, bir şeyi uygulamadan önce talimatları takip etme gerekliliği üzerine odaklanır. Bu öğrenciler, bir kavramı anlamadan önce onu pratiğe dökmeyi gerektiren bir yaklaşımı benimserler ve anlamı, kendi uygulamalarının bir sonucu olarak görmeyi tercih ederler. (Weyer, 2010). Bu bağlamda eylem yapısı en alt soyutlama seviyesi olarak kabul edilse de bir nesneyi anlamak için temel bir başlangıçtır (Arnon vd., 2013).

2.3.2.2. Süreç Yapısı

Süreç eylemle aynı dönüşümü gerçekleştiren içsel bir yapıdır. Bundan dolayı bireyin kontrolündedir. Öğrenci "aynı eylemi gerçekleştirir, ancak dış uyaranların yönlendirmesi gerekmez" (Asiala vd., 1996). Dubinsky (1991), tutarlı bir kavram imajı düzenleme girişiminde, "Öğrenci, yanıt olarak içsel bir süreç oluşturmuştur" varsayımında bulunur. Başka bir deyişle, eylemler genelleştirilmiş bir sürecin parçası haline gelmektedir. Eylemler ve süreçler daha sonra art arda veya tamamlayıcı görevler olarak çalışmaktadır. Sfard (1991) bu durumu operasyonel kavramlar olarak isimlendirmektedir. Bir eylemi bir süreç olarak değerlendirmenin "statik, anlık ve bütünleştirici" olduğunu ifade etmektedir (Sfard, 1991). Bu durum, öğrencinin matematiksel içeriği bir varlık olarak değil de potansiyel açısından görmesini sağlamaktadır. Süreç anlayışına sahip öğrenci, ifadenin veya işlevin ne anlama geldiğini değerlendirmeden görebilmektedir (Dubinsky, 1991). Eylem düzeyinde oluşan bir kavram, algısal girdi gerektirmeden yeniden sunulabilecek kadar kararlı olmalıdır, ki bu da kavram olarak kabul edilmesi için gereklidir (von Glasersfeld, 2013). Araştırmalar, birçok öğrencinin bu amaca yönelik özel talimatlar olmadan eylem düzeyine ulaşamadığını göstermektedir (Thompson, 1994).

2.3.2.3. Nesne Yapısı

Asiala ve diğerleri (1996) nesneyi, bir bireyin "belirli bir sürece uygulanan işlemleri yansıtma, sürecin bir bütün olarak farkına varma, dönüşümlerin (ister eylem ister süreç olsun) buna etki edebileceğini fark etme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Bir kavramın nesne olarak anlaşılması, onun eylemlerin ve süreçlerin uygulanabileceği bir şey olarak görülmesini ifade eder (Harel, Selden & Selden, 2006). Matematiksel bir kavramı bir varlık olarak görmek, öğrencinin "bir bakışta fikri tanımasını ve ayrıntılara girmeden bir bütün olarak manipüle etmesini" sağlamaktadır (Sfard, 1991). Bu gelişim aşamasında, düşünme ayrıntılı ve dinamiktir. Öğrenci, nesneden sürece serbestçe hareket edebilir. Bu tür esnek düşünme, soyutlama olarak tanımlanmıştır (Asiala vd., 1996).

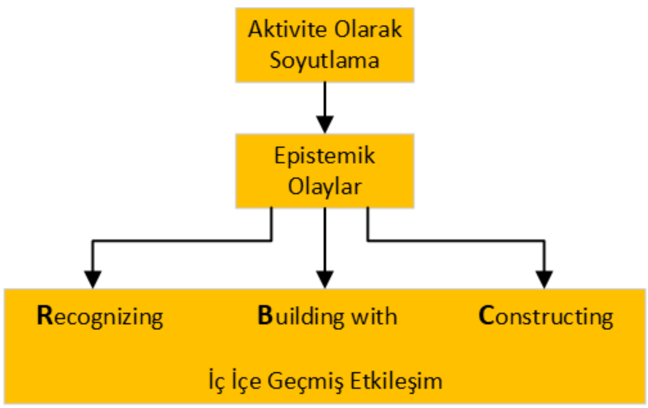
Genellikle bu durum, öğrencinin bir nesne üzerinde bir işlem gerçekleştirmeye çalıştığında ortaya çıkar (Asiala vd., 1996).

2.3.2.4. Şema yapısı

Şema yapısı en yüksek soyutlama düzeyi olarak bilinmektedir. Bir öğrencinin matematiksel anlayışı nesne düzeyinde olduğunda, belirli bir matematiksel kavramla ilişkili eylemler, süreçler ve nesneler bir şema oluşturmak için yapılandırılmış bir şekilde düzenlenebilmektedir (Asiala vd., 1996). Şemalar, bireyin matematiksel bir kavrama ilişkin oluşturduğu zihinsel yapıların açıklamalarını, organizasyonunu ve örneklendirmelerini içeren yapılardır (Arnon vd., 2013). Tutarlı bir varlık oluşturmaya yönelik bu yapıcı sürecin özünde içselleştirme, kapsülleme, koordinasyon, tersine çevirme ve genelleme vardır (Dubinsky, 1991). Şema yapısı dinamiktir ve öğrenme sırasında karşılaşılan matematiksel deneyimleri anlamlandırma girişimidir. Şemaların nesne olarak ele alınmasının yanı sıra daha yüksek düzeydeki şemaları da organize edebilme özelliği vardır. Görünmez nesneleri bir bütün olarak görebilmenin yanında matematiksel düşünmenin de temelini oluşturmaktadır (Asiala vd., 1996). Dubinsky (1991) şemaların inşasını, öğrencinin daha derin bir anlayış elde etmek için iki veya daha fazla süreci koordine ederek bu nesneler üzerinde eylemler gerçekleştirebildiği bilişsel nesneler ve içsel süreçlerden oluşan döngüsel bir süreç olarak özetlemiştir.

2.3.3. RBC Soyutlama Modeli

Sosyokültürel açıdan soyutlama sürecini inceleyen teorilerden biri de RBC (Recognizing Building Constructing) modelidir. Hershkowitz, Schwarz ve Dreyfus (2001) tarafından ortaya atılan bu modelde, matematiksel soyutlama sürecinin analiz edilebilmesi için gözlenebilir epistemik eylemler olan *Tanıma* (Recognizing), *Kullanma* (Building with) ve *Oluşturma* (Constructing) yer almaktadır. Ortaya attıkları teori, bu basamakların baş harflerinden olan RBC ismi ile anılmaya başlanmıştır. Bu eylemler, soyutlama süreci hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmayı sağlamaktadır. Epistemik eylemler sözlü ifadelerle ve fiziksel eylemler ile gözlenebildiğinden dolayı iç içe bir yapıya sahiptir (Hershkowitz vd., 2001; Dreyfus, 2007). Bu eylemler sıralı bir şekilde olduğu gibi bazen de birbirinin tamamlayıcı şeklinde olabilmektedir (Dreyfus, 2007). RBC modelinin ortaya çıkışı Şekil 2.3'te yer almaktadır. Epistemik eylemlerden *Tanıma*, öğrencinin matematiksel durumdaki ön bilgilerini fark etmesidir. *Kullanma*, önceden oluşturulan bilgiler ışığında verilen gerekçeyi gerçekleştirme veya problemi çözümleme aşamasıdır. Kullanma bir ön bilgiyi öğrenciye hatırlatma ve ipucu verilmesi şeklinde de gerçekleştirilebilir (Hershkowitz, Schwarz & Dreyfus, 2001). Tanıma bir farkına varma süreciyken kullanma ise bilgiden verilen matematiksel durumda yararlanmaktır. *Oluşturma*, mevcut matematiksel bilgi yapılarının birleştirilmesi ve bu yapılar arasında tekrar düzenleme yapılması sonucunda yeni bir anlamın ortaya çıkması sürecidir (Bikner-Ahsbahs, 2004). RBC modelinde, kavramlar ve ilişkiler daha genel anlamda yapıların soyutlanmasıyla ilgili bir durumu içermektedir. Burada yapı olarak ifade edilen tanım matematiksel aktivitenin zihinsel sonucudur. (Tsamir & Dreyfus, 2005). Yeni oluşturulmuş bir yapıyı pekiştirmemek daha sonra farkına varma ve kullanma noktasında sıkıntı yaratmaktadır (Monaghan & Özmantar, 2006). Oluşturulan yeni bilgilerin kırılgan bir yapıda olması, yeni bilginin muhafaza edilmesini zorlaştırması nedeniyle edinilen yeni bilgilerin pekiştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur (Kobak-Demir & Gür, 2017). Modele Dreyfus (2007) tarafından pekiştirme (**C**onsolidation) epistemik eylemi de eklenerek RBC+C soyutlama modeli olarak son hali verilmiştir. RBC+C modeli, soyutlama süreçlerini belirli bağlamlarda tanımlamaya yönelik bir eğilim sergiler. Her soyutlama süreci, belirli bir sosyal ortamda gerçekleşir ve bu nedenle öğrenciler arasındaki sosyal ilişkileri, öğrencilerle öğretmenler arasındaki etkileşimleri içerir. Bu bağlam, sürecin ayrılmaz bir parçası haline gelir ve öğrenciler, verilen bağlamda uygun bir şekilde davranma eğilimindedirler. (Kidron & Dreyfus, 2010).



Şekil 2.3 RBC modelinin oluşumu (Dreyfus, 2007).

2.3.3.1. Tanıma

Tanıma eylemi bilinen bir matematiksel yapının farkına varılmasıdır (Bikner-Ahsbahs, 2004). Burada öğrenci ele aldığı problem ile öncesinde yapılandırdığı bilginin farkına vararak bu bilgiyi ortaya çıkarır (Schwarz, Dreyfus & Hershkowitz, 2009). Bu ortaya çıkarma durumu özelleştirme ve analoji ile gerçekleşmektedir (Dreyfus, 2007). Yeni bir durum ile karşılaşıldığında önceki etkinliğin sonucuna gidilirse bu durum öncekine benzediğinden dolayı buna analoji denir. Yeni durumun önceki duruma özdeş olduğu kanısına varıldığında ise özelleştirme gerçekleşir. Burada tanıma eylemi, tanıdık bir yapının öğrenci zihninde ilk olduğu zaman değil, genellikle deneysel düşünme düzeyinde gerçekleşmektedir. Farklı bir ifade ile bilinenin ilgilenilen problem ile arasında bir bağ olduğunu fark ettiği anda ortaya çıkar. Özetle tanıma eylemi bireyin var olan eski bilgisi ile yeni bilgisini ilişkilendirme süreci olarak ifade edilebilir ve bu durum kişiden kişiye farklılık göstermektedir (Hershkowitz vd., 2001; Dreyfus, 2007).

2.3.3.2. Kullanma

Kullanma eylemi, bir problemi çözme sürecinde bir araya getirilen yapıları içermektedir (Schwarz vd., 2009). Başka bir ifadeyle, belirli bir amaç doğrultusunda bilinen yapıları bir araya getirme eylemi olarak tanımlanmaktadır (Hassan & Mitchelmore, 2006). Kullanma, öğrencilerin herhangi bir durumu anlama, anlamlandırma, ifade etme, bir öneriyi savunma, problem çözme veya bir varsayımda bulunma durumlarında ortaya çıkar (Dreyfus, Hershkowitz & Schwarz, 2001; Dreyfus, 2007). Bu eylem, mevcut bilgilerin yeni edinilen bilgiyle entegre edilmesi sürecini içerdiği için aynı zamanda tanıma sürecini de kapsamaktadır (Bikner-Ahsbahs, 2004).

2.3.3.3. Oluşturma

Oluşturma, var olan matematiksel bilgi bileşenlerinin toplanması ile bu bilgiler arasında yeniden düzenleme yapılarak yeni bir anlam oluşturma sürecini ifade etmektedir (Bikner-Ahsbahs, 2004). Bu eylem soyutlamanın merkezinde yer almaktadır. Oluşturma eyleminde birey bir problem ile karşılaştığında bildiği yapıları, problem çözümünde kullanarak yeni yapılara ulaşmaktadır. Ulaşılan bu yeni yapılar, benzer problemler ile karşılaşıldığında tanıma eylemindeki bilinmeyen yapıları ifade edecektir (Katrancı, 2010). Bu bilgilerden hareketle oluşturma eylemi, tanıma ve kullanma eylemiyle birlikte içiçe geçmiş durumdadır.

2.3.3.4. Pekiştirme

Soyutlamanın gerçekleşmesi sonucunda edinilen yeni kavramların pekiştirilmesi gerekmektedir. Pekiştirme, yapılarının birbirleri ile ilişkilendirilerek, yeni bir yapı oluştururken bu yapıların kullanılması ve üzerlerinde derin bir şekilde düşünülmesi halinde gerçekleşir (Dreyfus, 2007). Pekiştirme öğrencilerin iyi derece bildiği matematik konularına çalışırken ve yeni soyutladıkları bir kavramı ya da durumu daha ileri bir şekilde soyutlama için kullanırken ortaya çıkmaktadır (Dreyfus & Tsamir, 2004). Genel anlamda iki pekiştirme şekli vardır. Bunlardan birincisi öğrenilen bilginin tekrarı ve bilginin var olduğu problemin çözülmesi, ikincisi ise bilginin başka bir kavramın adlandırılmasında kullanılmasına aracı olmasıdır.

2.4. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde matematik eğitiminde soyutlama ve matematik eğitiminde içerik analizi ile ilgili yapılan yurtdışında ve Türkiye'de yayınlanan tezler ve makalelere yer verilmiştir.

2.4.1. Matematik Eğitiminde Soyutlama ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Kobak Demir (2017) araştırmasında parabol konusunda öğrencilerin bilgiyi oluşturma sürecini ve öğretmenlerin süreçteki etkisini incelemiştir. Araştırmada öğretmenlerin parabol öğretiminde öğrencilerin bilgiyi oluşturma süreçleri ve öğretmenlerin etkisi RBC+C modeli ile analiz edilmiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan örnek olay çalışması deseni kullanılmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde öğretmenlerin daha çok geleneksel yaklaşımı benimsedikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin ön bilgilerinin önemli olduğu ve bilgiyi oluşturma süreçlerinin bireye özgü olduğu belirlenmiştir. Grup çalışmaları ile öğrencilerin bilgiyi oluşturma süreçlerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin uygun ipuçları ile öğrenciler desteklendiğinde kendi bilgilerini oluşturdukları ve teknoloji destekli öğrenme ortamlarının bilgiyi oluşturma süreçlerini kolaylaştırdığı görülmüştür.

Altaylı Özgül (2018), araştırmasında 7. Sınıf öğrencilerinin çokgenler konusuna ilişkin soyutlama süreçlerini incelemiştir. Bu amaçla RBC+C Modeline göre hazırlanan öğretim yöntemi uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak kullanılan çokgenler 1 testi öğrencilerin hazırbulunuşluklarını ölçen sorulardan oluşan ve deney ve kontrol gruplarının denkliğini ölçmek amacıyla haızrlanmıştır. Çokgenler 2 testi ise deney ve kontrol grubuna uygulanan öğretimin başarı düzeyine olan etkisini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Araştırmanın nitel kısmına ilişkin veri toplama araçları ise RBC+C Modeline uygun hazırlanan etkinlikler oluştırmaktadır. Elde edilen veriler RBC+C Modeline göre betimsel olarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarında; MEB matematik dersi öğretim programına göre yapılan öğretime göre RBC+C Modeli ile yapılan öğretimin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Tanıma ve kullanma aşamasında başarılı olan öğrencilerin oluşturma basamağında sıkıntı yaşadıkları ortaya konmuştur. Grup çalışmasında pasif kalan öğrencilerin arakadaşlarının ifadelerinden faydalandığı ve soyutlamanın dışında kalmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla grup çalışmalarının soyutlama sürecini olumlu etkilediği belirlenmiştir. RBC+C Modeli ile hazırlanan etkinliklerin soyutlama sürecini olumlu etkilediği tespit edilmiştir.

Köse Tunalı (2010) araştırmasında, GME ve Yapılandırmacı yaklaşımın bilgiyi oluşturma sürecine katkısı ve soyutlamayı detaylı analiz etmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilköğretim 3. Sınıf öğrencileri için bir öğretim modeli uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda; kullanılan yaklaşımların farklı etkilerinin olduğu, GME'nin bilgiyi oluşturma sürecini olumlu etkilediği, grup çalışmalarının yapılandırmacı yaklaşıma katkı sağladığı belirlenmiştir. Rbc+c modelinin de soyutlama sürecinde katkı sağladığı ve bu süreci açıklayan bir model olduğu tespit edilmiştir.

Sezgin Memnun (2011), araştırmasında altıncı sınıf öğrencilerinin Analitik Geometri' ye ilişkin kavramları oluşturma süreçleri incelenmiştir. Araştırma GME ve Yapılandırmacı Yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamlarında uygulanmıştır. Yapılan analizler RBC+C Modeli esas alınarak betimsel olarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda; öğrencilerin bilgiyi oluşturma süreçlerinin çok yönlü ve çeşitli olduğu, bu farklılıklar uygulama sürecinde her gruptaki öğrenciler için bilgi oluşturma sürecinin farklı ilerlediği tespit edilmiştir. öğrencilerin etkinlik anındaki psikolojik durumlarının, o anki matematiksel başarı durumunun uygulama esnasındaki öğrenci katılımını olumlu ya da olumsuz etkilediği ortaya konmuştur. Bilgiyi oluşturma sürecinde bağlam içinde beklenenin dışında farklı bir yapının oluşabildiği gözlenmiştir. Araştırmada GME ve Yapılandırmacı Yaklaşım'a göre hazırlanan etkinliklerin uygulandığı öğrencilerin bilgiyi oluşturabildiği belirlenmiştir ve Yapılandırmacı Yaklaşımla hazırlnanan etkinliklerde öğrencilerin oluşturdukları bilgileri pekiştirdikleri tespit edilmiştir.

Öztürk Başeğmez (2023), çalışmasında farklı düşünme yapılarına sahip öğretmen adaylarının düzlemde öteleme ve dönme kavramını oluşturma süreçlerini RBC soyutlama modeline göre incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda araştırmacı tarafından geliştirilen test öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının tanıma kullanma aşamasından çok oluşturma basamağında oldukları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının farklı düşünme yapılarında olması ile bilgiyi oluşturmaları arasında bir fark bulunamamıştır.

Eroğlu (2021), araştırmasında 7. Sınıf öğrencilerinin merkezi eğilim ölçüleri konusunda bilgiyi oluşturma süreçlerini incelemiştir. Bu amaçla RBC+C Teorisinin aşamaları dikkate alınarak geliştirilen açık uçlu sorular öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerin sorulara vermiş olduğu yanıtlar RBC+C Teorisi' ne göre betimsel olarak analiz edilmiştir. araştırmanın sonucunda yüksek matematik başarısına sahip öğrencilerin bilgiyi daha hızlı ve rahat gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Öğretmenin yönlendirici sorularının ve sürece müdahalesinin bilgiyi oluşturma sürecini olumlu etkilediği tespit edilmiştir.

Aramış (2021), araştırmasında 7. Sınıf öğrencilerinin oran ve orantı konusunda bilgiyi oluşturma süreçlerini incelemiştir. Bu amaçla öğrencilerin bilgiyi oluşturma süreçlerini incelemeye yönelik hazırlanan sorular uygulanmıştır. Elde edilen veriler RBC+C Modeli esas alınarak betimsel olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin farklı temsiller (tablo ve grafik) kullanmasının soyutlama sürecine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinin ve ön bilgilerinin eksiklerinin tanıma aşamasında zorlandıklarının bir sebebi olduğu düşünülmektedir. Bir başka sonuç ise öğrencilerin matematiksel kavramları anlamlandıramadığı ve ezber bilgi kullandıklarıdır. Tanıma, kullanma ve oluşturma süreçlerinin iç içe geçtiği ve bu eylemlerinin çoğu zaman sıralı şekilde gerçekleşmediği belirlenmiştir.

Açıl (2015), çalışmasında ortaokul 3. sınıf öğrencilerinin denklem kavramına yönelik soyutlama becerilerini incelemiştir. Öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerini incelemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen Cebirsel Öğrenme Testi I uygulanmıştır. ACE öğrenme döngüsü ve MEB öğretim programının öğrencilerin soyutlama ve başarıu düzeylerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerin soyutlama süreçleri Yenilenmiş Bloom Taksonomisi açısından da incelenmiştir. Öğretim modeli uygulandıktan sonra araştırmacı tarafından geliştirilen Cebirsel Öğrenme Testi II uygulanarak öğrencilerin matematiksel başarı düzeyleri belirlenmiştir. Araştırmanın nitel boyutunda öğrenciler ile görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmeler APOS teorisi çatısında betimsel olarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda ACE öğretim döngüsü ile gerçekleştirilen öğretimde soyutlama düzeylerinini daha iyi olduğu sonucu elde edilmiştir. Araştırma sonucunda ACE öğretim döngüsünün MEB öğretim programında yer alan öğretime göre daha etkili olduğu, ACE öğretim modelinin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca öğretim sırasında öğrenciler arası etkileşimin öğrenmeye olumlu etki sağladığı belirlenmiştir. Öğrencilerin yaşadığı zorlukların kavramı soyutlamalarında olumsuz etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca soyutlama süreçlerinde görsel şekillerin kullanımının olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Ocakbaşı (2019), araştırmasında Gerçekçi Matematik Eğitimi yaklaşımına uygun öğrenme ortamında 8. Sınıf öğrencilerinin karekök kavramını oluşturma süreçlerini incelemiştir. Öğrencilerin ön bilgi düzeylerinin ölçmek amacıyla hazırbulunuşluk testi uygulanmıştır ve elde edilen sonuçlar göre öğrenciler gruplara ayrılmıştır. GME uygun hazırlanan öğrenme ortamlarında oluşturulan problemlerin çözümü gerçekleştirilmiştir. Öğretim süreci, grup içi tartışmalar ve görüşmeler APOS teorik çerçevesi kapsamında betimsel olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda; eylemlerin içselleştirilmesinde ve enkapsülasyonunda koordinasyona sahip olmanın önemli olduğu belirtilmiştir. Karekök kavramı oluşumundaki ön bilgi eksikliklerinin soyutlama sürecini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Çallık (2023), araştırmasında 7. Sınıf öğlencilerin hata temelli aktivitelerle öğretimin APOS teorisi bağlamında incelemiştir. Araştırmanın nicel verileri araştırmanın başında ve sonunda uygulanan yüzeler başarı testi ile toplanmıştır ve APOS teorik çerçevesinde analiz edilmiştir. Araştırmanın nitel boyutunu hata temelli aktiviteler ile öğretimde başarı durumları APOS teorik çerçevesinde incelenen görüşmeler oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda APOS teorisi basamaklarında genellikle eylem ve süreç basamağında oldukları belirlenmiştir. Ayrıca APOS teorik çerçevesi kullanımının öğrencinin başarısını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Açan (2015), araştırmasında 8. Sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisinde bilgiyi oluşturma süreçleri incelemiştir. Öğrencilerin soyutlama süreçlerinin incelenmesinde yapılan görüşmeler APOS teorik çerçevesinde analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarında öğrencilerin APOS teorisine göre anlama seviyeleri aynı olmasına karşın verdikleri cevaplarda bakış açılarının farklı olduğu ve konuyu anlamlandırma şekillerinin farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin hiçbiri nesne basamağına çıkamamıştır.

Batır (2022), araştırmasında 12. Sınıf öğrencilerinin maksimum minimum problemlerini anlamasında APOS teorisinin çerçeve olarak kullanmanın başarı ve tutuma etkisini incelemiştir. Bu bağlamda ACE öğretim döngüsüne göre hazırlanan ders planının öğrenci başarısına olan etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonucunda APOS teorik çerçevesine göre hazırlanan etkinliklerin başarıyı olumlu etkilediği ortaya konulmuştur. Ayrıca ACE öğretim döngüsünün öğrenmede kalıcılığı artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmanın bir başka sonucu da APOS teorisine uygun ders planlarının öğrencinin zihinsel yapılarının gözlemlenebilmesini sağladığı belirtilmiştir.

Camci ((2018), araştırmasında altıncı sınıf öğrencilerinin tahmini öğrenme yol haritası çerçevesinde oluşturduğu öğretim deneyinde matematiksel soyutlama süreçlerini incelemiştir. Öğrencilerin soyutlama süreçlerini incelemek için Piaget'in Soyutlama Teorisi'ni kullanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğretim sonrası soyutlama becerisinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin derin soyutlamalarında bireysel eylemlerin yanında sosyomatematiksel becerilerinde destekleyici olduğu belirlenmiştir.

Hershkowitz vd. (2014), çalışmalarında matematik sınıflarındaki öğrenme sürecinde öğrenci öğretmen arasındaki bilgi değişimini incelemiştir. Öğrenci gruplarında bilgiyi oluşturma süreçlerinin analizi için RBC+C modeli kullanılmıştır. Bu çalışmada küçük öğrenci gruplarından büyük öğrenci gruplarına bilgi aracıları vasıtasıyla bilgi aktarımı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin öğrenme sürecinde aktif rol aldığı belirtilmiştir.

Özmantar vd. (2004), çalışmasında soyutlama sürecinde yapı iskele rolünün belirlenmesini incelemiştir. Bağlamdaki soyutlamaya etkinlik- teorik yaklaşım benimsenmiştir. İki lise öğrencisinin y=f(|$f(x)$| grafiği ile ilgili sorulardan oluşan etkinliğe verdikleri cevaplar incelenmiştir. Veriler incelendiğinde soyutlamada bazen öğrencilerin yardımsız çabalarının zor olacağı belirlenmiştir. Bu durumda iskelenin çeşitli yardım araçlarıyla destekleyici müdahalesinin öğrencilerin soyutlamayı gerçekleştirmesinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Schwarz vd. (2004) çalışmasında, bilgiyi oluşturmada öğretmenlerin rolünü incelemiştir. Öğretmenin bilgiyi oluşturma sürecinde iki temel görevi vardır. Bunlar uygun etkinlikleri belirlemek ve bunlarla ilgili diyalogları oluşturmaktır. Öğretmenin süreçte olumlu etkisi olduğu belirlenmiş ve öğretmenin oluşturduğu diyalogların önemi vurgulanmıştır.

2.4.2. Matematik Eğitiminde İçerik Analizi İle İlgili Yapılan Araştırmalar

Atweh vd. (2023), çalışmalarında 2009-2021 yılları arasında Filiphinler'de matematik eğitimi alanında yapılan 36 doktora tezini içerik analizi yöntemiyle analiz etmişlerdir. Ulaşılan tezler ele aldıkları disiplindeki konulara, hedeflenen katılımcılara, eğitim düzeyi ve paydaşların rollerine ve araştırmayı oluşturmak için kullanılan teorik çerçevelere göre kapsamlı olarak analiz edilmişlerdir. Araştırma sonuçlarında, Filiphinler'de doktora programlarında araştırma ve tez yazımı için sağlanan sürenin kısa olmasından kaynaklı yapılan tezlerin içeriğinde yer alan müdahalelerin birkaç haftadan en fazla üç aya kadar süre içerisinde sınırlı kaldığı belirtilmiştir. Tezlerin birçoğunun çeşitli öğretim stratejilerini etkililiğini inceledikleri, kullandıkları ve test ettikleri, örgün eğitim ortamları için müfredat materyallerini ele aldıkları ve ağırlıklı olarak öğrencilerin bilişsel öğrenme alanındaki akademik hedefleri ele aldıkları rapor edilmiştir. Az da olsa bazı tezlerin, öğrencilerin matematiğin yararlılığını, doğasını, gücünü ve güzelliğini takdir etmelerini hedefleyen gerçekçi matematik yaklaşımı gibi yaklaşımları kullandıkları belirlenmiştir. İncelenen tezlerin hiçbirinde matematik eğitiminde sosyal hedeflere yönelik tanımlamaların yer almadığı ve bu durumun Filiphinler'deki araştırmalar için büyük bir boşluk oluşturduğu belirtilmiştir. Akademik başarının yanı sıra, duyuşsal faktörler incelenen tezlerin çoğu tarafından ele alınan bağımlı bir değişken olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca incelenen tezlerin çok azının sınav dışı yöntemlere odaklandığı not edilmiştir. Matematiğin diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesine yönelik tek girişimin özel eğitimle ilgili olduğu bu durumun matematik eğitiminde disiplinlerarasılığın nispeten az geliştiği anlamına geldiği belirtilmiştir. Yine birçok çalışmanın öğrencilerin öğrenmesine odaklandığı, öğretmenlerin öğrenmesi ve uygulamasına yönelik birkaç çalışmanın olduğu sonuçlar arasındadır. İncelenen tezlerin tüm öğrenciler için daha alakalı bir öğrenme için kültürün öğretime nasıl entegre edilebileceğine odaklanma eğiliminde oldukları belirtilmiştir. Öğretme ve öğrenmeyi hedefleyen tezler yükseköğretimde (f=16), temel eğitimde (f=20) olarak belirlenmiştir. İlköğretim öğrencilerinin katılımcı olarak yer aldığı sadece bir çalışma araştırma örnekleminde yer almıştır. Ortaöğretim öğrencilerini içeren az sayıda çalışma olmasına karşın yükseköğretim düzeyinde öğretmen adaylarının katılımcı olduğu daha fazla (f=10) çalışmanın yer aldığı belirtilmiştir. Ayrıca hizmet içi görevde olan öğretmenlerle ilgili oldukça fazla çalışmanın (f=12) olduğu sonuçlar arasında yer almaktadır.

Matematik eğitimi ile ilgili bir diğer içerik analizi Hart, Smith vd. (2009) dir. Çalışmalarında 1995- 2005 yılları arasında altı eğitim dergisinde yayınlanan matematik eğitimi ile ilgili yayınlanan 710 makaleyi incelemiştir. Araştırmanın amacı incelenen makalelerde yalnızca nitel, yalnızca nicel ve karma yöntemin kullanımının yaygınlığını araştırmaktır. Çalışmaların %50'sinin yalnızca nitel, %21'inin yalnızca nicel ve %29'unun karma yöntem benimsediği tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda son 20 yılda karma yöntem kullanımında artış yaşanmasına rağmen belirlenen dergilerde karma yöntemin düzenli olarak yer aldığı fakat %29'luk bir dilime sahip olarak baskın biçimde olmadığı görülmüştür. Ayrıca çalışmalarda karma yöntem seçimlerinde açıkça belirtilmediği ortaya çıkmıştır. Bu sebeple matematik eğitimcilerine yöntem seçimlerini açıkça tanımlamalarını ve yöntem seçimlerini gerekçelendirmeleri önerilmiştir.

Bray ve Tangney (2016) matematik eğitiminde önemli bir yere sahip olan teknolojinin kullanımına yönelik yaptıkları çalışmalarında, matematik eğitiminde araştırmalarda teknoloji kullanımına ilişkin güncel araştırmalara genel bir bakış açısı sağlamayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında 2000' den fazla çalışma arasından kriterlere uygun olarak seçilmiş 139 çalışmanın sistematik bir analizi yapılmıştır. Bu araştırmaya dahil edilen 139 makale, teknoloji öğrenme teorisi, SAMR düzeyi ve amaç kategorilerine göre Nvivo aracılığı ile analiz edilmiştir. Bu araştırmada sınıflandırılan makalelerde ağırlıklı olarak olumlu sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Ancak birkaç çalışma, karşılaştırılmalı makale ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark elde edilememiş ve teknolojinin kullanımına ilişkin bir takım dezavantajlar ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Öğrenci ve öğretmenlerin çoğunluğu her gün dijital teknolojileri kullanmasına karşın bunu eğitim bağlamında daha az kullandıkları görülmüştür. Dijital teknolojinin öğrencilerin matematiği kavraması ve yapılandırması için yeni yollar açma potansiyeline sahip olduğu ancak bu öğrencilerin öğrenmeye katılımları açısından değişiklikler gerektirdiği belirtilmiştir. Bu durumun ise öğretmenlerin desteklenerek sağlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Foong (2007), eğitim bilimlerinde teknolojinin matematik eğitimindeki yeri ve öğrencilerin nasıl öğrendikleri yönelik yaptığı araştırmasında, 1991'den 2005'e kadar Singapurlu öğretmenler tarafından Ulusal Eğitim Enstitüsünde lisansüstü dereceler için sunulan 101 tez çalışmasını incelemiştir. Araştırmasında, Singapur'daki öğretmen araştırmalarındaki gelişme ve uygulamaya ilişkin bir bakış açısı sağlamayı ve gelecekteki araştırmalarda dikkate alınması gereken önemli değişkenleri belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada 101 çalışma incelenirken araştırma yöntemlerinden anket, yarı deneysel, doküman analizi, vaka çalışması ve görüşme kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, en fazla öğrencilerle araştırmalar yapıldığını, orta ve ilköğretim düzeyinin araştırma için en çok üstlenilen iki bağlam olduğunu göstermiştir. Problem çözme en popüler konuyken, öğrencilerin nasıl öğrendiklerine ilişkin eğitim konusu öğretmen araştırmacıların en çok dikkatini çektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, öğretmenlerin hangi öğretim stratejilerini geliştirdiği ve teknolojinin matematik öğreniminde nasıl kullanıldığı sınıfta daha fazla önem kazandığı araştırma sonuçları arasında yer almıştır. Araştırmanın bir başka sonucu ise öğretmen araştırmacıların araştırma yöntemi, genellikle bozulmamış sınıflardan nitel veri toplama için ağırlıklı olarak geleneksel görev değerlendirmesi olmuştur.

Hamzah vd. (2021) çalışmalarında öğrencilerin trigonometri konusunda kavram yanılgıları ve hataları üzerine sistematik bir inceleme yapmışlardır. Çalışmaya 2011-2021 yılları arasında Scopus, ERIC, Web of Science (WoS) ve Google Akademik veri tabanlarında taranan makaleler dahil edilmiştir. Makaleleri dahil etme ve hariç tutma kriterlerine göre değerlendirilerek sonuç olarak 26 makale incelemeye dahil edilmiştir.

Araştırma bulgularında kavram yanılgılarının türlerini belirlemeye yönelik çalışmalar ve kavram yanılgılarını ortadan kaldırmak için çeşitli yöntem ve stratejiler kullanan çalışmalar belirlenmiştir. Bunları gerçekleştirirken de geçmiş araştırmacıların kullandıkları yönteme dayalı bir kavramsal çerçeve kullanılmıştır. İlgili makalelerde trigonometride kavram yanılgılarının türlerini belirlemeye yönelik çalışmaların kavram yanılgılarını gidermeye yönelik çalışmalardan daha çok olduğu belirlenmiştir. Kavram yanılgılarını gidermeye yönelik çalışmalarda kullandıkları müdahaleler incelendiğinde manipülatif materyaller ve oyunlar kullanılarak giderilebileceği olduğu görülmüştür. Bu nedenle dijital oyunları kullanarak öğrenme gibi teknoloji açısından zengin eğitim materyallerinin kullanımı; öğrencilerin anlama düzeyini artırabileceğinin yanı sıra kavram yanılgılarını da azaltabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Matematik eğitiminde son yıllarda çalışmalarında artış gösteren bir konu da öğrenme zorluklarıdır. Nelson & Powell (2017), makalelerinde matematik zorluk çeken öğrencilerin boylamsal analizinin yapıldığı çalışmalar incelenmiştir. Çalışmanın amacı boylamsal çalışmaların özelliklerinin neler olduğu, matematik güçlüğü olan ve olmayan öğrencilerin 12 aylık süredeki matematik ölçümündeki gelişiminin nasıl olduğu ve matematikteki öğrenme zorluğunun zaman içinde sabit kalıp kalmadığını belirlemektir. Araştırmanın verilerini Ocak 1985 ten Aralık 2016' ya kadar Academic Search Premier, Education Source, Educational Resources Information Center ve PsycINFO veri tabanlarında taranan ve dahil edilme kriterlerine uygun olan 35 araştırma oluşturmuştur. Araştırmanın elde edilen bulgulara göre matematikte zorluk çeken öğrencilerin ölçümlerde büyüme gösterdiği ve matematik zorluğunun belirlenmesinin sonraki sınıflardaki matematik performansıyla güçlü bir ilişkisi olduğudur. Ayrıca matematikte güçlük çeken öğrencilerin sonraki sınıflarda matematikle mücadele etmeye devam ettikleri tespit edilmiştir.

Şahan'ın (2023) araştırmasında, Türkiye'de matematik eğitimi alanında yapılan doktora tezleri, kuram, kuramsal çerçeve ve kavramsal çerçeve açısından incelenmiştir. Çalışmada, 2010-2020 yılları arasında Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Tez veri tabanında erişime açık olan 374 doktora tezi analiz edilmiştir. Araştırmanın verileri, doküman incelemesi yöntemi ile toplanmış ve betimsel içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. İncelenen tezler, hazırlandığı yıllara, üniversitelere, anabilim dallarına, eğitim programı/bilim dallarına, benimsenen araştırma yöntemine, kuramsal çerçeve ve kavramsal çerçeve açısından dağılımına, ayrıca kullanılan kuram, kuramsal çerçeve ve kavramsal çerçevelerin sınıflandırılmasına göre alt problemlere ayrılarak incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en çok çalışmanın 2019 yılında yapıldığı ve bu çalışmaların çoğunluğunun Atatürk Üniversitesi'nde gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Tezlerin hazırlandığı anabilim dalı incelendiğinde ise en fazla çalışmanın İlköğretim Anabilim Dalı ile Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı'nda yapıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, tezlerin hazırlandığı bilim dalına göre dağılımında en çok çalışmanın Matematik Eğitimi bilim dalında gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Nitel araştırma yaklaşımının tezlerde en çok kullanılan yöntem olduğu belirlenmiştir. Tezlerde kuram, kuramsal çerçeve, kavramsal çerçeve açısından dağılımında, 185 çalışmanın kuramsal çerçeveyi kullandığı, ardından 118 çalışmanın alan yazını/literatür taraması, 66 çalışmanın da kavramsal çerçeve kullandığı ve son olarak 5 çalışmanın kuramsal ve kavramsal çerçeveyi beraber kullandığı belirlenmiştir. Tezlerin kuram, kuramsal çerçeve ve kavramsal çerçeve açısından dağılımının nasıl olması gerektiği incelenmiş ve 297 çalışmanın kavramsal çerçevede, 77 çalışmanın ise kuramsal çerçevede olduğu ortaya çıkmıştır. İncelenen tezlerin kuram, kuramsal çerçeve ve kavramsal çerçeve sınıflandırılmasında en çok öğrenme ve öğretme kategorisinde olduğu belirlenmiştir.

Matematik eğitimi alanında genel tarama yapan bir diğer araştırma olan Atasever (2019), matematik eğitimi alanında Türkiye’de yayınlanmış 2014-2018 yılları arasındaki 619 lisansüstü tez incelenmiştir. Tezler yayın dili, yapıldığı üniversite, yayınlandığı yıl, bağlı olunan enstitü ve anabilim dalı, tezin türü, yazarın cinsiyeti, araştırma yöntemi, örneklem türü, örneklem büyüklüğü, örnekleme, veri toplama araçları ve anahtar kelime sayısı bağlamında incelenmiştir. Tezlerin 559 tanesi Türkçe iken 60 tanesinin İngilizce olduğu belirlenmiştir. Tezlerin hazırlandığı farklı 67 üniversite olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda 445’i yüksek lisans ve 174’ü doktora tezi olduğu görülmektedir. Tezlerin yayınlandığı yıllara bakıldığında her yıl yüksek lisans tezlerinin çoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacıların 223’ü erkek, 395’i kadın olduğu görülmüştür. Tezlerin enstitüye göre dağılımında en çok Eğitim Bilimleri Enstitüsü’nde hazırlandığı belirlenmiştir. Anabilim dalına göre incelendiğinde en çok İlköğretim anabilim dalında ait tez bulunduğu tespit edilmiştir. Tezlerin araştırma yöntemlerine 114 nicel, 163 karma ve 229 tane nitel çalışma olduğu tespit edilmiştir. Örneklem büyüklüğüne göre incelendiğinde; 105 tezin 01-10, 108 tezin 31-50, 103 tezin de 51-100 aralığında örneklem büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Tezlerin çoğunun ortaokul düzeyinde gerçekleştirilmiş olduğu belirlenmiştir ve örneklemlerin çoğunun öğrencilerin oluşturduğu görülmüştür ayrıca kaynaklar (tez, makale, kitap, sınavlar vb.) üzerinden yapılan çalışmalarda bulunduğu belirtilmiştir. Tezlerin veri toplama araçları incelendiğinde en çok başarı testi, yarı yapılandırılmış görüşme, gözlem, anket, tutum ölçeği ve dokümanların tercih edildiği belirtilmiştir. Anahtar kelime sayısı bağlamında incelendiğinde öğrenme alanlarına göre en çok bilişsel alanda yapılan çalışmaların olduğu gözlemlenmiştir ve bunun yanında matematik öğrenme alanlarından en fazla "Sayılar, İşlemler ve Cebir" alanında çalışmaların yapıldığı tespit edilmiştir.

Albayrak (2017), araştırmalar, konularına, matematikle ilgili alanlara, matematiksel modelleme türlerine, matematiksel modelleme kullanım biçimlerine, araştırma yöntemlerine, veri toplama araçlarına, veri analiz yöntemlerine ve çalışmanın sonuçları bağlamında detaylı bir incelemeye tabi tutulmuştur. İncelenen verilerin sonucuna göre matematiksel modelleme yönelik çalışmalın on yıllık bir geçmişi olduğu ve sayısı artarak devam ettiği tespit edilmiştir. İncelenen tezlerin çoğunun yüksek lisans düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Matematiksel modelleme çalışmalarının daha çok öğretmen eğitimi ve öğrenme ortamlarında bir yöntem olarak nasıl kullanılabileceği üzerinde durulduğu görülmüştür. Matematiksel modelleme ile ilgili çalışmaların modelleme türü açısından incelendiğinde çoğunlukla karma matematiksel modellemenin olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların araştırma yöntemleri incelendiğinde çoğunlukla nitel araştırma yaklaşımının tercih edildiği ve en fazla kullanılan desen olarak durum çalışması tercih ettikleri belirlenmiştir. Ayrıca nitel betimsel analizin daha çok kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışmalarda en çok kullanılan veri toplama araçlarının görüşme ve doküman incelemesi olduğu tespit edilmiştir. Örneklem türü bakımından en çok lisans öğrencilerinin çalışmaya dahil edildiği görülmüştür. Örneklem büyüklüğü incelendiğinde tezlerde en fazla 31-100, makalelerde ise en fazla 11-30 aralığının daha fazla tercih edildiği belirlenmiştir.

Yetimakman (2023), Türkiye'de 2022 kasım ayına kadar yapılmış Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) yaklaşımı alanında yapılan 76 lisansüstü tezi incelemiştir. Çalışmanın amacı GME uygulamalarının öğrenci kazanımları üzerindeki etkisini belirlemek ve eğilimleri ortaya koymaktır. Çalışma nitel araştırma yaklaşımlarından meta sentez yöntemiyle incelenmiş olup veri analiz yöntemlerinden olan içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. İncelemeler "Gerçekçi Matematik Eğitimi Tez Analiz Formu" aracılığıyla lisansüstü tezlerin incelenip ilgili temalara yerleştirilmiştir. İncelenen verilere göre, 2019 yılında yapılan çalışmaların sayısının en fazla olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın odaklandığı lisansüstü tezlerin büyük bir kısmının yüksek lisans düzeyinde olduğu ve özellikle Çukurova Üniversitesi ile Atatürk Üniversitesi'nde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Örneklem gruplarına dair sonuçlara bakıldığında, çoğu çalışmanın ortaokul düzeyinde yapıldığı ve 6. sınıf öğrencilerinin en çok tercih edilen örneklem grubu olduğu belirlenmiştir. Örneklem büyüklüklerinin genellikle 31-50 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Araştırmalarda en çok tercih edilen yöntemin nicel araştırma olduğu ve açıklayıcı, deneysel ve durum deseni gibi desenlerin en çok kullanılanlar olduğu ortaya çıkmıştır. Yöntem bölümlerinin incelenmesinde, başarı testleri, ölçekler, alternatif araçlar ve görüşme-mülakat gibi veri toplama araçlarının sıkça tercih edildiği görülmüştür. Veri analiz yöntemleri arasında içerik analizi, betimsel analiz, t-testi ve non-parametrik testlerin öne çıktığı ve bu non-parametrik testler içinde en çok tercih edilenin Mann Whitney-U testi olduğu belirlenmiştir. GME uygulamalarının öğrenci kazanımları üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, ilkokuldan liseye kadar olan düzeylerde MEB matematik dersi öğretim programındaki etkinliklere göre bilginin kalıcılığı, problem çözme ve kurma başarısı, akademik başarı, üstbilişsel beceri, matematik tutumu, matematik motivasyonu, problem çözmeye yönelik tutum, matematik kaygısı ve matematik özbildirimi üzerinde pozitif bir etkisi olduğu ancak istatistiksel düşünme becerisi, başarı güdüsü ve matematik özyeterlilik üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Çalışmanın öneri bölümünde, elde edilen sonuçlar doğrultusunda nitel ve karma yöntemlerin kullanıldığı, örneklem grubunda öğretmenler, lisans öğrencileri veya dokümanların tercih edildiği çalışmalara da odaklanılması önerilmiştir.

Aydurmuş vd. (2021), çalışmasında Türkiye’ de Gerçekçi Matematik Eğitimi araştırmalarının analizini yapmıştır. Çalışma kapsamında 101 araştırmayı; yıllarına, amaçlarına, kullanılan araştırma yöntemi, örneklem ve örneklem genişliği, veri toplama araçları, matematikselleştirme sürecinin boyutlarına, araştırma konusu ve sonuçları bağlamında incelemiştir. Araştırma sonuçları yıllara göre incelendiğinde çoğunluğunun 2019 yılında gerçekleştiği ve 2020 yılında düşüş meydana geldiği belirtilmiştir. Bu düşüşün sebebi olarak pandemi süreci gösterilmiştir. En çok çalışılan konular geometri ve ölçme ile sayılar ve işlemler öğrenme alanları olduğu tespit edilmiştir. Araştırmalarda en çok kullanılan yöntemin nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desen olarak belirlenmiştir. Araştırmalarda kullanılan örneklem türlerinde en çok ortaokul öğrencileri olduğu belirlenmiştir. İncelenen araştırmaların amaçları incelendiğinde RBC+C ve APOS teorilerinin kuramsal çerçevelerinden yararlanıldığı belirlenmiştir. Ayrıca bazı çalışmalarda yapılandırmacılık ve RBC+C soyutlama teorisinin birlikte kullanıldığı tespit edilmiştir.

Gerçekçi matematik eğitimi ile ilgili yapılan bir diğer içerik analizi çalışması olan Karakuş (2023), Türkiye'de ilkokul ve ortaokul düzeylerinde Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) konusunda yazılmış lisansüstü tezlerin eğilimlerini anlamayı amaçlamıştır. Çalışmada araştırma desenlerinden nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma verileri doküman incelemesi yoluyla analiz edilmiştir. Tezleri analiz etmek için özel bir tez inceleme formu oluşturulmuş ve elde edilen veriler nitel veri analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, tez türlerinde ağırlığın genellikle yüksek lisans tezlerine yönlendiği belirlenmiştir. Tezlerin yayın yılına göre dağılımı incelendiğinde 2018 yılından itibaren bir artış yaşandığı ancak en çok artışın 2019 yılında olduğu dikkat çekilmiştir. Bu çalışmaların genellikle Türkçe dilinde yazıldığı gözlemlenmiştir ve yapıldığı üniversiteler arasında Uludağ, Çukurova ve Gazi Üniversiteleri'nin öne çıktığı saptanmıştır. Akademik danışmanların çoğunluğunun Doktor Öğretim Üyesi unvanına sahip olduğu görülmüştür ve bu tezlerin çoğunlukla Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde yapıldığı belirlenmiştir. Anahtar kelimeler arasında en sık "Gerçekçi Matematik Eğitimi' nin kullanıldığı tespit edilmiştir. Tezlerde incelenen konu alanları arasında ilkokul ve ortaokul düzeylerinde en fazla "Sayılar ve İşlemler" öğrenme alanına odaklandığı belirlenmiştir. Örneklem gruplarının genellikle 26-50 kişi aralığında olduğu ve çalışmaların çoğunlukla ortaokul düzeyinde gerçekleştirildiği ortaya çıkmıştır. Araştırma yöntemlerinin incelenmesinde, tezlerin çoğunlukla nicel araştırma yöntemlerini benimsediği göze çarpmıştır. Veri toplama araçları arasında başarı testlerinin en çok kullanıldığı görülmüştür ve verilerin analizinde çoğunlukla nicel veri analiz yöntemlerine başvurulduğu tespit edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, tezlerde Gerçekçi Matematik Eğitimi'nin öğrenci başarısını artırdığı, bilgi kalıcılığını sağladığı, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını ve görüşlerini olumlu yönde etkilediği sonuçlarına ulaşıldığı belirlenmiştir. Tezlerde daha çok sayılar ve işlemler öğrenme alanında çalışılmasının sebebi olarak matematiğin temel kavram ve becerilerinin temelinin atılmaya başlanması olduğunun düşünüldüğü belirtilmiştir. Tezlerin sonuçları incelendiğinde Gerçekçi Matematik Eğitiminin başarıya olumlu yönde etki ettiği görülmüştür bunun sebebi olarak GME' nin matematik dersine uygunluğu gösterilmiştir. Bir başka sonuç öğrenilen bilgilerin kalıcı olmasını sağladığı görülmüştür.

Köprücü (2023), çalışmasında matematik tarihi ile ilgili yapılmış 26 adet lisansüstü tezi incelemiştir. Çalışmalar 2004-2022 yılları arasında yapılmış olup 22'si yüksek lisans 4'ü doktora tezinden oluşmuştur. Çalışmalar; tür, yıl, üniversite, yayın dili, amacı, konusu, araştırma metodu, araştırma modeli, örneklem, veri elde etme aracı, ölçtüğü özelliği, veri analiz yöntemi ve sonuçları bağlamında incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda çalışmaların çoğunluğunun; yarı deneysel çalışmalar olduğu, ortaokul kademesi öğrencilerine uygulandığı, öğrenme alanı olarak sayılar ve işlemler tercih edildiği, ölçek ve başarı testlerinin veri elde etme aracı olarak kullanıldığı, veri analiz metodu olarak betimsel analiz seçildiği ortaya çıkmıştır. Çoğu çalışmanın amacının akademik başarıyı ölçmek olduğu belirtilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilerin çoğunun olumlu yönde eğilim gösterdiği tespit edilmiştir.

Coşkun (2021) çalışmasında, Türkiye' de matematik eğitiminde problem çözmeye yönelik 2000-2020 yılları arasında yapılan çalışmaların eğilimlerini incelemiştir. Çalışmalar; yayın yıllarına, araştırma gruplarına, araştırma yöntemlerine, veri toplama araçlarına, veri analiz yöntemlerine, yayınlandığı dergilere, tezlerin yazıldığı üniversiteye, makalelerin yayınlandığı dergilere, tezlerin akademik danışmanlığına, danışmanların unvanlarına ve son olarak çalışmalardan ulaşılan sonuçlara göre eğilimler belirlenmiştir. Doküman inceleme yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışmada, verilerin analizinde içerik analizi yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmanın bulgularında yıllara göre dağılım incelendiğinde 2014 yılından sonra bir artış olduğu görülmüştür ve en fazla artışın 2019 yılında olduğu belirtilmiştir. Araştırma gruplarından elde edilen bulgularda en çok ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları ile çalışıldığı ve en çok tercih edilen araştırma yönteminin nicel araştırma yöntemi olduğu belirlenmiştir. Analizde en çok kullanılan veri analiz tekniğinin betimsel istatistik yöntemi olduğu ve test veri toplama aracının ise en sık tercih edilen araç olduğu belirlenmiştir. Problem çözme odaklı çalışmaların sonuçlarına göre öğrencilerin problem çözme becerileri bakımından düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve özellikle rutin olmayan problemlerde bu durumun ön plana çıktığı tespit edilmiştir. İncelenen. Çalışmalarda problem çözme becerisi ve okuma becerisi arasında anlamlı ilişkiler olduğu ortaya çıkmıştır bu kapsamda öğrencilerin okuma becerisinin gelişmesi açısından çeşitli faaliyetler gerçekleştirilmesi önerilmiştir.

Alyeşil Kabakçı, Yitmez, Faydaoğlu (2023), çalışmalarında matematiksel dil ile ilgili Türkiye'de 2002-2021 yılları arasında ERIC, ULAKBİM ve Google Akademik Veri

Tabanlarında taranan makaleleri incelemişler ve 35 makaleye ulaşmışlardır. Araştırma kapsamında makalelerin; yıllarına, yayın diline, konu alanlarına, çalışma gruplarına, öğrenim düzeyine, yöntemin yıllara ve desenine göre, örneklem büyüklüğü ve yöntemine, veri toplama araçlarına, veri analiz yöntemlerine ve makalelerin sonuçlarına yönelik dağılımları incelenmiştir. Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen 'Makale Sınıflama Formu' kullanılmıştır. Araştırmanın yöntemi nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesidir ve verilerin analiz yöntemi olarak betimsel içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularında en fazla araştırmanın 2018 yılında olduğu belirlenmiştir. Makalelerin yayın dilinin yüksek oranda Türkçe olduğu belirtilmiştir. Konu alanlarına göre dağılımları incelendiğinde en çok matematiksel dil ile ilgili olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırma modeline ilişkin dağılımlarında nitel ve nicel araştırmaların eşit sayıda olduğu ve nitel araştırmalarda durum deseni nicel araştırmalarda ise tarama modeli kullanıldığı tespit edilmiştir. Veri toplama araçlarında en çok ölçek ve onu takiben görüşme tercih edilmiştir. Kullanılan ölçeklerden en çok matematiksel dil ölçeği kullanıldığı belirtilmiştir. Araştırmalarda veri analiz yöntemi olarak en çok içerik analizi ve betimsel analiz kullanılmıştır ancak makalelerde büyük oranda (%54,3) veri analiz yöntemi belirtilmemiştir. Matematiksel dil ile ilgili sonuçlar incelendiğinde çoğu araştırmanın matematiksel dili kullanma becerilerinin değerlendirilmesine yönelik sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Araştırmanın sonuçlarına göre en fazla çalışmanın matematiksel dil ve sayılar ve cebir konu alanlarında yapıldığı tespit edilmiştir. Örneklem gruplarının lisans ve ortaokul düzeyinde olduğu belirlenmiş ancak okul öncesi ve ilköğretim düzeyinde matematiksel dilin kullanımının kavram öğretiminde belirleyici olduğu göz önüne alınırsa bu örneklem gruplarıyla da çalışılması önerilmiştir.

Baydar Işık (2021) çalışmasında, Pedagojik Alan Bilgisi ve Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi' ne ilişkin YÖK Ulusal Tez Merkezinde yayınlanmış 78 adet lisansüstü tezi türlerine, yayınlandıkları yıllara, üniversitelerine, örneklem tür ve büyüklüklerine, araştırma yöntemlerine, veri toplama araçlarına ve veri analiz yöntemlerine göre incelemiştir. YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde yer alan 78 lisansüstü tezin Pedagojik Alan Bilgisi ve Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi'ne yönelik türlerini, yayınlandıkları yıllarını, üniversitelerini, örneklem tür ve büyüklüklerini, araştırma yöntemlerini, veri toplama araçlarını ve veri analiz yöntemlerini inceleyen bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ortaya koyduğu sonuçlara göre, Pedagojik Alan Bilgisi'ne ilişkin tezlerin çoğunluğunun 2019 yılında, Teknolojik Pedagojik Alan

Bilgisi'ne ilişkin tezlerin ise en fazla 2017 yılında yapıldığı belirlenmiştir. Her iki konuda da tezlerin büyük çoğunluğunun yüksek lisans düzeyinde olduğu, bu tezlerin büyük bir bölümünün ise Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan Pedagojik Alan Bilgisi'ne ilişkin tezlerde en çok 1-10 arası örneklem büyüklüğünde öğretmenlerin tercih edildiği, Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi'ne ilişkin tezlerde ise 101-300 arası örneklem büyüklüğünde öğretmen adaylarının sıkça tercih edildiği tespit edilmiştir. Araştırmanın diğer sonuçları arasında incelenen tezlerde diğer yaklaşımlara kıyasla nitel yaklaşımın ve araştırma yöntemi olarak ise durum çalışmasının daha fazla tercih edildiği yer almıştır. Yine tezlerin büyük bir bölümünün veri toplama aracı olarak görüşme, gözlem ve ölçek araçlarını, veri analiz yöntemi olarak ise betimsel analiz ve içerik analizini tercih ettikleri belirlenmiştir.

Topuz, Cantürk Günhan (2020), Türkiye'de, APOS, RBC, procept ve soyutlama teorileri üzerine yapılan kapsamlı araştırmalar, YÖK Tez Merkezi, ULAKBİM, Google Akademik ve sempozyumlar üzerinden taranarak incelenmiştir. Bu kapsamda toplam 27 lisansüstü tez, 15 makale ve 8 bildiri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Araştırmalar, betimsel içerik analizi yöntemi kullanılarak programlanmış yıl-türü-yayın dili, temel düzeyleri-sayısı ve uygulama çeşidi, tercih edilen konu ve bilgi oluşturma teorisi, kullanılan model-desen ve geçerli-güvenlik yöntemleri, veri toplama araçları ve veri analiz yöntemleri gibi kriterlere göre sınıflandırılmıştır. 2018 yılında, en fazla sayıda ve cebir öğrenme alanında yapılan çalışmaların öne çıktığı belirlenmiştir. Çalışmalar genellikle ortaokul düzeyinde gerçekleştirilmiş olup, örneklem parçalarının genel olarak az miktarlarda olduğu gözlemlenmiştir. Örnekleme modelleri ve sürümler konusunda bazı eksiklikler tespit edilmiştir; bu eksikliklerin giderilmesi amacıyla araştırma yöntemleri derslerinin daha etkili hale getirilmesi önerilmiştir. Araştırmalarda, nitel modelin yanı sıra açık dosyalar, başarı testleri, video ve ses kaydı kullanılarak veri çeşitliliği sağlanmıştır. Araştırmanın sonuçlarında yüksek lisans tezi, doktora tezi ve makalelerin birbirine yakın sayıda olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmaların çoğunun Türkçe olarak yayınlandığı belirtilmiştir. Araştırmalarda daha çok APOS ve RBC teorileri kullanılmıştır ve RBC teorisinin daha çok tercih edildiği görülmüştür. Bunun sebebi olarak RBC teorisinin öğrenmeye olan sosyokültürel yaklaşımı olduğunun düşünüldüğü belirtilmiştir.

Soyutlama türlerinden biri olan APOS teorisi ile ilgili yapılan çalışmaların içerik analizi yapılan bir çalışma olan Şefik vd. (2021), çalışmalarında 2000-2020 yılları arasında yayınlanan 18 lisansüstü tezi, 107 ulusal ve uluslararası makalelerin analizini gerçekleştirmişlerdir. Verilerin analizinde betimsel içerik analizi ve tematik analiz beraber kullanılmışlardır. Araştırma kapsamında çalışmaların amacı, yıllara göre dağılımı, örneklem türüne göre dağılımı, kullanılan yönteme göre dağılımı, öğrenme alanlarına göre dağılımı, APOS teorisinin kullanım amacına göre dağılımı incelenmiştir. Bulgular incelendiğinde çalışmaların çoğunun lisans öğrencileri ile gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. APOS teorisi veri analizi, öğretim yöntemi olarak veya her ikisi içinde kullanılabilir olduğu görülmüştür. Sonuç olarak teorinin kavramsal anlama açısından önemli olduğu belirtilmiştir.

BÖLÜM III

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, araştırma sürecinde uygulanan işlemler, verilerin toplanması ve verilerin analizi başlıklarına yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Doküman incelenmesi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar (Tanrıöğen, 2014). Araştırmanın veri setini meydana getiren ana veya ikincil kaynakları belirleme süreci olarak adlandırılabilecek olan doküman inceleme yöntemi, çeşitli belgelerin toplanması, titizlikle gözden geçirilmesi, sorgulanması ve analiz edilmesi sürecini içermektedir (Özkan, 2019). Bu kapsamda yapılan çalışmada doküman inceleme yöntemi kullanılmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın verilerini Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nde veri tabanında yer alan matematik eğitiminde yapılmış matematiksel soyutlamaya ilişkin araştırmacının belirlemiş olduğu kriterlere uygun lisansüstü tezler ve Google Akademik'te yer alan makaleler oluşturmaktadır.

3.3.Verilerin Toplanması

Bu çalışmada, Türkiye'de matematik eğitiminde matematiksel soyutlamaya ilişkin yapılmış lisansüstü tezler ve makaleler taranmıştır. Araştırma verilerinin toplanmasında Sözbilir vd., (2012) tarafından geliştirilen ve araştırmacı tarafından çalışmaya uyarlanmış olan Yayın Sınıflama Formu (Bkz. EK-2) kullanılmıştır. Yayın sınıflama formu; çalışmanın künyesi, çalışmada kullanılan teori, metodu / tasarımı, araştırma yaklaşım ve yöntemi, örneklem türü, veri toplama araçları, veri analizi yöntemi, kullanılan strateji / yöntem, öğrenme alanı ve alt öğrenme alanları, çalışmaların sonuçları ve çalışmanın önerileri bölümlerinden oluşmaktadır. Formun çalışmaya uyarlanması aşamasında matematik eğitimcisi iki farklı uzmandan görüş alınmıştır. Alınan uzman görüşleri doğrultusunda formda gerekli revizeler yapılmıştır. Düzeltmeler yapıldıktan sonra araştırmacı tarafından forma son hali verilmiştir. Daha sonra araştırmanın verileri yayın sınıflama formu aracılığıyla araştırmaya dâhil edilen lisansüstü tezlerden ve makalelerden toplanmıştır.

3.4. İşlem Süreci

Araştırmanın verileri Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanı kullanılarak 2023 yılı ağustos ayına kadar yayınlanan yüksek lisans ve doktora tezleri ve Google Akademik'te yer alan makaleler taranmıştır. Dâhil edilme kriterlerine uygun lisansüstü tezler ve makaleler betimsel içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir.

3.4.1. Dâhil Edilme Kriterleri

Veri seti oluşturma sürecinde incelenecek lisansüstü tezlerin belirlenmesi araştırmacı tarafından belirlenen kriterler kapsamında beş aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar şu şekildedir:

1. Aşama: İlk olarak YÖK Tez Merkezi web sayfası üzerinden gelişmiş tarama seçilerek "soyutlama" anahtar kelimesi taranmıştır. Tarama sonucunda 618 adet lisansüstü tez elde edilmiştir. Ardından filtreleme kısmına "eğitim" anahtar kelimesi yazılarak tezler filtrelenmiş ve 109 adet lisansüstü tez olduğu belirlenmiştir. Bunlardan 76 tanesi matematik eğitimine ilişkin olmadığı için kapsam dışı bırakılmıştır. Kalan 33 adet lisansüstü tez matematik eğitiminde soyutlama konusuna ilişkin olduğundan veri setine dâhil edilmiştir. Matematik eğitiminde soyutlama ile ilgili elde edilen lisansüstü tezlerin 27 tanesi RBC+C Teorisi, 4 tanesi Piaget Soyutlama Teorisi, 2 tanesi de APOS Teorisi ile ilgilidir.
2. Aşama: İkinci olarak YÖK Tez Merkezi web sayfası üzerinden gelişmiş tarama seçilerek "bilgi oluşturma süreci" anahtar kelimesi taranmıştır. Tarama sonucunda 5 adet lisansüstü tez elde edilmiştir. Bu tarama sonucunda 1. Aşamada gerçekleştirilen taramada elde edilen lisansüstü tezlerden farklı olarak RBC+C Teorisi ile ilgili 1 adet lisansüstü teze daha ulaşılmıştır. Bu lisansüstü tez de veri setine dâhil edilmiştir.

3. Aşama: Üçüncü olarak YÖK Tez Merkezi web sayfası üzerinden gelişmiş tarama seçilerek "RBC" Anahtar kelimesi taranmıştır. Bu tarama sonucunda 519 adet lisansüstü teze ulaşılmıştır. Filtreleme kısmına "eğitim" anahtar kelimesi yazılarak 30 adet lisansüstü tez elde edilmiştir. 1. ve 2. aşamadaki ulaşılan lisansüstü tezlerden farklı olarak RBC+C Teorisi ile ilgili 3 adet lisansüstü tez daha veri setine dâhil edilmiştir.
4. Aşama: Dördüncü olarak YÖK Tez Merkezi web sayfası üzerinden gelişmiş tarama seçilerek "RBC+C" anahtar kelimesi taranmıştır. Bu tarama sonucunda 21 adet lisansüstü tez elde edilmiştir. Bu lisansüstü tezlerden 1 tanesi ilk üç aşamada taranan lisansüstü tezlerden farklı olduğu için RBC+C Teorisi ile ilgili lisansüstü tezlerin listesine eklenmiştir.
5. Aşama: Son olarak YÖK Tez Merkezi web sayfası üzerinden gelişmiş tarama seçilerek "APOS" anahtar kelimesi taranmıştır. Bu tarama sonucunda 24 adet lisansüstü tez elde edilmiştir. Bu tezlerden 3'ü alan dışı olduğundan alınmamıştır ve 1. aşamadan farklı 20 sonuç APOS Teorisi ile ilgili tezlere dâhil edilmiştir.

Yapılan tarama sonucunda 32 adet RBC+C Teorisi, 4 adet Piaget Soyutlama Teorisi ve 22 adet APOS Teorisi ile ilgili olmak üzere toplamda 58 adet lisansüstü teze ulaşılmıştır.

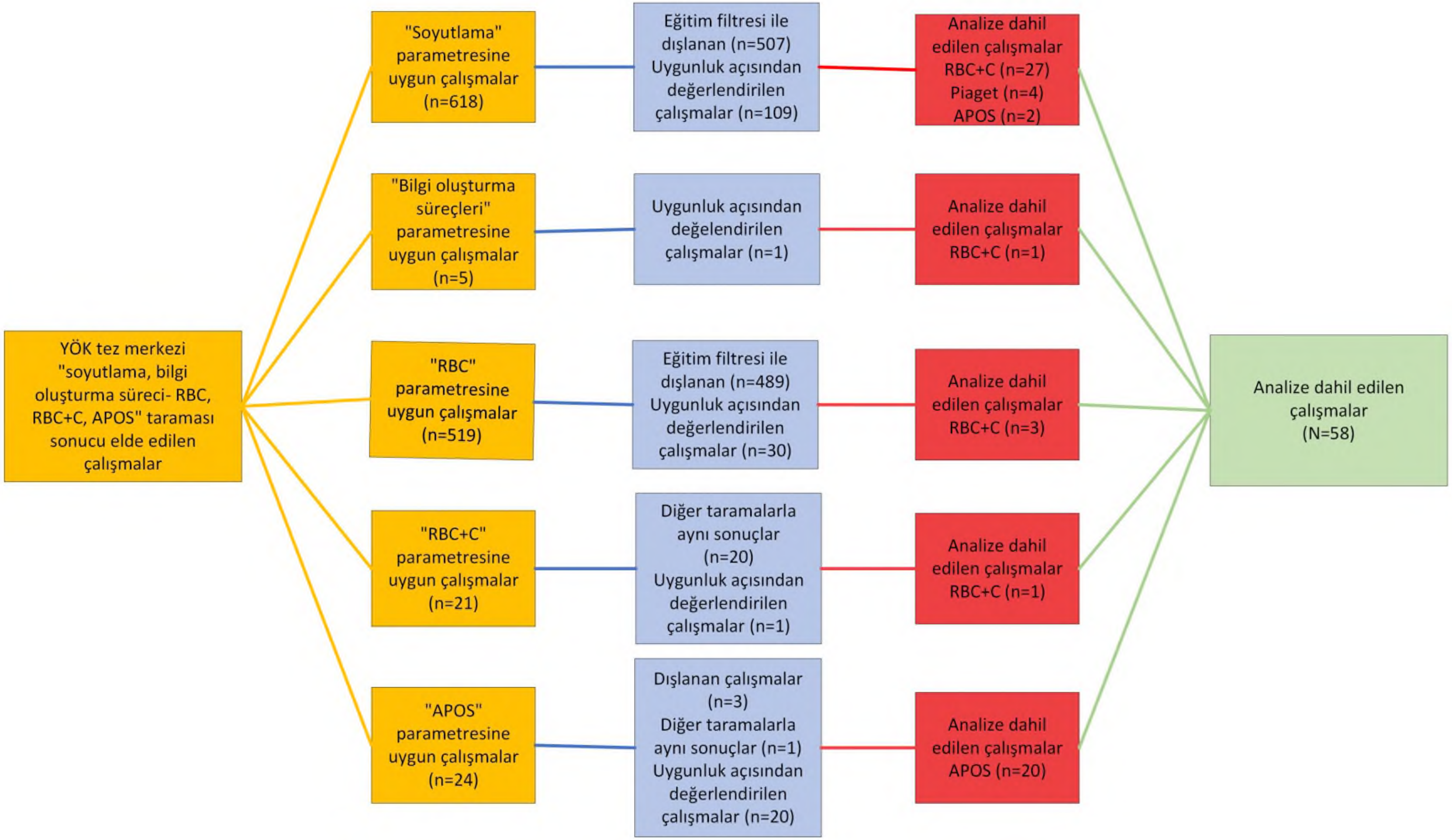
Veri seti oluşturma sürecinde incelenecek makalelerin belirlenmesi araştırmacı tarafından belirlenen kriterler kapsamında üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar şu şekildedir:

1. Aşama: Google akademik arama butonuna 'RBC' or 'RBC+C' and 'matematik eğitimi' anahtar kelimeleri yazılarak 400 sonuca ulaşılmıştır. Bunlardan 42' si tezden üretilmiş makaleler, 7'si bildiri, 45 tanesi matematik eğitimi alanında fakat ilgisiz, 174 tanesi alan dışı, 16 tanesi araştırmaya dahil edilen, kalan kısmı ise taranan makalelerden tekrar edenlerdir.

2. Aşama: Google akademik arama butonuna 'APOS' or 'APOS teorisi' and 'matematik eğitimi' anahtar kelimeleri yazılarak 678 sonuca ulaşılmıştır. Bunlardan 22 tanesi tezden üretilen makaleler, 5'i bildiri, 100'ü matematik eğitimi alanında fakat ilgisiz, 67 tanesi alan dışı, 7 tanesi araştırmaya dahil edilen, kalan kısmı ise taranan makalelerden tekrar edenlerdir.

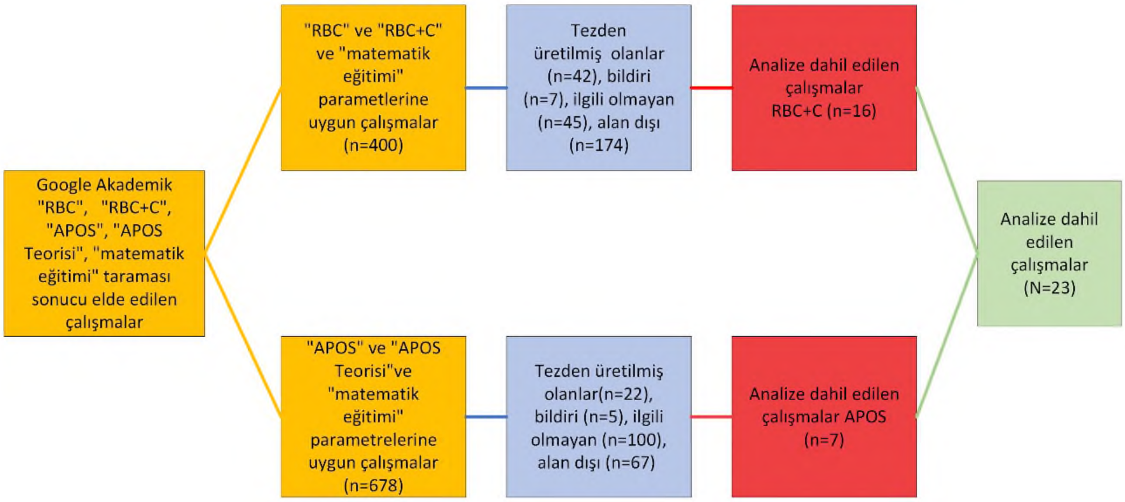
Yapılan tarama sonucunda 16 adet RBC+C Teorisi, 7 adet APOS Teorisi ile ilgili olmak üzere 23 makaleye ulaşılmıştır.

Gerçekleştirilen veri seti oluşturma süreci ayrıntılı olarak Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 de sunulmuştur.



Şekil 3.1 Veri Seti Oluşturma Süreci

"Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. Annals of Internal Medicine, 151(4), 264-269." kaynağından uyarlanmıştır.



Şekil 3.2 Veri Seti Oluşturma Süreci

"Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. Annals of Internal Medicine, 151(4), 264-269." kaynağından uyarlanmıştır.

3.4.2. Araştırma Verilerinin Kodlanması

Ulaşılan 58 adet lisansüstü tezin her birine yapılan bu çalışmaya dahil edilme kriterlerinden elde edilme sırası esas alınarak kod verilmiştir. RBC+C Teorisi' ne dahil edilen 32adet lisansüstü tez için ''R_1, R_2, R_3, …, R_{32}'' şeklinde kod verilmiştir. APOS Teorisi' ne dahil edilen 22 adet lisansüstü tez için ''A_1, A_2, A_3, …, A_{22}'' kodları verilmiştir. Son olarak Piaget Soyutlama Teorisi ilişkin 4 adet lisansüstü tez de ''P_1, P_2, P_3, P_4'' şeklinde kodlanmıştır. RBC/RBC+C Teorisi'ne dahil edilen 16 makale için "R_{33}, R_{34}, R_{35}, ..., R_{48}" şeklinde kod verilmeye devam edilmiştir. APOS Teorisi'ne dahil edilen 7 makale için "A_{23}, A_{24}, … , A_{29}" şeklinde kod verilmeye devam edilmiştir. İncelenen lisansüstü tezlerin ve makalelerin listesi; yayınlanma yılı, yazar, tez adı ve tez türü bilgileriyle birlikte EK-1'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3.5. Verilerin Analizi

Nitel veri analizi, tümevarımcı, yaratıcı ve betimleyici bir yaklaşım benimseyerek, verilerin sistematik bir şekilde kategorilere ayrılması, birden fazla incelenerek kategorilerin ve kategoriler arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması, verilerin betimlenerek analiz edilmesi ve analizin bir süreç üzerine kurulması özelliklerini içerir. (Ekiz, 2017). Araştırma kapsamında toplanan verilerin analizi; kategorilerin oluşturulması, kod ve temaların belirlenmesi ve bulguların oluşturularak yorumlanması aşamalarından oluşmaktadır.

Bilimsel çalışmalarda, çalışmanın içeriğini desteklemek ve gelecek araştırmalara yön vermek için farklı analiz türleri kullanılmaktadır. Bu kapsamda sosyal bilimlerde (Krippendorff, 2004) ve özellikle eğitim alanında içerik analizleri araştırmacılar tarafından daha çok tercih edilmektedir (Ültay, Akyurt & Ültay, 2021). İçerik analizi potansiyel olarak sosyal bilimlerdeki en önemli araştırma tekniklerinden biridir (Krippendorff, 2004). İçerik analizi niteliksel ve niceliksel yöntemlerin kesiştiği noktada yer alan bir tekniktir. Bu teknikler dizisi, belirli niteliklerin bir belge örneğinde görünme sıklığının ölçülmesini içerir. Holsti (1969) tarafından tanımlanan içerik analizi, bilimsel yöntemlerin belgesel kanıtlara uygulanması sürecini ifade eder. (Akt: Duncan, 1989).

İçerik analizleri; meta-analiz, meta-sentez (tematik içerik analizi) ve betimsel içerik analizi olarak üç ana kategoriye ayrılmaktadır (Çalık & Sözbilir, 2014). Meta-analiz, aynı konuda farklı zamanlarda ve farklı yerlerde gerçekleştirilen bireysel çalışmaların deneysel bulgularını toplama, birleştirme, sentezleme ve istatistiksel işlemlerle yorumlama amacını taşıyan bir nicel uygulamadır (Durlak, 1995). Diğer bir ifadeyle meta-analiz; etki büyüklüklerinin hesaplanması ve bu etki büyüklüklerinin çalışmaların arasındaki entegrasyonu işlemidir (Crits-Cristoph, 1992). Buradaki hedef, aynı konu üzerine farklı zamanlarda ve mekanlarda gerçekleştirilmiş bireysel çalışmaların deneysel bulgularının bir araya getirilerek sentezlenmesi ve yorumlanmasıdır. (Wolf, 1986). Meta-sentez, aynı konu üzerinde yapılan araştırmaların temel temaları veya ana şablonları belirleyerek eleştirel bir bakış açısıyla sentezlenip yorumlanmasını içeren bir metodolojidir. Bu yaklaşım, tematik içerik analizi yoluyla, çeşitli çalışmaların ortak temalarını anlamaya ve bütünsel bir bakış açısıyla yorumlamaya odaklanır (Çalık & Sözbilir, 2014). Betimsel içerik analizi ise belirli bir konu içinde bağımsız olarak gerçekleştirilen, yayınlanmış veya yayınlanmamış tüm çalışmaların ele alınıp eğilimlerinin tanımlayıcı bir boyutta değerlendirilmesini içeren sistemli çalışmalardır (Calik vd., 2008; Suri & Clarke, 2009, Sözbilir, Kutu & Yaşar, 2012, Ültay vd., 2021). Betimsel içerik analizi aracılığıyla belirlenmiş alan veya konu içinde araştırma yapmak isteyen gelecek araştırmacılara genel eğilimin ne olduğu gösterilmekte ve analiz sonuçlarının gelecek araştırmalara yön vermesi beklenmektedir (Miles & Huberman, 1994; Krippendorff, 2004; Yıldırım & Şimşek, 2008). Betimsel içerik analizinin kullanıldığı çalışmalarda, elde edilen bilgilerin doğru ve sistemli bir şekilde düzenlenerek analize tabi tutulması, yorumlanması ve sonuçların açık bir şekilde belirtilmesi gerekmektedir (Ültay, Akyurt & Ültay, 2021). Bu bağlamda, zengin bir kaynak çeşitliliği ve sayısına sahip olunması, bu tez çalışmasında betimsel içerik analizi metodunun benimsenmesine neden olmuştur.

Çalışma kapsamında matematik eğitimi alanında matematiksel soyutlamaya ilişkin yapılan çalışmaların araştırmacı tarafından belirlenen kriterlere göre sistematik olarak incelenmesi amaçlanmıştır. İnceleme sonucunda ise çalışma kapsamına dâhil edilen çalışmalar belirlenen kriterler çerçevesinde genel eğilimlerinin ne yönde olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmada toplanan verilerin analizi için betimsel içerik analizi modeli tercih edilmiştir. Çalışma kapsamına dahil edilen çalışmaların her biri araştırmacı tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ardından kod ve temalar oluşturulmuştur. Elde edilen bu verilerin frekans ve yüzdeleri Microsoft Excel aracılığıyla hesaplanarak tablolaştırılmıştır. Toplanan verilere ilişkin hiyerarşik sırlama, yığılma ve değişimlerin daha açık şekilde anlaşılması için oluşturulan tablolar ayrıca şekiller ile desteklenmiştir.

3.6. Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenilirliği

Araştırmanın geçerliğini sağlamak amacıyla araştırmacı, yapılan çalışmanın her aşamasını şeffaf bir şekilde açıklamaya çalışmıştır. Verilerin toplanması ve analizi süreci ise detaylı şekilde açıklanmıştır. Ayrıca araştırma süreci boyunca elde edilen veriler daha önce matematiksel soyutlamaya ilişkin çalışması bulunan bir öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Araştırmanın her bir aşamasında öğretim üyesinin görüşleri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılarak araştırma tamamlanmıştır.

Kodlamaların güvenirliğinin sağlanması amacıyla çalışmalar içerisinden her bir teoriyi konu alan dörder tane olmak üzere toplamda 12 adet çalışma veri setinden rastgele seçilmiş ve iki farklı matematik eğitimcisi tarafından birbirlerinden bağımsız olarak kodlanmıştır. Yapılan kodlamalar sonucunda ortaya çıkan farklılıklar üzerine kodlayıcılar arasında fikir alışverişi gerçekleştirilmiştir. Bu süreç sonunda fikir birliğine varılmıştır. Örneğin; karma yöntem araştırma modelinin kullanıldığı bazı araştırmalarda araştırma deseninin açıkça belirtilmediği belirlenmiştir. Bu çalışmalara ilişkin karma yöntem modeli altında “belirtilmemiş” kategorisinin yer alması kararlaştırılmıştır. Söz konusu bu çalışmalar bu kategori altında değerlendirilmiştir. Ayrıca araştırma alt problemlerinden çalışmaların öğrenme alanlarının incelenmesinde örneklem grubu öğretmen ve lisans öğrencileri olan çalışmalarda öğrenme alanı bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmaların ise “öğrenme alanı yok” kategorisinde değerlendirilmesine ilişkin fikir birliğine varılmıştır.

BÖLÜM IV

4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde; araştırmanın alt problemlerine yanıt vermek amacıyla toplanan verilerin analizlerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu bulgular frekans, yüzde tabloları ve grafiklerle sunulmuş ve yorumlanmıştır.

4.1. Çalışmaların Türlerine Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların türlerine ve soyutlama teorilerine göre dağılımlarından elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.1.'de verilmiştir.

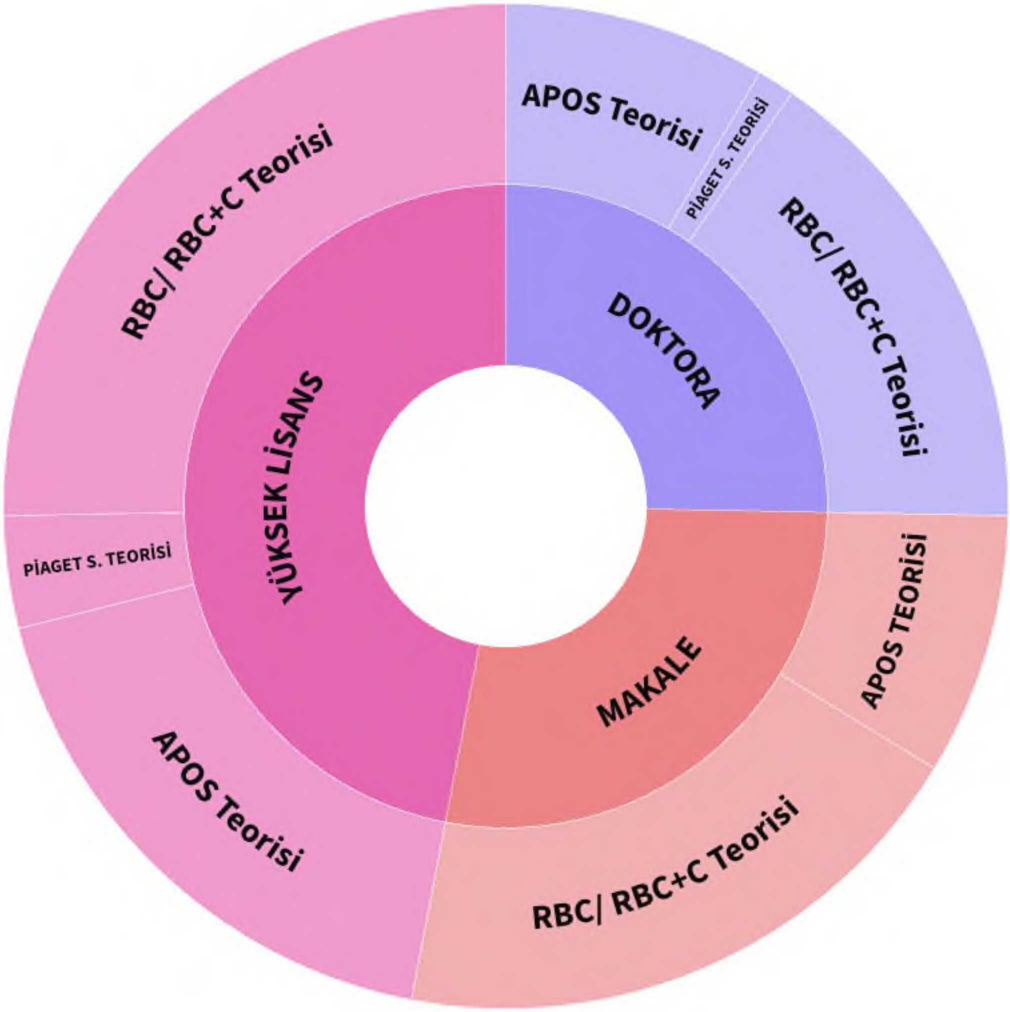
Tablo 4.1 Çalışmaların türlerine ve soyutlama teorilerine göre dağılımı

Çalışma Türü	Soyutlama Teorileri	Çalışmalar	(f)	(%)
Yüksek Lisans	RBC (RBC+C) Teorisi	R_1, R_2, R_5, R_6, R_7, R_8, R_{11}, R_{12}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17}, R_{23}, R_{27}, R_{28}, R_{30}, R_{31}, R_{32}, R_{33}, R_{34}	20	52,63
	APOS Teorisi	A_1, A_4, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{21}	15	39,47
	Piaget Soyutlama Teorisi	P_2, P_3, P_4	3	7,90
Toplam			**38**	**100**
Doktora	RBC (RBC+C) Teorisi	R_3, R_4, R_9, R_{10}, R_{13}, R_{19}, R_{20}, R_{21}, R_{22}, R_{24}, R_{25}, R_{26}	12	60,00
	APOS Teorisi	A_2, A_3, A_5, A_{12}, A_{16}, A_{20}, A_{22}	7	35,00
	Piaget Soyutlama Teorisi	P_1	1	5,00
Toplam			**20**	**100**
Makale	RBC (RBC+C) Teorisi	R_{33}, R_{34}, R_{35}, R_{36}, R_{37}, R_{38}, R_{39}, R_{40}, R_{41}, R_{42}, R_{43}, R_{44}, R_{45}, R_{46}, R_{47}, R_{48}	16	69,57
	APOS Teorisi	A_{23}, A_{24}, A_{25}, A_{26}, A_{27}, A_{28}, A_{29}	7	30,43
Toplam			**23**	**100**

Türkiye'de matematiksel soyutlamaya ilişkin toplam 58 lisansüstü teze ve 23 makaleye ulaşılmıştır. Çalışmaların 38'i (%65,51) yüksek lisans tezinden, 20'si (%34,49) ise doktora tezinden oluşmaktadır. Tablo 4.1 incelendiğinde yüksek lisans tezlerinin doktora tezlerine göre daha fazla oranda yapıldığı söylenebilir. Ayrıca yüksek lisans tezlerinden 20'sinde doktora tezlerinin de 15'inde olmak üzere RBC/RBC+C teorisinin daha çok kullanıldığı görülmektedir. APOS teorisinin yüksek lisans tezlerinin 15'inde ve doktora tezlerinin yedisinde kullanıldığı görülmektedir. Teorilerde en az tercih edilen

Piaget soyutlama teorisinin; yüksek lisans tezlerinin üçünde, doktora tezlerinin birinde olmak üzere toplamda dört tezde kullanıldığı görülmektedir. Makalelerin ise 16'sının RBC+C teorisine, yedisinin APOS teorisine ilişkin olduğu belirlenmiştir.

İncelenen çalışmaların sayılarının kullanılan soyutlama türlerine göre dağılımını görsel olarak frekans değerleriyle birlikte karşılaştırılması amacıyla Şekil 4.1 oluşturulmuştur.



Şekil 4.1 Çalışmaların türleri ve soyutlama teorilerine göre dağılımı

Şekil 4.1 incelendiğinde yapılan çalışmalarda yüksek lisans, doktora ve makale türlerinde RBC/ RBC+C teorisinin daha çok, Piaget'in soyutlama teorisinin en az tercih edildiği görülmektedir.

4.2. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

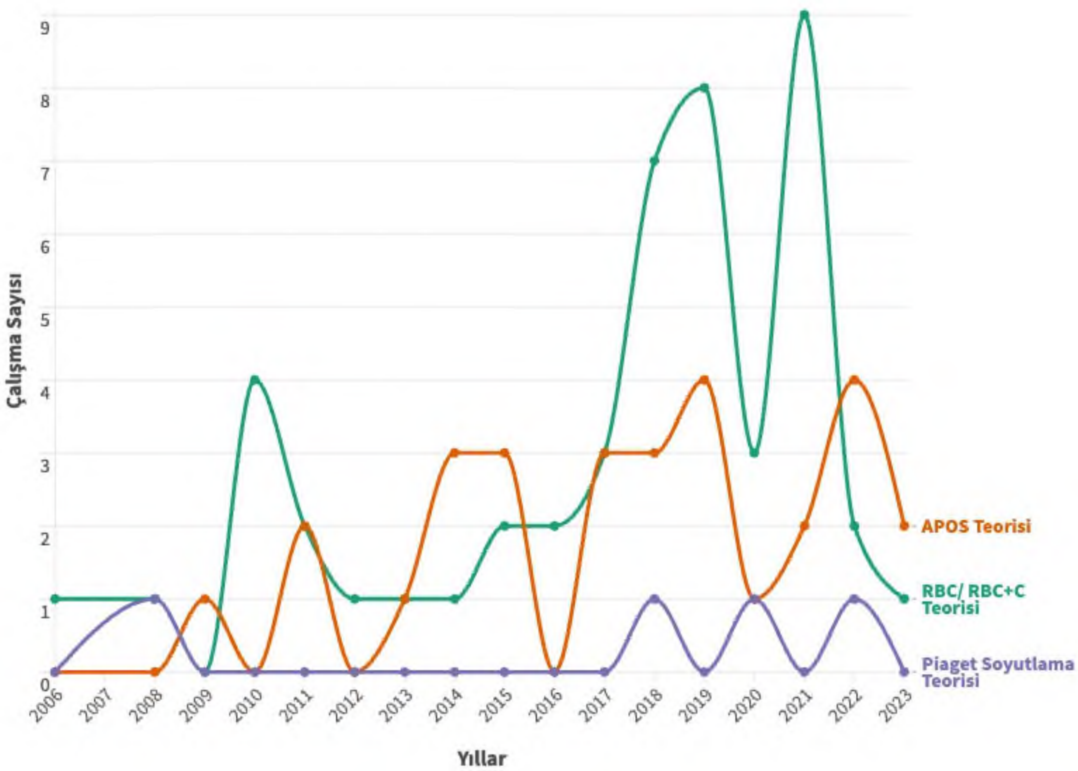
Araştırmada incelenen çalışmaların yayın yıllarına göre dağılımlarından elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.2.'de sunulmuştur.

Tablo 4.2 Çalışmaların yayın yıllarına göre dağılımı

Yıl	Çalışmalar	(f)	(%)
2006	R_{25}	1	1,23
2008	R_{40}, P_3	2	2,47
2009	A_{12}	1	1,23
2010	R_{22}, R_{23}, R_{30}, R_{36}	4	4,94
2011	R_9, R_{47}, A_{22}, A_{25}	4	4,94
2012	R_4	1	1,23
2013	R_{43}, A_5	2	2,47
2014	R_3, A_{17}, A_{21}, A_{28}	4	4,94
2015	R_{28}, R_{42}, A_3, $A1_0$, A_{27}	5	6,17
2016	R_{34}, R_{45}	2	2,47
2017	R_{19}, R_{32}, R_{48}, A_1, A_{18}, A_{20},	6	7,41
2018	R_{10}, R_{26}, R_{29}, R_{33}, R_{41}, R_{44}, R_{46}, $A1_4$, A_{19}, A_{29}, P_1	11	13,58
2019	R_1, R_2, R_5, R_6, R_7, R_8, R_{27}, R_{39}, A_4, A_{11}, A_{13}, A_{24}	12	14,81
2020	R_{13}, R_{14}, R_{21}, A_7, P_4	5	6,17
2021	$R1_1$, R_{12}, R_{18}, R_{20}, R_{24}, R_{31}, $R3_5$, R_{37}, R_{38}, A_2, A_6,	11	13,58
2022	R_{15}, R_{16}, A_8, A_{16}, A_{23}, A_{26}, P_2	7	8,64
2023	R_{17}, A_9, A_{15}	3	3,70
Toplam		**81**	**100**

Tablo 4.2 incelendiğinde soyutlama konusundaki ilk çalışma 2006 yılında RBC teorisine ilişkin yapılmıştır. Çalışma yapılan yıllar arasında alan yazına en az katkı yapılan yılların ise birer çalışma ile 2006, 2009 ve 2012 yıllarının olduğu görülmektedir. 2007 yılında ise herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

İncelenen çalışma sayılarının yıllara göre dağılımının frekans değerleriyle birlikte soyutlama teorisi türlerinin de karşılaştırılması amacıyla Şekil 4.2 oluşturulmuştur.



Şekil 4.2 Çalışmaların yayın yıllarına göre dağılımı

Şekil 4.2'de yer alan çizgi grafiği incelendiğinde Türkiye' de matematiksel soyutlamaya ilişkin özellikle 2019 yılında diğer yıllara göre daha fazla sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmaların yine büyük bir kısmı RBC/RBC+C teorisine ilişkin yapıldığı gözlenmektedir. Ayrıca Piaget Soyutlama Teorisi ile ilgili olarak da yapılan ilk çalışmanın 2008 yılında olduğu, 2009-2017 yılları arasında çalışma olmadığı ve genel olarak bu konuda yılda en fazla bir çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Benzer şekilde APOS Teorisi üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda, 2012 yılından itibaren bir artış gözlemlense de son beş yılda RBC Teorisi üzerine yapılan çalışmaların sayısıyla kıyaslandığında bu artışa ulaşılamamıştır.

4.3. Çalışmalarda Kullanılan Araştırma Yöntemlerinin Türlerine Göre Dağılımı

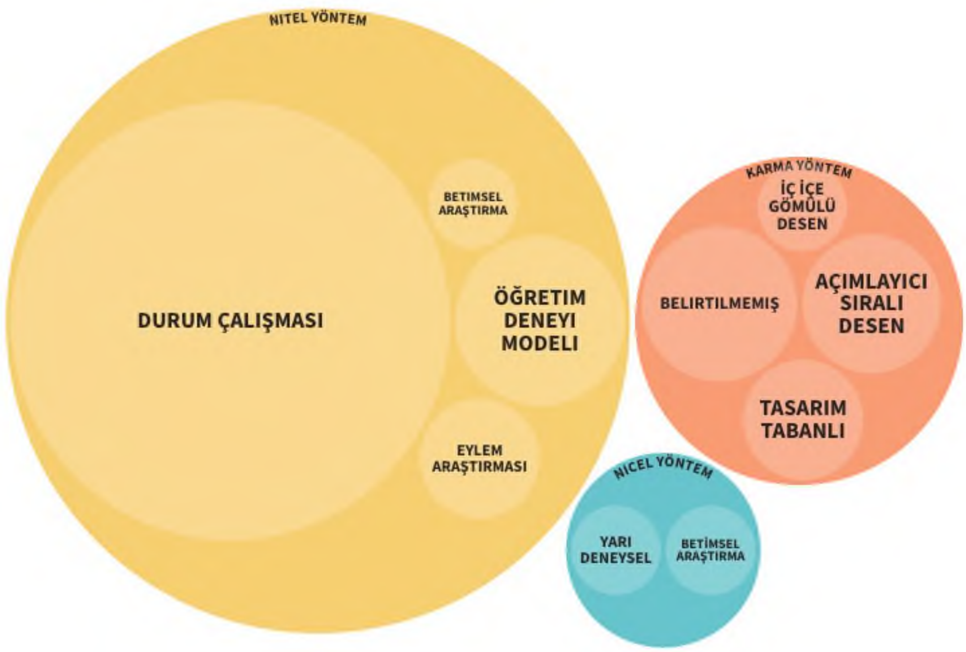
Araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan yaklaşımlar ve yöntemlere ait dağılımlarından elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3 Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin dağılımı

Araştırma Yaklaşımı	**Araştırma Yöntemi**	**Çalışmalar**	**(f)**	**(%)**
Nicel	Yarı Deneysel Yöntem	A_9, A_{24}	2	2,47
	Betimsel Araştırma	R_{33}	1	1,23
Nitel	Durum Çalışması	R_1, R_3, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{15}, R_{16}, R_{17}, R_{18}, R_{19}, R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{26}, R_{27}, R_{28}, R_{29}, R_{30}, R_{31}, R_{32}, R_{34}, R_{35}, R_{36}, R_{38}, R_{40}, R_{42}, R_{43}, R_{44}, R_{45}, R_{46}, R_{47}, R_{48}, A_1, A_2, A_4, A_6, A_8, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{15}, A_{18}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{25}, A_{26}, A_{29}, P_4	55	67,90
	Eylem Araştırması	A_7, A_{19}	2	2,47
	Öğretim Deneyi Modeli	R_{14}, R_{39}, R_{41}, A_{14}, A_{17}, A_{27}, P_1, P_2, P_3	9	11,11
Karma	Açımlayıcı/ Açıklayıcı Sıralı Desen	R_2, R_{24}, A_3, A_{16}	4	4,94
	İç İçe Gömülü Desen	R_{10}	1	1,23
	Tasarım tabanlı	R_{37}, A_{20}	2	2,47
	Belirtilmemiş	R_4, R_{20}, R_{25}, A_5, A_{28}	5	6,17
Toplam			**81**	**100**

Tablo 4.3 incelendiğinde yapılan çalışmaların büyük bir bölümünde (%81,48) nitel yaklaşım tercih edildiği görülmektedir. Sadece üç çalışmada nicel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmaların %14,81'inde hem nicel hem de nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma araştırma yaklaşımlarından yararlanılmıştır.

Çalışmaların sayılarının araştırma yaklaşımlarına göre dağılımlarında kullanılan araştırma yöntemlerinin frekans değerleriyle birlikte karşılaştırılması amacıyla Şekil 4.3 oluşturulmuştur.



Şekil 4.3 Çalışmaların araştırma yaklaşımlarının ve yöntemlerinin dağılımı

Şekil 4.3 incelendiğinde çalışmaların nitel araştırma yaklaşımlarında kullandıkları araştırma yöntemi olarak durum çalışması ön plana çıkmaktadır. Bunu takiben öğretim deneyi modeli kullanılmıştır. Karma araştırma yaklaşımlarından yararlanan çalışmalarda genellikle nitel verilerin nicel verileri açıklamak amacıyla kullanıldığı açımlayıcı sıralı desen tercih edilmiştir. Karma yaklaşımın kullanıldığı çalışmaların beşinde ise araştırma yöntemi belirtilmemiştir.

4.4. Çalışmaların Örneklem Türlerine Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan örneklem grubu türlerine ait dağılımlardan elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.4’te sunulmuştur

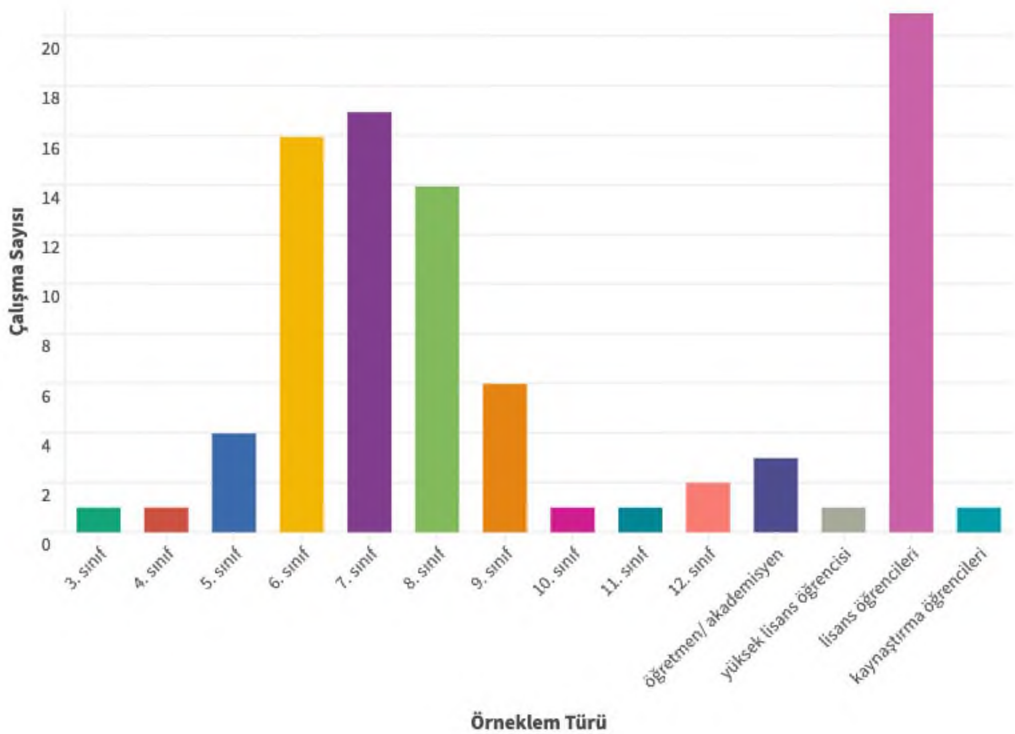
Tablo 4.4 Çalışmaların örneklem türlerine göre dağılımı

Örneklem Grubu		Çalışmalar	(f)	(%)
İlkokul	3. sınıf	R_{22}	1	1,12
	4. sınıf	R_{3}	1	1,12
Toplam			**2**	
Ortaokul	5. sınıf	R_{15}, A_{6}, A_{7}, A_{19}	4	4,49
	6. sınıf	R_{2}, R_{6}, R_{8}, R_{9}, R_{11}, R_{14}, R_{20}, R_{24}, R_{25}, R_{26}, A_{13}, A_{15}, P_{1}, P_{3}, R_{39}, R_{43}	16	17,98
	7. sınıf	R_{23}, R_{31}, R_{4}, R_{10}, R_{12}, R_{13}, R_{20}, R_{24}, R_{25}, R_{27}, R_{30}, A_{9}, A_{14}, R_{34}, R_{37}, R_{41}, A_{23}	17	19,10
	8. sınıf	R_{5}, R_{7}, R_{16}, R_{25}, R_{28}, R_{29}, R_{32}, R_{18}, A_{10}, A_{3}, A_{4}, A_{17}, A_{21}, R_{42}	14	15,73
Toplam			**51**	
Lise	9. sınıf	R_{1}, A_{21}, R_{36}, R_{40}, R_{47}, R_{48}	6	6,74
	10. sınıf	R_{19}	1	1,12
	11. sınıf	R_{35}	1	1,12
	12. sınıf	A_{16}, R_{45}	2	2,25
Toplam			**10**	
Öğretmen / Akademisyen		R_{19}, A_{11}, A_{26}	3	3,37
Yüksek lisans öğrencileri		R_{48}	1	1,12
Lisans Öğrencileri		R_{21}, R_{17}, A_{20}, A_{8}, A_{1}, A_{5}, A_{12}, A_{2}, A_{18}, A_{22}, P_{2}, R_{33}, R_{38}, R_{44}, R_{46}, R_{48}, A_{24}, A_{25}, A_{27}, A_{28}, A_{29}	21	23,60
Kaynaştırma Öğrencisi		P_{4}	1	1,12
Genel Toplam			**89**	**100**

*Araştırma örneklem türlerinin toplam frekansının 89 olarak belirlenmesinin sebebi bir çalışmada hem öğretmenlerin hem de lise öğrencilerinin örnekleme dahil edilmesinden kaynaklanmıştır

Tablo 4.4'te verilen matematiksel soyutlamaya ilişkin çalışmaların örneklem grubu türlerine göre dağılımı incelendiğinde en fazla ortaokul öğrencileri (f=51) ile çalışma yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunu 21 çalışma ile lisans öğrencileri ve 10 çalışma ile lise öğrencileri izlemektedir. Öğretmenler/ akademisyenler ile üç ve ilkokul öğrencileri ile iki çalışma yapılmışken en az tercih edilen örneklem türü ise bir çalışma ile kaynaştırma öğrencileridir. Bir çalışmada (R_{25}) ise 6,7 ve 8. Sınıf olmak üzere üç farklı örneklem grubu ile çalışılmıştır.

İncelenen çalışmaların sayılarının örneklem türlerine göre dağılımının frekans değerleriyle birlikte karşılaştırılması amacıyla Şekil 4.4 oluşturulmuştur.



Şekil 4.4 Çalışmaların örneklem türlerine göre dağılımı

Elde edilen verilere göre örneklem türü olarak en fazla 6. sınıf (f=16), 7. sınıf (f=17) ve 8. sınıflar (f=14) ile öğretmen adayları (f=21) ile yapılan çalışmaların yer aldığı görülmektedir. Daha sonra ise lise öğrencileri (9. sınıf (f=6), 10. sınıf (f=1), 11. sınıf (f=1), 12. sınıf (f=2) öğrencileri), ilkokul öğrencileri (3. sınıf (f=1), 4. sınıf (f=1)) ve akademisyenler ile öğretmenler (f=3) araştırmacılar tarafından tercih edilmiştir. Son olarak bir adet çalışma ile kaynaştırma öğrencileri yer almaktadır.

4.5. Çalışmaların Veri Toplama Araçlarına Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının türlerine ait dağılımlardan elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.5'te sunulmuştur

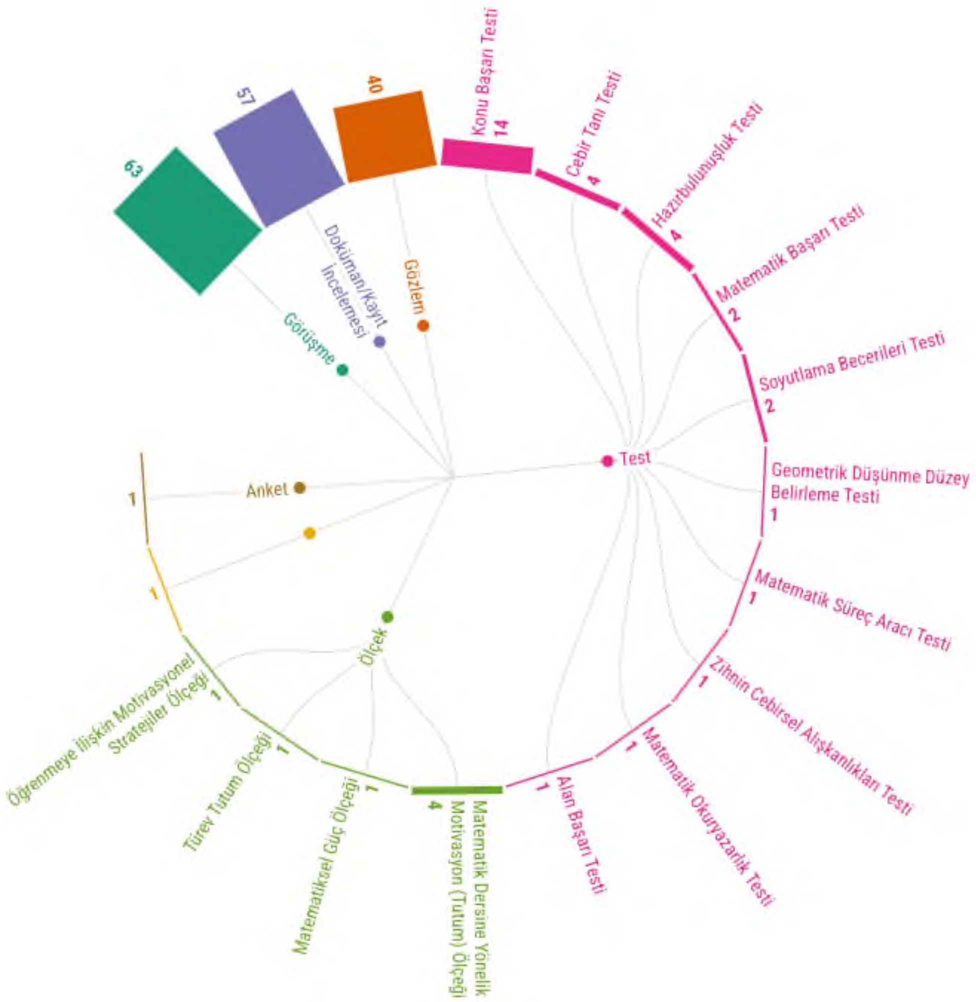
Tablo 4.5 Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının türlerine göre dağılımı

Veri Toplama Araçları	Kullanılan Aracın Türü	Çalışmalar	(f)	(%)
Görüşme		$R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{19}, R_{20}, R_{21}, R_{23}, R_{24}, R_{27}, R_{29}, R_{30}, R_{31}, R_{32}, R_{35}, R_{36}, R_{38}, R_{39}, R_{40}, R_{41}, R_{42}, R_{43}, R_{45}, R_{46}, R_{48}, A_1, A_2, A_3, A_4, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{20}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{24}, A_{25}, A_{26}, A_{27}, P_1, P_2, P_4$	63	31,66
Gözlem		$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{12}, R_{13}, R_{15}, R_{16}, R_{19}, R_{21}, R_{23}, R_{29}, R_{30}, R_{32}, R_{34}, R_{35}, R_{36}, R_{38}, R_{39}, R_{40}, R_{42}, R_{43}, R_{45}, R_{46}, A_2, A_3, A_4, A_6, A_7, A_8, A_{14}, A_{19}, A_{22}, P_3$	40	20,10
Doküman/ Kayıt İncelemesi		$R_1, R_2, R_3, R_5, R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{15}, R_{16}, R_{19}, R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{24}, R_{25}, R_{26}, R_{27}, R_{28}, R_{29}, R_{30}, R_{31}, R_{33}, R_{34}, R_{35}, R_{36}, R_{38}, R_{39}, R_{40}, R_{41}, R_{42}, R_{43}, R_{44}, R_{45}, R_{47}, R_{48}, A_1, A_3, A_4, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}, A_{28}, P_1, P_2$	57	28,64
Test	Matematik Başarı Testi	R_2, A_{24}	2	15,58
	Geometrik Düşünme Düzey Belirleme Testi	R_4	1	
	Matematik Süreç Aracı Testi	R_{17}	1	
	Zihnin Cebirsel Alışkanlıkları Testi	R_{20}	1	
	Cebir Tanı Testi	$R_{20}, R_{24}, R_{27}, R_{37}$	4	
	Matematik Okuryazarlık Testi	R_{20}	1	
	Alan Başarı Testi	R_{26}	1	
	Soyutlama Becerileri Testi	R_{24}, R_{37}	2	
	Hazırbulunuşluk Testi	A_4, A_6, A_{13}, A_{15}	4	
	Konu Başarı Testi	$R_6, R_{10}, R_{17}, R_{23}, R_{46}, A_5, A_9, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{25}, A_{27}, A_{29}$	14	
Ölçek	Matematik Dersine Yönelik Motivasyon (Tutum) Ölçeği	R_2, R_6, R_{26}, A_{24}	4	3,52
	Matematiksel Güç Ölçeği	R_{25}	1	
	Türev Tutum Ölçeği	A_{16}	1	
	Öğrenmeye İlişkin Motivasyonel Stratejiler Ölçeği	R_{18}	1	
Anket		A_{20}	1	0,65
Toplam			**199***	**100**

*Araştırma veri toplama araçlarının toplam frekansının 199 olarak belirlenmesinin sebebi bir çalışmada birden çok veri toplama aracının kullanılmasından kaynaklanmıştır

Tablo 4.5'ten de görüldüğü üzere çalışmalarda en çok tercih edilen veri toplama araçları görüşme (%31,66) ve doküman/kayıt incelemesidir (%28,64). Bu veri toplama araçlarını gözlem (%20,10), test (%15,58) ve ölçek (%3,52) takip etmektedir. En az tercih edilen veri toplama aracı ise ankettir (%0,65).

İncelenen çalışmaların veri toplama araçlarının dağılımının görselleştirilerek daha açık şekilde karşılaştırılması amacıyla Şekil 4.5 oluşturulmuştur.



Şekil 4.5 Çalışmaların veri toplama araçlarının türlerine göre dağılımı

Şekil 4.5 incelendiğinde araştırmacıların veri toplama aracı olarak tercih ettikleri testlerde en çok konu başarı testleri kullandıkları görülmektedir. Tercih edilen ölçek türlerinde ise araştırmacıların en fazla matematik dersine yönelik tutum ölçeği kullandıkları tespit edilmiştir.

4.6. Çalışmaların Veri Analiz Yöntemlerinin Türlerine Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan veri analiz yöntemlerinin türlerine ait dağılımlardan elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.6'da sunulmuştur

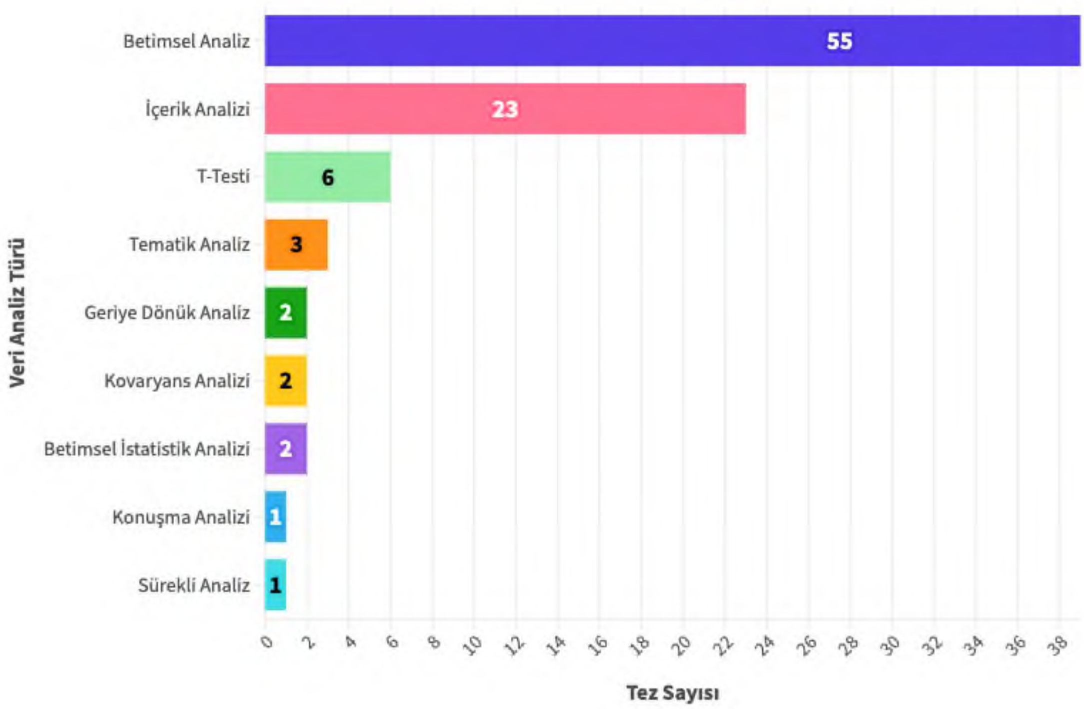
Tablo 4.6 Çalışmaların veri analiz yöntemlerinin türlerine göre dağılımı

Veri Analiz Yöntemleri	Çalışmalar	(f)	(%)
Betimsel Analiz	R_1, R_2, R_3, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17}, R_{18}, R_{19}, R_{22}, R_{23}, R_{26}, R_{27}, R_{28}, R_{29}, R_{30}, R_{32}, R_{33}, R_{34}, R_{35}, R_{36}, R_{39}, R_{40}, R_{41}, R_{42}, R_{43}, R_{44}, R_{45}, R_{46}, R_{47}, R_{48}, A_2, A_3, A_5, A_8, A_9, A_{11}, A_{12}, A_{15}, A_{20}, A_{25}, A_{26}, A_{28}, A_{29}, P_1, P_3, P_4	55	57,89
Betimsel İstatistik Analizi	R_2, R_{20}	2	2,11
İçerik Analizi	R_4, R_{11}, R_{19}, R_{20}, R_{24}, R_{25}, R_{31}, R_{38}, A_{23}, A_{24}, A_1, A_4 A_6, A_7, A_8, A_{10}, A_{13}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{21}, A_{22}, A_{27}	23	24,21
Tematik Analiz	R_{46}, A_{14}, A_{16}	3	3,16
Kovaryans Analizi	R_{10}, A_5	2	2,11
T-Testi	R_{24}, R_{37}, A_3, A_5, A_9, A_{24}	6	6,32
Sürekli Analiz	P_2	1	1,05
Konuşma Analizi	R_{19}	1	1,05
Geriye Dönük Analiz	R_{20}, P_2	2	2,11
Toplam		**95***	**100**

*Araştırma veri analiz yöntemlerinin toplam frekansının 95 olarak belirlenmesinin sebebi bir çalışmada birden çok veri analiz yönteminin kullanılmasıdır.

Tablo 4.6'da verilen matematiksel soyutlamaya ilişkin çalışmaların veri analizi yöntemlerinin türlerine göre dağılımı incelendiğinde araştırmacılar tarafından en fazla betimsel analiz (%57,89) ve içerik analizi (%24,21) yöntemlerinin tercih edildiği sonucuna ulaşılmaktadır. İncelenen çalışmalarda T-testi (%6,32), tematik analiz (%3,16), kovaryans analizi (%2,11), geriye dönük analiz (%2,11) ve betimsel istatistik analizi (%2,11) araştırmacılar tarafından daha az tercih edilen veri analiz yöntemlerindendir. Sürekli analiz (%1,05) ve konuşma analizi (%1,05) ise sadece birer adet çalışmada tercih edilmiştir.

İncelenen çalışmaların veri analiz yöntemlerinin dağılımının görselleştirilerek karşılaştırılması amacıyla Şekil 4.6 oluşturulmuştur.



Şekil 4.6 Çalışmaların veri analiz yöntemlerinin türlerine göre dağılımı

4.7. Çalışmaların Çalışılan Öğrenme Alanlarına Göre Dağılımları

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların çalışılan öğrenme alanlarına ait dağılımlardan elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Matematik dersi öğretim programlarının içeriğinde yer alan ortaokul öğretim programında öğrenme alanlarının farklılıklarından dolayı kategorilendirme işlemi sayılar ve işlemler, cebir, geometri ve ölçme, veri işleme, olasılık olarak ayrı ayrı incelenmiştir. Ortaöğretim öğretim programında yer alan sayılar ve cebir öğrenme alanı da kategoriye dahil edilmiştir. Öğrenme alanının belirtilmediği çalışmalar ise ayrı bir kategoride değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.7'de sunulmuştur.

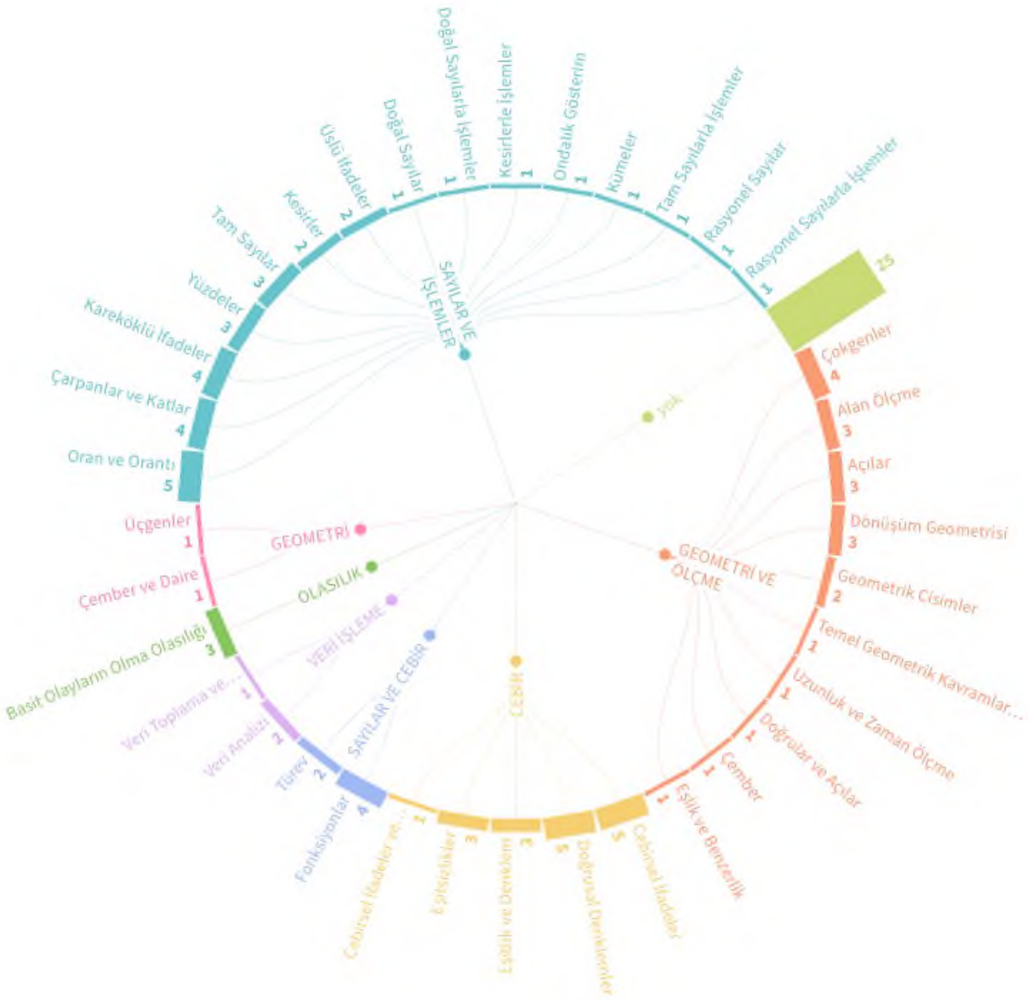
Tablo 4.7 Çalışmaların çalışılan öğrenme alanlarına göre dağılımı

Öğrenme Alanları	Alt Öğrenme Alanı	Çalışmalar	(f)	(%)
Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar	P_4	1	3,23
	Doğal Sayılarla İşlemler	R_{25}	1	3,23
	Kesirler	R_3, A_{19}	2	6,45
	Kesirlerle İşlemler	R_6	1	3,23
	Ondalık Gösterim	R_{25}	1	3,23
	Yüzdeler	R_{25}, A_7, A_9,	3	9,68
	Çarpanlar ve Katlar	R_{14}, R_{16}, R_{41}, A_{15}	4	12,90
	Kümeler	R_{25}	1	3,23
	Tam Sayılar	R_2, R_{11}, R_{25}	3	9,68
	Tam Sayılarla İşlemler	R_{25}	1	3,23
	Rasyonel Sayılar	R_{25}	1	3,23
	Rasyonel Sayılarla İşlemler	R_{25}	1	3,23
	Oran ve Orantı	R_{25}, R_{31}, R_{39}, R_{43}, A_{14}	5	16,13
	Üslü İfadeler	R_{25}, R_{32}	2	6,45
	Kareköklü İfadeler	R_{25}, R_{29}, A_4, A_{21}	4	12,90
Toplam			**31**	**100**
Cebir	Cebirsel İfadeler	R_{20}, R_{24}, R_{25}, R_{32}, R_{37}	5	29,41
	Eşitlik ve Denklem	R_{24}, R_{27}, A_3	3	17,65
	Doğrusal Denklemler	R_2, R_5, R_9, R_{24}, A_{17}	5	29,41
	Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler	R_{28}	1	5,88
	Eşitsizlikler	R_7, R_{25}, R_{42}	3	17,65
Toplam			**17**	**100**
Geometri ve Ölçme	Temel Geometrik Kavramlar ve Çizimler	R_{25}	1	5,00
	Uzunluk ve Zaman Ölçme	R_{25}	1	5,00
	Alan Ölçme	R_{15}, A_6, P_1	3	15,00
	Geometrik Cisimler	A_{13}, R_{34}	2	10,00
	Açılar	R_8, R_{22}, R_{25}	3	15,00
	Doğrular ve Açılar	R_4	1	5,00
	Çember	R_4	1	5,00
	Dönüşüm Geometrisi	R_{25}, A_{10}, P_3	3	15,00
	Çokgenler	R_4, R_{10}, R_{13}, A_{23}	4	20,00
	Eşlik ve Benzerlik	R_4	1	5,00
Toplam			**20**	**100**
Veri İşleme	Veri Toplama ve Değerlendirme	R_{25}	1	33,34
	Veri Analizi	R_{12}, R_{32}	2	66,66
Toplam			**3**	**100**
Olasılık	Basit Olayların Olma Olasılığı	R_{23}, R_{25}, R_{30}	**3**	**100**
Sayılar ve Cebir	Türev	R_{45}, A_{16}	2	33,34
	Fonksiyonlar	R_1, R_{36}, R_{40}, R_{47}	4	66,66
Toplam			**6**	**100**
Geometri	Çember ve Daire	R_{35}	1	50,00
	Üçgenler	R_{48}	1	50,00
Toplam			**2**	**100**
Öğrenme Alanı Olmayan	-	R_{17}, R_{18}, R_{21}, R_{33}, R_{38}, R_{44}, R_{46}, A_1, A_2, A_5, A_8, A_{11}, A_{12}, A_{14}, A_{18}, A_{20}, A_{22}, A_{24}, A_{25}, A_{26}, A_{27}, A_{28}, A_{29}, P_2	**24**	**100**
Genel Toplam			**106***	**100**

*Çalışılan öğrenme alanlarının toplam frekansının 106 olarak belirlenmesinin sebebi bir tezde birden çok öğrenme alanının çalışılmasından kaynaklanmıştır

Tablo 4.7 incelendiğinde yapılan çalışmaların büyük bölümünün sayılar ve işlemler öğrenme alanı (%29,25), geometri ve ölçme (%18,87) ve cebir (%16,04) öğrenme alanlarında gerçekleştirildiği görülmektedir. Az sayıda çalışmada ise araştırmacılar sayılar ve cebir (%5,66), veri işleme (%2,83) ve olasılık (%2,83) öğrenme alanlarında çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca bazı çalışmalarda (R_{26}) birden fazla sınıf düzeyinde çalışıldığından dolayı farklı öğrenme alanı üzerinde çalışıldığı görülmektedir.

İncelenen çalışmalarda çalışılan öğrenme alanları ve alt öğrenme alanlarına göre dağılımının görselleştirilerek daha açık şekilde karşılaştırılması amacıyla Şekil 4.7 oluşturulmuştur.



Şekil 4.7 Çalışmalarda kullanılan öğrenme alanlarının dağılımı

Şekil 4.7 incelendiğinde en çok çalışılan öğrenme alanı olan sayılar ve işlemler alt öğrenme alanlarında en çok çalışılan alt öğrenme alanının oran orantı, cebirsel ifadeler ve doğrusal denklemler olduğu görülmektedir. En çok çalışılan bir diğer öğrenme alanı ise geometri ve ölçmedir. Sayılar ve cebir alanını sadece Geometri ve ölçme alt öğrenme alanlarında en çok çalışılan alt öğrenme alanları alan ölçme, açılar, dönüşüm geometrisi ve çokgenlerdir. En az çalışılan öğrenme alanlarının veri işleme ve olasılık olduğu görülmektedir. Ayrıca 24 tane çalışmanın ise öğretmenler, lisans öğrencileri ve kaynaştırma öğrencileri ile çalışıldığından dolayı öğrenme alanı yoktur.

4.8. Çalışmaların Kullandıkları Strateji / Yönteme Göre Dağılımları

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların kullandıkları strateji/ yönteme ait dağılımlardan elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.8’de sunulmuştur.

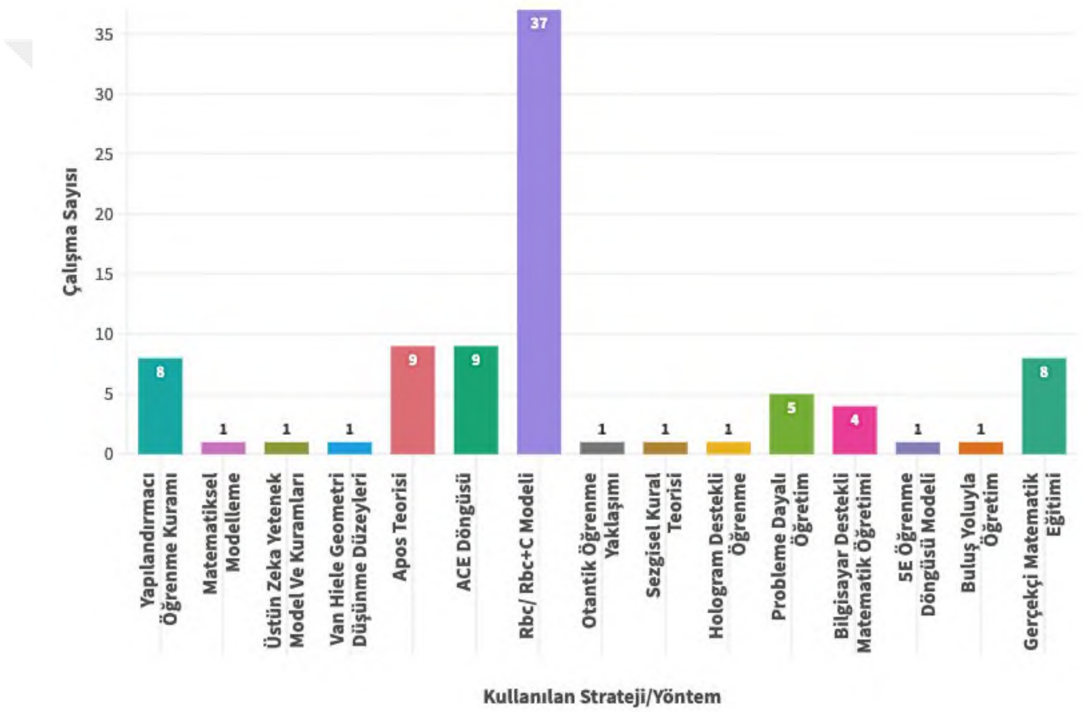
Kullanılan strateji ve yöntem kategorilerinde RBC/RBC+C teorisi, APOS teorisi kullanılan çalışmalarda başka bir öğretim uygulaması yapılmadan yalnızca soyutlama süreçlerinin incelendiği çalışmalardır.

Tablo 4.8 Çalışmaların kullandıkları strateji / yönteme göre dağılımı

Kullanılan Strateji/ Yöntem	Çalışmalar	(f)	(%)
Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı	R_{23}, R_3, R_2, R_{30}, R_9, R_{22}, R_{43}, A_8	8	9,09
Gerçekçi Matematik Eğitimi	R_3, R_9, R_{23}, R_{22}, A_4, A_{13}, A_{15}, A_{17}	8	9,09
Buluş Yoluyla Öğretim	R_4	1	1,14
5E Öğrenme Döngüsü Modeli	R_{13}	1	1,14
Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi	A_5, A_6, A_{20}, A_{24}	4	4,55
Probleme Dayalı Öğretim	R_{36}, R_{40}, R_{43}, A_7, A_{19}	5	5,68
Hologram Destekli Öğrenme	A_2	1	1,14
Sezgisel Kural Teorisi	A_8	1	1,14
Otantik Öğrenme Yaklaşımı	A_{14}	1	1,14
RBC+C Teorisi	R_1, R_{31}, R_{32}, R_5, R_6, R_7, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17}, R_{19}, R_{20}, R_{21}, R_{24}, R_{25}, R_{26}, R_{27}, R_{28}, R_{29}, R_{31}, R_{32}, R_{33}, R_{34}, R_{35}, R_{37}, R_{38}, R_{39}, R_{41}, R_{42}, R_{44}, R_{45}, R_{46}, R_{47}, R_{48}	37	42,05
ACE Döngüsü	A_1, A_3, A_9, A_{10}, A_{12}, A_{16}, A_{18}, A_{21}, A_{23}	9	10,23
APOS Teorisi	A_1, A_5, A_{11}, A_{22}, A_{25}, A_{26}, A_{27}, A_{28}, A_{29}	9	10,23
Van Hiele Geometri Düşünme Düzeyleri	R_4	1	1,14
Üstün Zeka Yetenek Model ve Kuramları	R_{18}	1	1,14
Matematiksel Modelleme	R_8	1	1,14
Toplam		**88**	**100**

Tablo 4.8'de verilen matematiksel soyutlamaya ilişkin çalışmaların kullandıkları strateji/yönteme göre dağılımı incelendiğinde araştırmacılar tarafından en fazla RBC/RBC+C (%42,05) Teorisi'nin tercih edildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Ardından eşit sayıda APOS teorisi ve Ace Döngüsü (%10,23), Gerçekçi Matematik Eğitimi (%9,09) ve Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı (%9,09) araştırmacılar tarafından çalışmalarını gerçekleştirmek için daha az tercih edilen öğrenme alanlarıdır.

İncelenen çalışmaların kullandıkları strateji/yönteme göre dağılımının görselleştirilerek daha açık şekilde karşılaştırılması amacıyla Şekil 4.8 oluşturulmuştur.



Şekil 4.8 Çalışmaların kullandıkları strateji / yönteme göre dağılımı

Şekil 4.8 incelendiğinde araştırmacıların kullandıkları strateji ve yönteme göre en çok RBC/RBC+C (f=37) Teorisi'ni tercih ettikleri görülmektedir. Ardından Ace Döngüsü (f=9) ve APOS Teorisi (f=9), Gerçekçi Matematik Eğitimi (f=8) ve Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı (f=8) tercih edilmiştir. Araştırmacıların daha az kısmı ise matematiksel modelleme, van hiele geometrik düşünme düzeyleri, 5E modeli ve buluş yoluyla öğretim stratejisini tercih etmişlerdir.

4.9. Çalışmaların Sonuçlarına Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmalardan sosyokültürel soyutlama kuramı olan RBC +C teorisi ile ilgili olan çalışmaların sonuçlarına göre dağılımlarından elde edilen veriler Tablo 4.9' da sunulmuştur.

Tablo 4.9 Sosyokültürel yaklaşım benimseyen çalışmaların sonuçlarına yönelik oluşturulan tema ve kategoriler

Tema	Kategori	Çalışmalar
Öğrenci matematik başarı seviyesine göre etkisi açısından sonuçlar	Başarı düzeyleri farklı olan öğrencilerin ilgili yapıları tanıdıkları görülmesi	R_1
	Yüksek matematik başarısına sahip öğrencilerin soyutlama becerisi daha kolay ve hızlı gerçekleştirmesi	R_{12}, R_{15}, R_{16}, R_{25}, R_{26}, R_{28}
	Düzeyi yüksek ve orta olanlar bilgiyi oluşturabilmesi	R_8, R_{12}, R_{20}, R_{24}, R_{29}, R_{31}, R_{45}
	Düzeyi düşük olanlar bilgiyi kısmen oluşturabilmesi	R_1, R_2, R_3, R_5, R_6, R_7, R_{20}
	Düzeyi düşük öğrencilerin soyutlamayı gerçekleştiremediği	R_{12}
	Matematiksel bilgi düzeyi yüksek ve düşük öğrenciler temel kavram ve kuralları kısmen soyutlayabilmesi	R_{30}
	Tanıdıkları kavramı kullanma aşamasındaki eksiklikler	R_{33}
	Formülleri yapılandırmaktan ziyade ezberlemeye eğilim göstermeleri	R_{33}
	Tanımlarda ezberci bir yaklaşım gösterdikleri	R_{34}
	Bilgiyi oluşturabilen adayların soru çözümlerinde başarılı oldukları	R_{33}
	Matematik başarı düzeyi yüksek öğrencilerin oluşturma basamağına ulaşabilmesi	R_{16}
	Başarı düzeyi ve matematiksel soyutlama becerisi doğru bir oranda olmadığı	R_{18}
	Farklı düşünme yapılarındaki öğretmen adaylarının bilgiyi oluşturma süreci aynı olması	R_{17}
RBC+C modeli açısından sonuçlar	RBC modelinin öğretim modeli olarak kullanabileceği	R_{10}, R_{41}
	RBC modelinin tasarım aracı olarak kullanılabileceği	R_{36}
	RBC modelinin bilgiyi oluşturmada etkili bir süreç olduğu	R_{41}
	RBC modelinin gözlemlenebilir olduğu	R_{48}
	Tanıma kullanma ve oluşturma birbiri içinde yuvalanmış yapısı Soyutlama becerisine yönelik etkinliklerin olumlu etkisi	R_3, R_9, R_{11}, R_{14}, R_{23}, R_{26}, R_{29}, R_{31}, R_{34}, R_{39}, R_{40}, R_{41}, R_{42}, R_{43}, R_{47}
	Bilgiyi oluşturma sürecinde tanıma ve kullanma eylemlerinin gerekliliği	R_{34}, R_{41}, R_{46}
	Bilgiyi oluşturma sürecinin çok yönlü ve çeşitli olması	R_{10}, R_{14}, R_{22}, R_{24}, R_{32}, R_{42}
	Bağlam içinde beklenenin dışında farklı bir yapının oluşturulması	R_9, R_{13}
	Pekiştirme aşamasında motivasyon düzeyinin olumlu etkisi	R_9, R_{23}
	Tanıma ve kullanma düzeyindeki öğrencilerin oluşturma aşamasında zorlanması	R_2, R_{45}
	Oluşturma basamağına ulaşılabilmesi	R_{10}, R_{15}, R_{35}
	Soyutlama sürecinde ilişkilendirme önemli olması	R_{17}
	Kullanma eylemi yapıların pekiştirilmesine yardımcı olmuştur	R_{35}
	Tanıma ve kullanma düzeyinde bilişsel stratejilerin olumlu etkisi	R_{20}
	Matematiksel kavram ve genellemeleri anlamlı bir şekilde oluşturmalarına katkı sağlayacağı	R_{39}

Tablo 4.9'un devamı

Öğrenci bilgisi açısından sonuçlar	Öğrencilerin temel yapıları tanıması	R_{26}
	Farklı geometrik düşünme düzeyindeki öğrencilerin bilgiyi oluşturma süreçleri farklılaşması	R_{1}
	Öğrencide mevcut kazanımların bilgiyi oluşturmadaki olumlu etkisi	R_{4}, R_{34}
	Öğrencide mevcut kazanımların bilgiyi oluşturmadaki olumsuz etkisi	R_{5}, R_{6}, R_{8}, R_{32}
	Öğrencinin eski bilgilerindeki eksikliklerin soyutlamaya olumsuz etkisi	R_{12}, R_{31}
	Kavram tanımında matematiksel terimlerin kullanma zorluğu	R_{10}, R_{13}
	Kavram imajındaki eksikliklerin ve yanlışlıkların kullanma aşamasında olumsuzluk yaratması	R_{10}
	Soyutlama yapmak yerine ezberci bir yaklaşımın benimsenmesi	R_{18}, R_{31}
	Matematiksel bilginin pekiştirildikten sonra soyutlamanın gerçekleştirilebildiği	R_{39}
	Kısmi bilgi yapısının oluşması	R_{18}
Farklı öğrenme yaklaşımları ve soyutlama süreci arasındaki ilişki	5E öğrenme modelinin soyutlama becerisini geliştirmesi	R_{13}
	GME soyutlama becerisine olumlu etkisi	R_{22}, R_{40}, R_{3}
	Farklı temsillerin kullanılmasının soyutlama üzerindeki olumlu etkisi	R_{31}
	Yaşamsal problem ve etkinliklerin soyutlamaya katkı sağladığı	R_{36}, R_{47}
	Problem çözümünde farklı kaynakların kullanmalarının soyutlama sürecinde etkili olması	R_{35}
Öğretmenin etkisi	Öğrenciler desteklendiğinde bilgiyi oluşturabilmesi	R_{2}, R_{12}, R_{20}, R_{31}, R_{32}
	Öğretmenin öğrenmeye müdahalede bulunması öğrencilerin bilgiyi oluşturmasını engellemesi	R_{19}
Soyutlama sürecine öğrenci etkileri	Etkinlik gruplarındaki öğrencilerin psikolojik özellikleri, o anki başarı durumu veya öğrencinin matematiksel açıdan geçmişi (sosyokültürel özellikleri)	R_{9}, R_{23}, R_{28}, R_{29}, R_{31}, R_{42}
	Grup çalışmalarının soyutlama becerisini olumlu yönde etkilemesi	R_{10}, R_{14}, R_{16}, R_{19}, R_{26}, R_{34}, R_{39}, R_{41}

Tablo 4.9'da verilen matematiksel soyutlamaya ilişkin RBC teorisi çalışılmış çalışmaların sonuçlarına yönelik oluşturulan tema ve kategoriler incelendiğinde araştırmacılar tarafından en fazla öğrenci matematik başarı seviyesine göre etkisi açısından sonuçlara yer verildiği belirlenmiştir. Ardından sırasıyla RBC+C modeli açısından sonuçlar, öğrenci bilgisi açısından sonuçlar, soyutlama sürecine öğrenci etkilerine yönelik sonuçlar, öğretmenin etkisi ve farklı öğrenme yaklaşımları ve soyutlama süreci arasındaki ilişkiye yönelik sonuçlar yer almaktadır. Temalar incelendiğinde öğrenci matematik başarı seviyesine göre etkilerinde; öğrencilerin hazırbulunuşlukları, başarı düzeyleri gibi etkenler ile soyutlama becerileri ilişkisi incelenmiştir. RBC+C modeline ilişkin sonuçlarda modelin teorik çerçevesi kapsamında elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Farklı öğrenme yaklaşımları ve soyutlama süreci arasındaki ilişki temasında; 5E modeli, GME ve yapılandırmacı kuram gibi farklı yaklaşımların soyutlamaya etkisine ilişkin sonuçlar incelenmiştir. Öğretmenin soyutlamaya etkisi temasında öğretmenlerin soyutlama sürecinde verdikleri dönütler ve etkilerine ilişkin sonuçlara yer verilmiştir. Soyutlama sürecine öğrenci etkisi temasında ise öğrencilerin psikolojik durumları ve grup çalışmaları etkileri üzerinde durulmuştur.

Araştırma kapsamında incelenen çalışmalardan bilişsel yaklaşım benimseyen APOS teorisi ve Piaget' in soyutlama teorisi ile ilgili olan çalışmaların sonuçlarına göre dağılımlarından elde edilen veriler Tablo 4.10' da sunulmuştur.

Tablo 4.10 Bilişsel yaklaşım benimseyen teorilerin sonuçlarına yönelik oluşturulan kod ve temalar

Tema	Kategori	Çalışmalar
Öğrencilerin süreçteki etkisi	Öğrencilerin yaşadığı zorlukların soyutlamaya olumsuz etkisi	A_3
	Öğrenciler arası etkileşimin olumlu etkisi	A_3
	Kavramın tanımını bildiği halde içselleştirememesi	A_{18}
	Odak grup çalışmalarının soyutlama sürecine etkisi	A_1
	Soyutlama sürecinde öğrencilerin iletişim yeteneklerinin yeterliliği	A_3
Öğrenci bilgi düzeyi etkisi	Ön bilgi eksikliğinin soyutlamaya olumsuz etkisi	A_4
	Hazırbulunuşluk düzeyi yüksek olan öğrencilerin nesne aşamasında olduğu	A_{15}
	Hazırbulunuşluk düzeyi çok iyi olan öğrencilerin süreç aşamasını tamamlaması	A_{15}
	Soyutlamada kavramı anlama düzeylerinin yeterliliği	A_3

Tablo 4.10'un devamı

APOS teorisi açısından sonuçlar	APOS teorik çerçevesinin başarıya olumlu etkisi	A_9, A_{16}, A_{19}, A_{20}
	Nesne aşamasında başarılı öğrenciler olması	A_2
	Soyutlama süreci çok yönlülüğü	A_3
	Eylemlerin içselleştirilmesi ve enkapsülasyonun oluşturma sürecindeki önemi	A_4
	APOS teorisine uygun ders planlarının gözlemlenmesi açısından olumlu etkisi	A_{16}
	APOS teorisi öğretimin öğrenmeye etkisi	A_7
	APOS teorik çerçevesine uygun hazırlanan öğrenme ortamlarının öğrencilerin motivasyon ve tutumuna olumlu etkisi	A_{16}
	Öğrencilerin Eylem ve süreç basamaklarında olduğu	A_9, A_{26}
	İlköğretim öğrencilerinde şema basamağına rastlanmaması	A_9
	Öğrenciler nesne basamağına çıkamamıştır	A_{10}, A_{13}
	Süreç sürecinin eylem sürecinden fazla olduğu	A_{27}
	En zor sürecin eylemden nesneye geçmek olduğu	A_{15}
	APOS teorik çerçevesine göre hazırlanacak sınıf ortamında teknolojik araçlar, etkinlikler ve sınıf mevcudunun önemi	A_{16}
Ace döngüsü açısından sonuçlar	ACE eğitim döngüsü ile öğretimin akademik başarıya olumlu etkisi	A_3
	ACE döngüsünün süreci kolaylaştırdığı	A_{23}
	ACE döngüsüne dayalı öğretimim matematik dersine olan ilgiyi artırdığı	A_{23}
	Ace döngüsünün öğrenmede kalıcılığı artırması	A_{16}
	Ace döngüsünün sınıf içinde kullanılabilirliği	A_{16}
Görselleştirme etkisi	Görselleştirmenin soyutlamaya olumlu etkisi	A_3
	Soyutlama süreci katılımcıların görsel imajlarını güçlendirmesi	A_{22}
Piaget soyutlama teorisi açısından sonuçları	Öğretim sonrası soyutlama düzeylerinde artış olması	P_1
	Günlük hayat örneklerinden yararlanılmasının yansıtıcı soyutlama yapabilmelerinde önemli olduğu	P_2
	Öğrencilerden biri herhangi bir soyutlama düzeyinde çıkmamış, ikisi deneysel soyutlama düzeyinde ve biri de birinci derece yansıtıcı soyutlama düzeyinde olması	P_4

Tablo 4.10'da verilen matematiksel soyutlamaya ilişkin APOS teorisi çalışılmış çalışmaların sonuçlarına yönelik oluşturulan tema ve kategoriler incelendiğinde araştırmacılar tarafından en fazla APOS teorisi açısından sonuçlara yer verildiği görülmektedir. Ardından sırasıyla öğrencilerin süreçteki etkisi, öğrenci bilgi düzeyi etkisi, ACE döngüsü açısından sonuçlar ve görselleştirmenin etkisine yönelik sonuçlar yer almaktadır. Öğrenci açısından sonuçlarda öğrencinin yaşadığı zorlukların, ön bilgi eksikliklerinin ve grup çalışmalarının soyutlamaya etkilerinin incelendiği belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerine ilişkin APOS teorisi aşamalarının hangi düzeyde olduğunun belirlendiği çalışmaların sonuçlarında belirtilmektedir. Çalışmaların

APOS teorisi açısından sonuçları incelendiğinde APOS teorisinin öğrenci başarısına, öğrenmeye etkisine, teorik çerçevesi açısından sonuçlarının yer aldığı belirlenmiştir. ACE döngüsü açısından sonuçlar temasında ise ACE döngüsünün sınıf içinde kullanılabilirliğine ve akademik başarıya olan etkisine yönelik sonuçlara yer verildiği belirlenmiştir.

4.10. Çalışmaların Önerilerine Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların önerilerine ait dağılımlardan elde edilen veriler Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11 Çalışmaların önerilerine yönelik oluşturulan tema ve kategoriler

Tema	Kategori	Çalışmalar
Araştırmacılara yönelik	Farklı sınıf düzeylerinde soyutlama becerileri incelenmesi	R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_{10}, R_{11}, R_{14}, R_{30}, A_{13}
	Farklı öğrenme alanlarında soyutlama becerilerinin incelenmesi	R_2, R_3, R_{10}, R_{11}, A_{13}, A_{15}
	Daha önce öğrenilmemiş öğrenme alanına yönelik bilgiyi oluşturma sürecinin incelenmesi	R_9, R_{23}, R_{26}
	Bilgiyi oluşturma süreçlerinden önce ön bilgiler incelenmelidir	R_3
	Motivasyon düzeyleri farklı öğrenci gruplarında gerçekleştirilmesi	R_2
	Farklı demografik özelliklere sahip öğrencilerin incelenmesi	R_{18}, A_1
	Başarı düzeyleri bakımından heterojen gruplarla çalışılabilir	R_{10}
	Öğrenciler akademik başarısına göre değil soyutlama seviyelerine göre seçilebilir	R_{29}
	Daha büyük ölçekli çalışmalar yapılabilir	R_{11}, R_{16}, R_{23}, A_7, A_{13}
	Her bireyin bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi	R_{19}
	Geometrik düşünme seviyelerine sahip öğrencilerin soyutlama süreçleri incelenebilir	R_{10}
	Öğrencilerin zorlandığı etkinliklere yönelik derinlemesine çalışmalar yapılabilir	R_9, R_{24}, A_1
	Matematik başarı düzeyleri birbirine yakın olan öğrenci grupları seçilmesi	R_3
	Yeni çalışmalarda öğrenci grupları veya sınıf ortamlarında geçekleştirilebilir	R_{23}, R_{24}, A_4
	Uygun öğrenme ortamlarında uygulanması	R_1, R_{12}
	Öğretmenin sürece etkisine yönelik çalışmalar yapılabilir	R_4, R_5
	Farklı öğrenme yaklaşımları ile oluşturulmuş öğrenme- öğretme süreçleri	R_3, R_4
	RBC modelinin epistemik eylemlerinin yenilenmiş bloom taksonomisinin basamaklarıyla denkliği incelenebilir	R_{10}
	RBC modelinin bir öğretim modeli olarak kullanabileceği öğrenme ortamlarının hazırlanması	R_{13}
	Pekiştirme sürecinin incelenmesi	R_{25}, R_{27}
	Öğrenciler daha uzun süreli gözlemlenmeli	A_1
	Öğrencilerin problem çözme ve soyutlama süreçleri arasında ilişki detaylandırılabilir	A_3
	Farklı öğretim döngüleri ile de soyutlama süreçleri incelenebilir	A_3
	Başarı düzeyi yüksek öğrenciler ile daha kapsamlı çalışmalar yapılabilir	A_3
	APOS teorisi kullanımına yeni bir bakış açısı kazandırılabilir	A_{10}
	Öğrencilerin bilgiyi oluşturma süreçleri hakkında öğretmen görüşleri alınabilir	A_{10}

Tablo 4.11’in devamı

Öğretmenlere yönelik	Ezbersel değil kavramsal anlamayı öğrenmeleri desteklenmesi	R_{18}
	Hizmet içi eğitim programları düzenlenebilir	R_1, R_4, R_{28}, A_8
	Öğretmenin verdiği ipuçlarıyla bilgi oluşturma sürecine katkı sağlayabilmesi	R_7, R_{23}, A_{10}, A_{17}
	Öğretmenlerin soyutlama ile ilgili teorilere hâkim olması	R_{10}
	Öğretmenlerin dersleri uygun yazılım ve etkinlikler ile desteklemesi	R_9
	Etkinlikler geometrik temsiller ile desteklenmeli	A_2
	Öğretmenlerin soyutlama ile ilgili çalışmaları incelemesi ve uygulaması önerilir	A_3
	Öğrenme süreçlerinde grup çalışmasını desteklemesi önerilir	A_{12}, A_{15}
	Soyutlama süreci teknoloji destekli öğretim ile entegre edilebilir	A_3
	Öğrenci odaklı bir öğretim deseninin kullanılması	A_4, A_{15}
	Öğrenciler tarafından hazırlanacak etkinlikler ile soyutlama desteklenebilir	A_6
	Öğrenme süreçlerinde APOS teorisi kullanılması önerilir	A_7
	APOS teorik çerçevesinde pdö yöntemi kullanılabilir	A_7
	Öğrenciler keşfetmeye yöneltilmelidir	A_{10}
	Görsellerle soyutlama süreçleri desteklenebilir	A_{22}
Öğretim program geliştiricilerine yönelik	Materyal çeşitliliği sağlanması	R_1, R_2, R_5
	İlköğretim matematik programları geliştirilerek yeniden düzenlenmeli	R_3, R_8
	Lisans programlarında soyutlama modellerinin seçmeli ders olarak sunulması	R_{13}
	Lisans düzeyinde APOS teorisi uygulamalı ders olarak verilebilir	A_{16}

Tablo 4.11’de verilen matematiksel soyutlamaya ilişkin çalışmaların önerilerine yönelik oluşturulan tema ve kategoriler incelendiğinde araştırmacılar tarafından en fazla araştırmacılara yönelik önerilere yer verildiği görülmektedir. Ardından sırasıyla öğretmenlere yönelik ve öğretim program geliştiricilerine yönelik öneriler yer almaktadır. Yapılan çalışmaların önerilerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde araştırmacılara yönelik sonuçlar temasında; farklı sınıf düzeylerinde ve farklı öğrenme alanlarında soyutlama becerilerinin incelenmesi, daha önce öğrenilmemiş kazanımlar üzerinde çalışmaların yapılmasının önerildiği belirlenmiştir. Öğretmenlere yönelik önerilerde ise sınıf içinde öğretmenin soyutlama sürecine ilişkin ipuçları vermesi, grup çalışmalarının desteklenmesi ve derslere uygun etkinlik ve yazılımlar ile soyutlama sürecinin desteklenmesinin önerildiği belirlenmiştir. Ayrıca öğretim programı geliştiricilerine yönelik; lisans programlarının düzenlenmesi APOS teorisine yönelik uygulamalı derslere programda yer verilmesi ve hizmet içi eğitimlerin artırılmasına yönelik önerilerin yer aldığı belirlenmiştir.

BÖLÜM V

5. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye' de 2006-2023 yılları arasında yayınlanan matematiksel soyutlamaya yönelik çalışmaların betimsel içerik analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 48 RBC/RBC+C teorisi, 29 APOS teorisi 4 Piaget'in soyutlama teorisi ile ilgili olmak üzere 81 çalışma incelenmiştir. Bu bölümde çalışmaların; türlerine ve kullanılan soyutlama türlerine, yayın yıllarına, araştırma yöntemine, örneklem türlerine, veri toplama araçlarının türlerine, veri analiz yöntemine, çalıştıkları öğrenme alanlarına, çalışmaların kullandıkları strateji/yönteme, çalışmaların sonuç ve önerilerine göre elde edilen sonuçlar ilgili araştırmalar ile tartışılarak verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Araştırma kapsamına dahil edilen çalışmaların türleri incelendiğinde yüksek lisans tezlerinin doktora tezlerinin yaklaşık iki katı sayıda yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun Türkiye'de bulunan üniversitelerde matematik eğitimi yüksek lisans programlarının doktora programlarına kıyasla daha fazla sayıda olması ile ilişkili olduğu düşünülebilir. Diğer taraftan yüksek lisansını tamamlamış matematik eğitimcilerinin bir kısmı ise doktora eğitimine devam etmeyebilmektedirler. Bunun da karşılan duruma etkisinin olduğu söylenebilir. Atasever (2023) çalışmasında toplamda 619 tezin 445'i yüksek lisans 174'ü doktora tezi olduğunu belirtmiştir. Karakuş (2023) çalışmasında incelediği 78 lisansüstü çalışmanın 62' sinin yüksek lisans 16'sının ise doktora tezinden oluştuğunu belirtmiştir. Köprücü (2023) çalışmasında 22' si yüksek lisans tezi, 4'ü doktora tezi olmak üzere 26 çalışmanın çoğunluğunun yüksek lisans tezi olduğunu belirtmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların soyutlama türlerinden daha çok RBC/ RBC+C Teorisi kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun sebebi olarak; bilişsel yaklaşımların aksine RBC+C teorisinin öğrenmede çevrenin etkisini dikkate alan bir yaklaşım olması (Topuz & Cantürk Günhan, 2020), sınıf içi kullanıma uygunluğu, öğrencilerin psikolojik durumları ve bunları etkileyen çevresel faktörleri bir arada barındırması gösterilebilir.

Araştırma kapsamına dahil edilen çalışmaların yayın yılları incelendiğinde 17 yıllık bir geçmişe sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca son yıllarda matematiksel soyutlamaya ilişkin yapılan çalışmaların sayılarının arttığı belirlenmiştir. Bu durum araştırmacıların son yıllarda matematiksel soyutlamaya yönelik ilgilerinin arttığı şeklinde yorumlanabilir. 2019 yılında diğer yıllara kıyasla en fazla yayın yapılmasına rağmen 2020 yılına gelindiğinde çalışma sayılarında hızlı bir düşüş yaşanmasının sebebinin dünyanın küresel bir salgın yaşaması ve bu sebeple araştırmacıların devam etmekte oldukları araştırmaları ertelemesi olduğu düşünülebilir. Baydar Işık (2021) çalışmasında en çok çalışmanın 2019 yılında (f=10) yapıldığı ve 2020 yılında çalışma sayısının 2'ye düştüğü belirtilmiştir. Karakuş (2023) çalışmasında 2019 yılında 18 tez çalışması ile en fazla tez çalışması olmasına rağmen 2020 yılında 6 tez çalışması yapılması ile belirgin bir düşüşün yaşandığını belirtmiştir. Köprücü (2023) araştırmasında 2019 yılında 5 lisansüstü tez çalışması yapıldığı ve 2020 yılında ise 1 lisansüstü tez çalışması yapıldığını belirtmiştir. Şahan (2023) çalışmasında incelediği 374 doktora düzeyindeki tezin 52'sinin 2019 yılında yapıldığını belirlemiş ve diğer yıllara kıyasla en çok çalışmanın bu yılda yapıldığını tespit etmiştir. Yetimakman (2023) çalışmasında incelediği 76 lisansüstü tezin 19' unun 2019 yılında yapıldığını belirtmiş ve diğer yıllara göre dikkat çeken bir artış olduğunu tespit etmiştir.

Araştırma kapsamına dahil edilen çalışmaların araştırma yöntemlerinin türleri incelendiğinde nitel yöntemin nicel ve karma yönteme göre çok büyük oranda daha fazla tercih edildiği gözlenmiştir. Hart, Smith vd. (2009), çalışmalarında matematik eğitiminde karma yöntemde artış yaşanmasına rağmen yine de nitel yöntemin daha çok tercih edildiği sonucuna ulaşmışlarıdır. Bu sonuç yapılan çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Nitel yöntemin araştırmacılar tarafından daha fazla tercih edilmesinin başlıca nedeninin matematiksel soyutlama ve bilgi oluşturma süreçlerinin incelenmesinde bu kavramların doğası gereği katılımcılara sorular yöneltilmesi ve verilen cevapların derinlemesine incelenmesi gerekliliğinden kaynaklanması olduğu düşünülebilir. Çalışmaların araştırma yöntemleri incelendiğinde araştırmacılar tarafından diğer yöntemlere kıyasla çok büyük oranda (%66,67) durum çalışmasının tercih edildiği belirlenmiştir. Araştırmacıların daha çok durum çalışması yöntemini tercih etmeleri, çeşitli veri toplama araçları vasıtasıyla zengin bir şekilde betimleme ve derinlemesine inceleme yapılması gerekliliği ile ilişkilendirilebilir. Albayrak (2017) çalışmasında incelediği lisansüstü tezlerde en çok tercih edilen araştırma yönteminin nitel yöntem olduğunu belirlenmiş ve en çok durum çalışması yapıldığını tespit etmiştir. Alyeşil, Kabakçı vd. (2023) araştırmasında incelediği 35 makalenin 17'sinin nitel araştırma yöntemi benimsediği ve bu çalışmaların 13'ünün durum çalışması olduğunu tespit edilmiştir. Baydar Işık (2021) çalışmasında incelediği 39 lisansüstü tezden 30' unun nitel araştırma yöntemi benimsediği ayrıca incelenen lisansüstü çalışmaların 22' sinde durum çalışmasının en çok tercih edilen yöntem olduğu belirtmiştir. Şahan (2023) çalışmasında incelediği 374 lisansüstü tezde en çok tercih edilen yöntemin 203 çalışmada kullanılan nitel araştırma yöntemini olduğunu tespit etmiştir. Yetimakman (2023) ve Karakuş (2023) ise çalışmalarında ulaşılan sonuçların aksine nicel araştırmaların daha fazla kullanıldığını tespit etmişlerdir.

Çalışmalar incelendiğinde araştırmacılar tarafından örneklem grubu olarak en çok 6. Sınıf (%17,98), 7. Sınıf (%19,10), 8. Sınıf (%15,73) tercih edildiği görülmüştür. Bunun sebebi olarak Piaget (2001)' e göre 16 yaşına kadar olan çocukların soyutlama becerileri için kritik bir yaş olması sebep gösterilebilir. Araştırmacılar tarafından bu örneklem gruplarının daha çok tercih edilmesinin nedeni olarak bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi bakımından bu sınıf düzeylerinde ilk kez karşılaşılan kazanımların daha çok olması sebep gösterilebilir. Bir başka sebep olarak soyutlama becerilerini incelenmesi açısından ortaokul öğrencilerinin kazanımları matematiğin temellerini oluşturması bakımından uygun olduğu düşünülebilir. Yetimakman (2023) tarafından yapılan benzer çalışma sonucunda ortaokul öğrencilerinin müfredatının incelenmeye uygun olduğuna ulaşılmıştır. Bu sonuç yapılan çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Ortaokul öğrencilerinden sonra en çok tercih edilen örneklem grubu lisans öğrencileri olmuştur. Öğretmen adayı olan lisans öğrencilerinin tercih edilmesinin sebebi olarak, öğretmenlerin soyutlama da etkin rol oynadıkları ve doğru zamanda öğrencilere verdiği ipuçlarının soyutlamaya olumlu etkisi olduğu (Kobak Demir, 2017) ve bu sonuçla ilişkili olarak öğretmen adaylarının soyutlama becerileri aşamalarının incelenmesinin etkili olacağı düşünülebilir. Daha az tercih edilen bir diğer örneklem grubu öğretmenlerdir. Bu durum matematik eğitimi çalışmalarında belirleyici ve etkili olan örneklem gruplarının tercih edilmesi (Atasever, 2019) ile açıklanabilir. Ayrıca bu çalışmanın sonucunda; özel gereksinimli öğrenciler ile yapılan çalışma sayısının ortaokul ve lisans öğrencileri ile yapılan çalışmaların sayısından çok daha az olduğu tespit edilmiştir. Ancak son yıllarda özel gereksinimli öğrencilerin eğitiminin önem kazanmasıyla birlikte matematik eğitiminde de bu öğrenciler çalışmalara dahil edilmektedir (Atasever, 2019). Dolayısıyla özel gereksinimli öğrencilerle yapılacak çalışmaların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmalar incelendiğinde araştırmacıların veri toplama araçları olarak tercih edilme sıralarına göre görüşme, doküman/kayıt incelemesi ve gözlem olarak belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak bilgiyi oluşturma ve soyutlama becerileri incelenirken derinlemesine bir analiz yapılması gerektiği düşünülebilir. Soyutlama süreçlerinde basamakların analizi ve meydana gelen olumlu ve olumsuz durumlar incelenmek istenmiştir. Doküman incelemesinin sebebi olarak soyutlama becerilerinin öğrencilerin öğrenme süreçlerine etkisi incelemek amacıyla hazırlanan etkinliklerin kullanılması ve öğrenmeye etkisinin belirlenmesidir. Gözlem yapılmasının sebebi olarak da ACE öğretim döngüsü ile öğrenme sağlandığında öğrencilerin durumu gözlemlenmiştir. Öğrencilerin grup içinde ve bireysel öğrenmedeki farklılıklarını gözlemlemek amaçlanmıştır. Veri toplama araçlarından görüşme, doküman incelemesi ve gözlemi takip eden araç testtir. Öğrencilerin soyutlama becerileri ölçülürken süreç başında ve sonunda uygulanan konu başarı testlerinin tercih edildiği görülmektedir. Bunun sebebi olarak öğrencilerin soyutlama becerilerini destekleyecek etkinlik ve yöntemlerin öğretim süreçlerindeki etkisi incelenmek istenmiştir diyebiliriz. En az tercih edilen veri toplama araçlarında anket ve ölçektir. Veri toplama araçlarındaki yönelimlerin sebebi olarak kullanılan yöntemin etkili olduğu düşünülebir. Nitel yöntemin daha çok kullanıldığı görülmüştür ve nitel yöntemin doğası gereği görüşme, doküman incelemesi ve gözlem yapılması uygun olacağı düşünülebilir. Ulaşılan bu sonuç; Atasever (2019)'un çalışmasında yer alan; ilgili araştırmalarda nitel ve karma yöntemdeki eğilimin sonucu olarak görüşme, gözlem ve doküman incelemesinde artış ile paralellik gösterilebileceği sonucunu destekler niteliktedir.

Çalışmalar incelendiğinde araştırmacıların veri analiz yöntemi olarak en çok kullandıkları yöntemlerin betimsel analiz ve içerik analizi olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak soyutlama teorilerinin bir çatı olarak kullanıldığı ve katılımcıların bu teorilerde hangi basamağa uygun olduğu incelenmesinin betimsel analiz ile mümkün olması ile gerekçelendirilebilir. Ayrıca en çok tercih edilen yöntemin nitel yöntem olması sebebiyle içerik analizi yapmanın uygun olduğu belirlenmiştir. Çalışmalarda birden çok veri analiz yönteminin kullanılması sonucu, içerik analizinin derinlemesine bir analiz olması ile ilişkilendirilebilir. Bu durum (Atasever, 2019) çalışmasındaki tek analiz yöntemine göre birden fazla analiz yönteminin tercih edildiği çalışmaların daha çok yer aldığı sonucu ile paralellik göstermektedir.

Çalışmalar incelendiğinde araştırmacıların en çok sayılar ve işlemler öğrenme alanına yönelik çalışma yaptıkları belirlenmiştir. Örneklem gruplarında daha çok ortaokul öğrencileri ile çalışıldığı göz önüne alındığında öğretim programında ortaokul düzeyinde ilk kez öğrenilen kavramlara yönelik daha çok kazanımın yer alması sebep olarak gösterilebilir. En az tercih edilen öğrenme alanları ise veri işleme ve olasılıktır. Köprücü (2023) çalışmasında incelediği 26 lisansüstü tezden en çok tercih edilen öğrenme alanının sayılar ve işlemler (f=16) olduğu tespit edilmiştir. Atasever (2019) çalışmasında incelediği 619 lisansüstü tezde en çok tercih edilen öğrenme alanı olarak 204 çalışma ile sayılar işlemler ve cebir öğrenme alanı olduğunu tespit etmiştir.

Ayrıca sayılar ve işlemler öğrenme alanının alt öğrenme alanları incelendiğinde en çok araştırmanın kareköklü ifadeler, çarpanlar ve katlar, yüzdeler ve tam sayılar olduğu görülmüştür. Kareköklü ifadeler ilk kez 8. sınıf düzeyinde verilmektedir. Çarpanlar ve katlar konusu ilk olarak 6. sınıfta ve devamı 8. Sınıfta yer almaktadır. İncelenen çalışmalardan iki tanesi 6. sınıf düzeyindedir. Bu çalışmalarda, öğrencilerin bilgiyi oluşturma ve soyutlama düzeyleri incelenirken daha önce karşılaşmadıkları konuların incelendiği görülmüştür. Tam sayılara ilişkin çalışmalarda da benzer şekilde üç çalışmanın da 6. sınıf düzeyinde yapıldığı belirlenmiştir ve yine öğrencilerin ilk kez karşılaştığı bir konu üzerinde çalışıldığı tespit edilmiştir. Bu konular, öğretim sırasında karşılaşılan epistemolojik zorluklar nedeniyle tercih edilmiş olup, aynı zamanda ileri düzey konuların öğretiminde öğrencilerin kavramları nasıl soyutladıklarının gözlemlenmesi, yanıltıcı ve eksik öğrenmeye karşı önlemlerin alınmasını gerektirebilir (Topuz& Cantürk Günhan, 2020). Bu sonuç yapılan çalışmanın bulguları ile paralellik göstermektedir.

Çalışmalar incelendiğinde araştırmacılar tarafından en çok kullanılan strateji/ yöntemin çalışmaların doğası gereği başka uygulama yapılmadan yalnızca RBC/ RBC+C teorisi, APOS teorisi, ACE döngüsü kullanımı ve bunlardan farklı olarak gerçekçi matematik eğitimi kullanan araştırmalar oluşturmaktadır. Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımına göre matematikselleştirme yatay ve dikey olmak üzere iki durumdan oluşan bir süreç (Freudenthal, 1973) olduğu göz önünde bulundurulduğunda; dikey matematikselleştirme sürecinde soyutlama karşımıza çıkmaktadır. Çünkü dikey matematikselleştirme, matematiksel işlemlere ilişkin modelleme, sembolizasyon, genelleme, resmileştirme, soyutlama yapma süreçlerini kapsamaktadır (Otten, van Den Heuvel-Panhuizen & Veldhuis, 2019). Bu bağlamda gerçekçi matematik eğitimiyle matematiksel soyutlama arasında sıkı bir ilişki olduğundan bahsedilebilir. Benzer olarak Aydurmuş vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada, gerçekçi matematik eğitimine yönelik yapılan araştırmaların incelemişler ve GME ile APOS ve RBC+C teorisinin beraber kullanıldığını belirlemişlerdir.

Çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin başarı düzeylerinin matematiksel soyutlama üzerindeki etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç doğrultusunda öğrencilerin soyutlama becerileri ile başarı düzeylerinin doğru orantılı olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca soyutlama sürecinde öğretmenin verdiği ipuçlarının öğrencilerde olumlu etkisinin olduğu belirtilmektedir. Öğretmenin doğru yönlendirmesinin öğrencinin soyutlama becerisindeki etkisi göz önüne alındığında öğretmenlerin soyutlama teorilerine hâkim olması ve kullanması gerektiği yapılan çalışmalarda önerilmektedir. Ayrıca süreçte öğrencilerin grup çalışmalarının olumlu etkisi olduğu ve gruptaki öğrencilerin psikolojik durumlarının etkileşimlerini etkilediği ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlarının sebebi olarak RBC/ RBC+C teorisinin epistemik yapısı ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmalar incelendiğinde RBC/RBC+C teorisi öğretim modeli olarak kullanılabilir olduğu sonucu elde edildiği görülmektedir. 2018 yılı sonrası soyutlama çalışmalarındaki artış bu sonucu destekler niteliktedir. Matematiksel soyutlamaya yönelik araştırmacılar tarafından oluşturulan etkinliklerin sürece olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçta RBC/RBC+C teorisinin öğretim modeli olarak kullanılabilir olduğu sonucu ile paralellik göstermektedir. RBC/RBC+C teorisi ile ilgili bir diğer sonuçta tanıma kullanma aşamalarının birbiri içinde yuvalanmış olduğudur. Bu sonuçta teorinin basamaklarının birbirinden bağımsız düşünülmemesi gerektiğinin göstergesi niteliğindedir.

APOS teorisine ilişkin çalışmaların sonuçları incelendiğinde, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinin soyutlama sürecini etkilediğinin belirtildiği tespit edilmiştir. Ayrıca grup çalışmasının soyutlama sürecine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu da RBC/RBC+C teorisine ilişkin çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu durum APOS ve RBC/RBC+C teorilerinin benimsedikleri yaklaşımlarının epistemik ve bilişsel soyutlama becerileri olarak farklılaşsa dahi ortak özellikleri olduğunu göstermektedir.

İncelenen araştırmalarda APOS teorik çerçevesinin başarıya olumlu etkisi olduğu sonucu yer almaktadır. Bu sonuç APOS teorisinin öğretimde kullanılabilirliğine işaret etmekte ve son yıllardaki yapılan çalışmaların artışı ile desteklenir niteliktedir.

İncelenen araştırmalarda ACE döngüsü ile öğretimin akademik açıdan olumlu etkisi olduğu ve öğrenmede kalıcılığı artırdığı sonuçları elde edildiği tespit edilmiştir. Bir başka sonuç da sınıf içinde kullanılabilir model olduğudur. Bu durum da ACE döngüsünün öğretimde kullanılabilir olduğu ile ilişkilendirilebilir.

Araştırmalarda soyutlama sürecinde teknolojik araçların ve etkinliklerin kullanımının önemli olduğu sonucuna ulaşıldığı belirlenmiştir. Bu da yine bir diğer sonuç olan görselleştirmenin soyutlama sürecine olumlu etkisi ile paralellik göstereceği şeklinde yorumlanabilir.

Çalışmalar incelendiğinde elde edilen önerilere ilişkin sonuçlarda öğretmene yönelik öneriler incelediğinde öğretmenlerin uygun yazılım ve etkinlikleri kullanımı, öğretmenlerin soyutlama ile ilgili teorilere hâkim olması, süreçte öğrencilerin grup çalışmaları ile öğrenme ortamlarını oluşturmayı desteklemesi sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu öneriler soyutlama teorilerinin öğretim modeli olarak kullanılabileceği, öğretmenin rolü ve öğrencilerin grup içi etkileşimlerinin soyutlamaya olumlu etkisi olduğu çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Öğretmenlere verilecek hizmet içi eğitimler ve lisans programlarına soyutlama teorileri ile ilgili dersler verilmesi gerektiği önerileri öğretmenlerin sürece etkisinin önemini vurgulamaktadır.

Çalışmaların önerilerine ilişkin sonuçlarda farklı sınıf düzeylerinde soyutlama becerilerinin incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bunun sebebi olarak öğrencilerin 6. sınıfta tam sayılar konusunda soyutlama süreçleri incelenip devamı olan 7. sınıftaki tam sayılar ve işlemler konusunda etkisinin incelenmesinin literatüre fayda sağlayacağı düşünülebilir.

Çalışmaların önerilerine ilişkin sonuçlarda farklı başarı düzeylerindeki öğrencilerle heterojen gruplarla çalışılması önerildiği tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak grup içi etkileşimlerin incelenmesi gösterilebilir.

Soyutlama süreçleriyle ile ilgili incelenen araştırmalardan elde edilen sonuçlar ve öneriler genel olarak incelendiğinde; soyutlama becerisinin matematiksel düşünme becerisi için kıymetli olduğu ve bu bağlamda öğrencilerin öğrenmelerinde ezberden ziyade soyutlama süreçleri üzerinde durulması gerektiği söylenilebilir. Öğretim programlarının ve öğretmenlerin ders içi materyal ve etkinliklerinde soyutlama ile ilgili önemli rol oynadığı görülmektedir.

5.2. Öneriler

Bu bölümde yapılan çalışmanın sonucunda ortaya çıkan bulgular perspektifinde bazı öneriler sunulacaktır. İlk olarak araştırmacılara yönelik, ardından eğitim öğretim açısından uygulamaya yönelik olarak öneriler sunulacaktır.

5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Çalışma kapsamında Türkiye'de matematik eğitiminde yapılan matematiksel soyutlamaya yönelik çalışmaların eğilimleri incelenmiştir. Benzer şekilde farklı konulara ilişkin matematik eğitiminde yapılan bilimsel yayınlar incelenerek ilgili konuda yapılan çalışmaların eğilimleri belirlenebilir.
- Çalışma kapsamında sadece Yüksek Öğretim Kurumu Tez Merkezinde yayınlanan lisansüstü tezler ve Google Akademikte taranan makaleler incelenmiştir. Yurt dışında soyutlama becerilerine ilişkin yapılan bilimsel yayınlar benzer şekilde incelenerek eğilimleri ortaya konulabilir.
- Çalışma tamamlandığı an itibariyle o ana kadar yapılmış olan çalışmaların eğilimlerini ortaya konulmuştur. İlerleyen zamanlarda aynı çalışma tekrarlanarak varsa farklılaşmalar ortaya konulabilir.
- Çalışma kapsamında matematik eğitiminde matematiksel soyutlamaya ilişkin yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yapılan bu çalışmaların örneklem gruplarını daha çok ortaokul öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının oluşturduğu gözlemlenmiştir. Farklı örneklem gruplarıyla soyutlama becerilerine ilişkin benzer çalışmalar yapılabilir.

5.2.2. Eğitim Öğretim Açısından Uygulamaya Yönelik Öneriler

- Soyutlama becerisi matematik eğitiminde önem arz eden kavramlar arasında yer almaktadır. Bu sebeple geleceğin öğretmenleri olacak olan öğretmen adaylarının lisans eğitimlerinde soyutlama becerilerine yönelik derslerin yer alması bu konuda fayda sağlayacaktır. Bu sebeple lisans öğretim programlarında soyutlama becerilerine yönelik derslerin yer alması önerilmektedir.
- Görev yapan öğretmenlerin soyutlama becerisi kavramına yönelik farkındalıklarını arttırmak amacıyla bu öğretmenlere hizmetiçi eğitim kursları veya seminerler verilebilir.

KAYNAKÇA

Açan H. (2015). *8. Sınıf Öğrencilerinin Dönüşüm Geometrisinde Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Açıl, E. (2015). *Ortaokul 3. Sınıf Öğrencilerin Denklem Kavramına Yönelik Soyutlama Süreçlerinin İncelenmesi: Apos Teorisi.* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Albayrak, E. (2017). *Türkiye'de matematik eğitimi alanında yayınlanan matematiksel model ve modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Altun, M. (2008). *Eğitim fakülteleri ve ilköğretim öğretmenleri için matematik öğretimi*. Alfa Yayınları.

Altun, M., & Yılmaz, A. (2008). Lise öğrencilerinin tam değer fonksiyonu bilgisini oluşturma süreci. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 41*(2), 237-271.

Altaylı-Özgül, D. & Kaplan, A. (2016). 7. sınıf öğrencilerinin silindirin yüzey alanı konusundaki soyutlama süreçlerinin ve paylaşılan bilgilerinin incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 11*(2), 344-364.

Altaylı-Özgül, D. (2018). *Ortaokul Öğrencilerinin Çokgenler Konusundaki Soyutlama Süreçlerinin İncelenmesi: RBC+C Modeli*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Anagün, Ş. S. (2018). Teachers' Perceptions about the Relationship between 21st Century Skills and Managing Constructivist Learning Environments. *International Journal of Instruction, 11*(4), 825-840.

Aramış, Z. F. (2021). *7. Sınıf Öğrencilerinin RBC+C Modeli Bağlamında Oran ve Orantı Konusundaki Bilgi Oluşturma Süreçleri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Arnon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E., Oktaç, A., Fuentes, S. R., Trigueros, M., & Weller, K. (2013). *APOS theory: A framework for research and curriculum development in mathematics education*. New York: Springer.

Asiala, M., Brown, A., DeVries, D., Dubinsky, E., Mathews, D., & Thomas, K. (1996). A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education. *Research in Collegiate Mathematics Education, 2*(3), 1-32.

Atasever, D. (2019). *Türkiye'de 2014-2018 yılları arasında matematik eğitimi alanında yapılan lisansüstü tezlerin analizi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Atweh, B., Lapinid, M. R. C., Limjap, A. A., Elipane, L. E., Basister, M., & Conde, R. L. (2023). Critical Analysis of Mathematics Education Doctoral Dissertations in the Philippines: 2009–2021. In *Asian Research in Mathematics Education: Mapping the Field* (pp. 69-95). Singapore: Springer Nature Singapore.

Aydurmuş, L., Kayan, A. K., & Arslan, S. (2022). Türkiye'deki Gerçekçi Matematik Eğitimi Araştırmalarının Eğilimleri: İçerik Analizi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, *11*(4), 787-802.

Batır, O. (2022). *APOS Teorisinin Maksimum Minimum Problemlerini Anlamada Bir Çerçeve Olarak Kullanılmasının Başarı ve Tutuma Etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Baydar-Işık, B. (2021). *Türkiye'de matematik eğitimi alanında pedagojik alan bilgisi (PAB) ve teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) çalışmalarının betimsel içerik analizi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Baykul, Y. (1999). *Primary mathematics education*. Ankara: Anı Printing Press.

Bayraktar, F., Tutak, T., & İlhan, A. (2019). An Analysis of the studies on the APOS Theory. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, *8*(16), 242-251.

Beyazhançer, R., & Altun, M. (2023). Bir Soyutlama süreci; RBC+ C ile ilgili Alanyazının Tematik Analizi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, *6*(3), 244-264.

Bikner-Ahsbahs, A. (2004). Towards the Emergence of Constructing Mathematical Meanings. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*.

Boero, P. (2002). "*Abstraction: What Theory Do We Need in Mathematics Education*", Proceedings of the 26th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, England.

Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research–A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, *114*, 255-273.

Camci, F. (2018). *Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Tahmini Öğrenme Yol Haritası Çerçevesinde Tasarlanan Bir Öğretim Deneyindeki Matematiksel Soyutlama Süreçleri*. Yayınlanmamış doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Coşkun, A. (2021). *Türkiye'de Matematik Eğitimi Alanında Problem Çözmeye Yönelik Yapılan Çalışmaların Bir İçerik Analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Crits-Christoph, P. (1992). A Meta-analysis. *American journal of Psychiatry*, *149*, 151-158.

Calik, M., Unal, S., Costu, B., & Karatas, F. O. (2008). Trends in Turkish science education. *Essays in Education*, *24*(1), 4.

Çalık, M., & Sözbilir, M. (2014). İçerik analizinin parametreleri. *Eğitim ve Bilim*, *39*(174).

Çallık, H. (2023). *7. Sınıf Yüzdeler Konusunun Hata Temelli Aktiviteler ile Öğretiminin Apos Teorik Çerçevesinde İncelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Cetin, I., & Dubinsky, E. (2017). Reflective abstraction in computational thinking. *The Journal of Mathematical Behavior*, *47,* 70-80.

Çetin, İ. (2009). *Students' Understandıng of Lımıt Concept: An Apos Perspectıve.* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Damerow, P., & Damerow, P. (1996). Abstraction and Representation. *Abstraction and Representation: Essays on the Cultural Evolution of Thinking*, 371-381.

Dreyfus, T. (2007). *Processes of abstraction in context the nested epistemic actions model*, EBSCO veri tabanından 12.09.2020 tarihinde erişilmiştir. Web üzerinde: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.379.4416

Dreyfus, T., Hershkowitz, R., & Schwarz, B. (2001). Abstraction in context: the case of peer interaction. *Cognitive Science Quarterly*.

Dreyfus, T., & Tsamir, P. (2004). Ben's consolidation of knowledge structures about infinite sets. *The Journal of Mathematical Behavior*, *23*(3), 271-300.

Dubinsky, E. (1991). Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking. In David O. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 95–123). Kluwer: Dordrecht.

Dubinksy, E. (2000). Mathematical literacy and abstraction in the 21st century. *School Science and Mathematics*, *100*(6), 289-297.

Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. In D. Holton (Ed.), *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICME Study* (pp. 275-282). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Dubinsky, E., Weller, K., McDonald, A., M., and Brown, A. (2005). Some historical ıssues and paradoxes regarding the concept of infinity: An Apos-based analysis: part 1. *Educational Studies in Mathematics*, 58 (3), 335-359.

Dubinsky, E., Weller, K., Stenger, C., and Vidakovic, D. (2008). Infinite iterative process: the tennis ball problem. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1(1), 99-121.

Duncan, D. F. (1989). Content analysis in health education research: An introduction to purposes and methods. *Health Education*, *20*(7), 27-31.

Durlak, J. A. (1995). *Understanding meta-analysis*.

Dündar, M. (2019). *Gerçekçi Matematik Eğitimi Temelli Öğrenme Ortamında Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Prizmanın Hacmi Kavramını Oluşturma Süreçleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Ekiz, D. (2017). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (5. Baskı). Ankara: Anı Yayınları.

Eroğlu, E. (2021). *Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Merkezi Eğilim Ölçüleri Konusuna İlişkin Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Faydacı, S. (2018). *İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerine Geometrik Dönüşümlerden Öteleme Kavramının Bilgisayar Destekli Ortamda Öğretiminin İncelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Foong, P. Y. (2007). Teacher as researcher: A review on mathematics education research of Singapore teachers. The Mathematics Educator, 10(1), 3-20.

Fitriani, N., & Nurfauziah, P. (2019). Gender and mathematical abstraction on geometry. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1315, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.

Frenkel, E. (2013). *Love and math: The heart of hidden reality*. Basic Books.

Freudenthal, H. (1973). Mathematics as an educational task, Dordrecht: Reidel, Netherlands.

Günday, S. (2023). *Matematik Eğitiminde Soyutlama Konusunda Yapılan Lisansüstü Tezlerin Meta-Sentezi.*Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan.

Güneş, F. (2012). Eğitimde zihinsel bağımsızlık. *Bartın University Journal of Faculty of Education, 1*(1), 3-21.

Hamzah, N., Maat, S. M., & Ikhsan, Z. (2021). A systematic review on pupils' misconceptions and errors in trigonometry. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *11*(4), 209-218.

Harel, G., Selden, A., & Selden, J. (2006). Advanced mathematical thinking: Some PME perspectives. In *Handbook of research on the psychology of mathematics education* (pp. 147-172). Brill.

Hart, L. C., Smith, S. Z., Swars, S. L., & Smith, M. E. (2009). An examination of research methods in mathematics education (1995-2005). *Journal of Mixed Methods Research*, *3*(1), 26-41.

Hassan, I., & Mitchelmore, M. (2006). The role of abstraction in learning about rates of change. *Identities, cultures and learning spaces*, *1*, 278-285.

Hendriana, H., & Fitriani, N. (2019). Mathematical abstraction of year 9 students using realistic mathematics education based on the van hiele levels of geometry. *Jurnal Didaktik Matematika*, *6*(1), 1-11.

Hershkowitz, R., Schwarz, B., & Dreyfus, T. (2001). Abstraction in contexts: Epistemic actions. *Journal for Research in Mathematics Education*, *32*(2), 195-222.

Hershkowitz, R., Tabach, M., Rasmussen, C., & Dreyfus, T. (2014). Knowledge shifts in a probability classroom: a case study coordinating two methodologies. *ZDM*, *46*, 363-387.

Işık, A., Çiltaş, A., & Bekdemir, M. (2008). Matematik eğitiminin gerekliliği ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (17), 174-184.

Kabakçı, D. A., Yitmez, B. G., & Faydaoğlu, Ş. (2023). Matematiksel Dil İle İlgili Makalelerin İncelenmesi: Bir İçerik Analizi. *Muş Alparslan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *3*(1), 1-24.

Kamii, C., & Baker Housman, L. (2000). *Young children reinvent arithmetic: Implications of Piaget's theory*. Teachers College Press.

Katrancı, Y. (2010). *Olasılığın temel kuralları bilgisinin yapılandırmacı kurama göre oluşturulması sürecinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Kaplan, A., & Açıl, E. (2015). Ortaokul 4. sınıf öğrencilerinin eşitsizlik konusundaki bilgi oluşturma süreçlerinin incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, *10*(1), 130-153.

Karakuş, Y. (2023). *Türkiye'de İlkokul Ve Ortaokul Kademelerinde Gerçekçi Matematik Eğitimi (Gme) Üzerine Yapılmış Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman.

Kidron, I., & Dreyfus, T. (2010). Justification enlightenment and combining constructions of knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, *74*, 75-93.

Kobak Demir, M. (2017). *Matematik Öğretmenlerinin Öğrencilerin Bilgiyi Yapılandırma Sürecindeki Rolünün İncelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Kobak-Demir, M., & Gür, H. (2017). Öğretmen adaylarının parabol bilgisini oluşturma süreçleri ve bu süreçte öğretmenin rolü: Durum çalışması. *Education Sciences*, *11*(4), 195-216.

Kobak-Demir, M., & Gür, H. (2020). Teknoloji Destekli Öğrenme Ortamlarında Parabol Kavramının Soyutlanması Sürecinin İncelenmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, *37*(2), 3-35.

Köprücü, M. (2023). *Matematik tarihi ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin betimsel içerik analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Köse Tunalı, Ö. (2010). *Açı Kavramının Gerçekçi Matematik Öğretimi ve Yapılandırmacı Kurama Göre Öğretiminin Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Krippendorff, K. (1980). Validity in content analysis.

Krippendorff, K. (2004). Content Analysis: An Introduction to Its Methodology (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

MEB (2018). Matematik dersi (5-8. Sınıflar) öğretim programı, http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329 adresinden 07 Temmuz 2022 tarihinde indirilmiştir.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.

Mitchelmore, M. C. (2002). The Role of Abstraction and Generalisation in the Development of Mathematical Knowledge.

Monaghan, J., & Özmantar, M. F. (2006). "Abstraction and consolidation". *Educational Studies in Mathematics*, *62*(3), 233-258.

Nelson, G., & Powell, S. R. (2018). A systematic review of longitudinal studies of mathematics difficulty. *Journal of Learning Disabilities*, *51*(6), 523-539.

Ocakbaşı, E. N. (2019). *Gerçekçi Matematik Eğitimi Temelli Öğrenme Ortamında 8. Sınıf Öğrencilerinin Karekök Kavramını Oluşturma Süreçleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Oktaç, A., & Çetin, İ. (2016). APOS teorisi ve matematiksel kavramların öğrenimi. *Matematik eğitiminde teoriler*, 163-182.

Olkun, S. ve Toluk, Z. (2004). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. Ankara:Anı Yayıncılık.

Otten, M., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Veldhuis, M. (2019). The balance model for teaching linear equations: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, *6*, 1-21.

Özkan, U. B. (2019). Eğitim bilimleri araştırmaları için doküman inceleme yöntemi. *Ankara: Pegem Akademi*, *4*.

Özmantar, M. F. (2004). Scaffolding, abstraction, and emergent goals. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, *24*(2), 83-89.

Öztürk Başeğmez, K. (2023). *RBC Soyutlama Modeline Göre Düzlemde Öteleme ve Dönme Kavramının Farklı Düşünme Yapılarına Sahip Öğretmen Adayları Üzerinde İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

Piaget, J. (1977). The role of action in the development of thinking. In *Knowledge and Development: Volume 1 Advances in Research and Theory* (pp. 17-42). Boston, MA: Springer US.

Piaget, J. (2001). *Studies in reflecting abstraction* (R. L. Campell, Ed.) (1st ed.). England: Psychology Press.

Posner, M. I. (1970). Abstraction and the process of recognition. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 3, pp. 43-100). Academic Press.

Ron, G., Dreyfus, T., & Hershkowitz, R. (2010). Partially correct constructs illuminate students' inconsistent answers. *Educational Studies in Mathematics*, *75*, 65-87.

Savaş, G. (2022). *Öğrencilerin Dönel Simetri Kavramına İlişkin Gelişimlerinin ve Soyutlama Düzeylerinin İncelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Schwarz, B., Dreyfus, T., Hadas, N., & Hershkowitz, R. (2004). Teacher Guidance of Knowledge Construction. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*.

Sezgin Memnun, D. (2011). İlköğretim Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Analitik Geometrinin Koordinat Sistemi ve Doğru Denklemi Kavramlarını Yapılandırmacı Öğrenme ve Gerçekçi Matematik Eğitimine Göre Oluşturması Süreçlerinin Araştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Sezgin Memnun, D., & Altun, M. (2012). RBC+C modeline göre doğrunun denklemi kavramının soyutlanması üzerine bir çalışma: özel bir durum çalışması. *Uluslararası Cumhuriyet Eğitim Dergisi, 1*(1), 17-37.

Sancho, J. M. (2008). Opening students' minds. *Researching international pedagogies: Sustainable practice for teaching and learning in higher education*, 259-276.

Schwarz, B., Dreyfus, T., & Hershkowitz, R. (Eds.). (2009). *Transformation of knowledge through classroom interaction*. Routledge.

Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational studies in mathematics*, *22*(1), 1-36.

Sözbilir, M., Kutu, H., & Yaşar, M. D. (2012). Science education research in Turkey: A content analysis of selected features of published papers. In *Science education research and practice in Europe* (pp. 341-374). Brill.

Suri, H., & Clarke, D. (2009). Advancements in research synthesis methods: From a methodologically inclusive perspective. *Review of Educational Research*, *79*(1), 395-430.

Şahan, A. (2023). *2010-2020 yılları arasında Türkiye'de matematik eğitimi alanında yapılan doktora düzeyindeki tezlerin kuram, kuramsal çerçeve ve kavramsal çerçeve açısından incelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

Şefik, Ö. (2017). *Öğrencilerin İki Değişkenli Fonksiyon Kavramını Anlamalarının Apos Teorisi İle Analizi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

ŞEFİK, Ö., UZUN, Ö. E., & Şenol, D. O. S. T. (2021). Content analysis of the apos theory studies on mathematics education conducted in turkey and internationally: a meta-synthesis study. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *15*(2), 404-428.

Tanrıöğen A. (2014). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara.

TDK. Soyutlama tanımı. http://tdk.gov.tr adresinden 07 Temmuz 2022 tarihinde erişildi.

Tereci, A., & Bindak, R. (2019). 2010-2017 Yılları Arasında Türkiye'de Matematik Eğitimi Alanında Yapılan Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *6*(1), 40-55.

Thompson, P. W. (1994). Students, functions, and the undergraduate curriculum, Conference Board of the Mathematical Sciences Issues in Mathematics Education, 4, 21-44.

Topuz, F., & Cantürk Günhan, B. (2020). Content analysis of research on processes of constructing knowledge in mathematics education in Turkey. *Bartın University Journal of Faculty of Education,* 9(2), 279-300.

Tsamir, P., & Dreyfus, T. (2005). How fragile is consolidated knowledge?: Ben's comparisons of infinite sets. *The Journal of Mathematical Behavior*, *24*(1), 15-38.

Tutak, T., & Güder, Y. (2014). Matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve önemi. *Turkish Journal of Educational Studies*, *1(1).*

Umay, A. (2002). The other mathematics. *Hacettepe University Journal of Education, 23*(23), 275-281.

Ültay, E., Akyurt, H., & Ültay, N. (2021). Sosyal bilimlerde betimsel içerik analizi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (10), 188-201.

van Oers, B. (2001). Contextualisation for abstraction. *Cognitive Science Quarterly*, *1*(3), 279-305.

von Glasersfeld, E. (1991). *Knowing without metaphysics: Aspects of the radical constructivist position*. Sage Publications, Inc.

von Glasersfeld, E. (2013). *Radical constructivism* (Vol. 6). Routledge.

Weyer, R. S. (2010). *APOS theory as a conceptualisation for understanding mathematics learning.* Summation, 9-15.

Widada, W., Agustina, A., Serlis, S., Dinata, B. M., & Hasari, S. T. (2019). The abstraction ability of students in understanding the concept of geometry. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1318, No. 1, p. 012082). IOP Publishing.

Wolf, F. M. (1986). *Meta-analysis: Quantitative methods for research synthesis* (Vol. 59). Sage.

Yetimakman, A.İ. (2023). *Türkiye'de gerçekçi matematik eğitimi ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Zembat, İ. Ö. (2016). *Piaget'e göre soyutlama ve çeşitleri*. E. Bingölbali, S. Arslan, & İ. Ö. Zembat (Ed.), Matematik eğitiminde teoriler içinde (ss. 447-458). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

EKLER

EK-1 İncelenen Çalışmaların Listesi

Kod	Yıl	Yazar	Yayın Adı	Yayın Türü
R1	2019	Ali İLHAN	9. Sınıf Öğrencilerinin Farklı Temsiller Bağlamında Fonksiyon Kavramı Bilgisi Oluşturma Süreçleri	Yüksek Lisans
R2	2019	Berk HASAR	Farklı Matematiksel Motivasyon Düzeylerine Sahip 6. Sınıf Öğrencilerinin Tam Sayılar Alt Öğrenme Alanındaki Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
R3	2014	Burcu ÇELEBİOĞLU	Kesir Kavramına İlişkin Bilgi Oluşturma Sürecinin İncelenmesi	Doktora
R4	2012	Bülent Nuri ÖZCAN	İlköğretim Öğrencilerinin Geometrik Düşünme Düzeylerinin Geliştirilmesinde Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Doktora
R5	2019	Büşra AYDIN ÇINAR	8. Sınıf Öğrencilerinin Eğim Bilgisini Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
R6	2019	Büşra YILDIRIM	Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Kesirlerle Bölme Algoritması Oluşturma Sürecinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
R7	2019	Cengiz SÜZEN	Eşitsizlik Kavramına İlişkin Bilgi Oluşturma Sürecinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
R8	2019	Demet TEMİZ	Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Açı Konusu Öğreniminde Modelleme Etkinliklerine Dayalı Bilgiyi Oluşturma ve Pekiştirme Süreçleri	Yüksek Lisans
R9	2011	Dilek SEZGİN MEMNUN	İlköğretim Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Analitik Geometrinin Koordinat Sistemi ve Doğru Denklemi Kavramlarını Yapılandırmacı Öğrenme ve Gerçekçi Matematik Eğitimine Göre Oluşturması Süreçlerinin Araştırılması	Doktora
R10	2018	Duygu ALTAYLI ÖZGÜL	Ortaokul Öğrencilerinin Çokgenler Konusundaki Soyutlama Süreçlerinin İncelenmesi: RBC+C Modeli	Doktora
R11	2021	Emre DURASI	Akademik Başarısı Yüksek 6. Sınıf Öğrencilerin Scratch Programı ile Tamsayılar Konusunda Algoritma Üretme Süreçleri ve Yapılarının İncelenmesi	Yüksek Lisans
R12	2021	Emre EROĞLU	Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Merkezi Eğilim Ölçüleri Konusuna İlişkin Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans

R13	2020	Fatih Mehmet HİSAR	Yedinci Sınıf Çokgenler Konusunda 5E Öğrenme Döngüsüne Göre Epistemik Eylemlerin RBC Soyutlama Modeliyle İncelenmesi	Doktora
R14	2020	Fulya BAYRAKTAR	Ortaokul Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Çarpanlar ve Katlar Konusundaki Bilgi Oluşturma Süreçlerinin RBC+C Modeli ile İncelenmesi	Yüksek Lisans
R15	2022	İlhan OKUYUCU	Ortaokul Öğrencilerinin Dikdörtgenler Prizmasının Alan ve Hacim Bağıntılarını Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
R16	2022	Kader AYDIN	Gerçek Yaşam Problemleri ile Tasarlanan Öğretimin Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Soyutlama Becerilerine Etkisinin İncelenmesi: RBC+C Modeli	Yüksek Lisans
R17	2023	Kübra ÖZTÜRK BAŞEĞMEZ	RBC Soyutlama Modeline Göre Düzlemde Öteleme ve Dönme Kavramının Farklı Düşünme Yapılarına Sahip Öğretmen Adayları Üzerinde İncelenmesi	Yüksek Lisans
R18	2021	Mehmet Çağlar COŞAR	Öğrenmede Farklı Güdüsel Stratejilere Sahip Üstün Yetenekli Öğrencilerin Matematiksel Soyutlama Süreçlerinin İncelenmesi	Doktora
R19	2017	Mevhibe KOBAK DEMİR	Matematik Öğretmenlerinin Öğrencilerin Bilgiyi Yapılandırma Sürecindeki Rolünün İncelenmesi	Doktora
R20	2021	Mustafa Çağrı GÜRBÜZ	Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Kavramları Soyutlama Süreçlerinin İncelenmesi	Doktora
R21	2020	Ozan PALA	İspat İmajının Dinamiklerinin Sonsuz Kümelerin Denkliği Bağlamında İncelenmesi	Doktora
R22	2010	Öznur KÖSE TUNALI	Açı Kavramının Gerçekçi Matematik Öğretimi ve Yapılandırmacı Kurama Göre Öğretiminin Karşılaştırılması	Yüksek Lisans
R23	2010	Recai AKKAYA	Olasılık ve İstatistik Öğrenme Alanındaki Kavramların Gerçekçi Matematik Eğitimi ve Yapılandırmacılık Kuramına Göre Bilgi Oluşturma Sürecinin İncelenmesi	Doktora
R24	2021	Rümeysa YILMAZ	Cebirsel Kavram ve Genellemelerinin, Soyutlama Sürecine Uygun Öğretiminin Tasarımı, Uygulanması ve Değerlendirilmesi	Doktora
R25	2006	Sibel YEŞİLDERE	Farklı Matematiksel Güce Sahip İlköğretim 6, 7 ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme ve Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Doktora
R26	2018	Soner BULUT	Ortaokul 6.Sınıf Öğrencilerinin Üçgende Alan Bilgisini Oluşturma Sürecinin RBC+C Modeline Göre İncelenmesi	Yüksek Lisans

R27	2019	Sultan ELDEKCİ	7. Sınıf Düzeyindeki Ortaokul Öğrencilerinin Değişken Kavramını Soyutlama Sürecinin RBC Modeliyle Ortaya Çıkarılması	Yüksek Lisans
R28	2015	Tuğba ULAŞ	Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Özdeşlik Kavramını Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
R29	2018	Yakup DİNÇ	Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Kareköklü Sayılar Konusunda Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
R30	2010	Yasemin KATRANCI	Olasılığın Temel Kuralları Bilgisinin Yapılandırmacı Kurama Göre Oluşturulması Sürecinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
R31	2021	Zeynep Filiz ARAMIŞ	7. Sınıf Öğrencilerinin RBC+C Modeli Bağlamında Oran ve Orantı Konusundaki Bilgi Oluşturma Süreçleri	Yüksek Lisans
R32	2017	Zeynep HAN ŞİMŞEKLER	Özel Yetenekli Çocuklarda Matematiksel Soyutlama	Yüksek Lisans
R33	2018	Hatice Kübra GÜLER Çiğdem ARSLAN	Matematik Öğretmeni Adaylarının Düzlemde Dönme Dönüşümü Formüllerini Oluşturma Sürecinin İncelenmesi	Makale
R34	2016	Duygu ALTAYLI ÖZGÜL Abdullah KAPLAN	7. Sınıf Öğrencilerinin Silindirin Yüzey Alanı Konusundaki Soyutlama Süreçlerinin ve Paylaşılan Bilgilerinin İncelenmesi	Makale
R35	2021	Esra KARATAŞ	Matematik Eğitiminde Bir Etkinlik Örneği: Çevrel Üçgenler	Makale
R36	2010	Murat ALTUN Aslıhan YILMAZ	Lise Öğrencilerinin Parçalı Fonksiyon Bilgisini Oluşturma ve Pekiştirme Süreci	Makale
R37	2021	Rumeysa BEYAZHANÇER YILMAZ	7. Sınıf Cebir Kavram ve Genellemelerinin Soyutlanma Sürecinin Öğrenme Ortamında Değerlendirilmesi	Makale
R38	2021	Ozan PALA Esra AKSOY Serkan NARLI	Formal İspatın Mevcut Olmadığı Bir Durumda İspat İmajı Var Olabilir Mi?: Başarısız Bir İspat Girişiminin Analizi	Makale
R39	2019	Özlem KALAYCI Recai AKKAYA	Altıncı Sınıf Öğrencilerin Doğru Orantı Ve Ters Orantı Bilgisini Oluşturma Sürecinin Rbc+C Modeline Göre İncelenmesi: Bir Öğretim Deneyi	Makale
R40	2008	Murat ALTUN Aslıhan YILMAZ	Lise Öğrencilerinin Tam Değer Fonksiyonu Bilgisini Oluşturma Süreci	Makale

R41	2018	Özlem ÇUBUKLUÖZ Tuba ADIGÜZEL Burçin GÖKKURT ÖZDEMİR Recai AKKAYA	Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin En Büyük Ortak Bölen ve En Küçük Ortak Kat Konusundaki Bilgi Oluşturma Süreçlerinin RBC+C Modeli ile İncelenmesi	Makale
R42	2015	Abdullah KAPLAN Elif AÇIL	Ortaokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Eşitsizlik Konusundaki Bilgi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Makale
R43	2013	Murat ALTUN Burcu DURMAZ	Doğrusal İlişki Bilgisini Oluşturma Süreci Üzerine Bir Durum Çalışması	Makale
R44	2018	Mustafa Çağrı GÜRBÜZ Murat AĞSU M. Emin ÖZDEMİR	An Analysis of How Preservice Math Teachers Construct The Concept of Limit in Their Minds	Makale
R45	2018	Hatice Kübra GÜLER Mustafa Çağrı GÜRBÜZ	Construction Process of the Length of $\sqrt[3]{2}$ by Paper Folding	Makale
R46	2016	Dilek SEZGİN MEMNUN Bünyamin AYDIN Ömer ÖZBİLEN Güneş EROĞAN	The Abstraction Process of Limit Knowledge	Makale
R47	2011	Murat ALTUN Aslıhan YILMAZ KAYAPINAR	Lise Öğrencilerinin Parçalı Fonksiyon Üzerine İşaret Fonksiyonu Bilgisini Oluşturma Süreci	Makale
R48	2017	Hatice Kübra GÜLER Çiğdem ARSLAN	Consolidatıon of Similarity Knowledge via Pythagorean Theorem: A Turkish Case Study	Makale

A1	2017	Azize BAHAR	İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Olasılık Kavramına Yönelik Bilgi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
A2	2021	Dilek HAZAR	Üç Boyutlu Hologram Destekli Öğrenmede Lineer Cebir Kavramlarının Oluşturulma Sürecinin İncelenmesi	Doktora
A3	2015	Elif AÇIL	Ortaokul 3. Sınıf Öğrencilerin Denklem Kavramına Yönelik Soyutlama Süreçlerinin İncelenmesi: APOS Teorisi	Doktora
A4	2019	Elif Nur OCAKBAŞI	Gerçekçi Matematik Eğitimi Temelli Öğrenme Ortamında 8.Sınıf Öğrencilerinin Karekök Kavramını Oluşturma Süreçleri	Yüksek Lisans
A5	2013	Erdem ÇEKMEZ	Dinamik Matematik Yazılımı Kullanımının Öğrencilerin Türev Kavramının Geometrik Boyutuna İlişkin Anlamalarına Etkisi	Doktora
A6	2021	Fatma AĞAÇDİKEN	5. Sınıf Öğrencilerinin Alan Kavramını Dinamik Matematik Yazılımı Destekli Öğretim Ortamında Oluşturma Süreçleri: Dikdörtgen Durumu	Yüksek Lisans
A7	2020	Funda BAYRAKTAR	5. Sınıf Yüzdeler Konusunun Probleme Dayalı Öğretiminin APOS Teorisi ile İncelenmesi	Yüksek Lisans
A8	2022	Gamze BAĞ	İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Yaratıcı Drama Yöntemi ile Öğrenme Kuramlarını Deneyimlemesi	Yüksek Lisans
A9	2023	Halil ÇALLIK	7. Sınıf Yüzdeler Konusunun Hata Temelli Aktiviteler ile Öğretiminin APOS Teorik Çerçevesinde İncelenmesi	Yüksek Lisans
A10	2015	Hatice AÇAN	8. Sınıf Öğrencilerinin Dönüşüm Geometrisinde Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
A11	2019	Hüsniye Aybüke BALCI	Investigating Mathematics Teacher Educators' Specialised Knowledge For Teaching Geometric Transformations	Yüksek Lisans
A12	2009	İbrahim ÇETİN	Students' Understanding Of Limit Concept: An APOS Perspective	Doktora
A13	2019	Merve DÜNDAR	Gerçekçi Matematik Eğitimi Temelli Öğrenme Ortamında Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Prizmanın Hacmi Kavramını Oluşturma Süreçleri	Yüksek Lisans
A14	2018	Merve KOÇYİĞİT GÜRBÜZ	Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Etkinlik Temelli Öğrenme Yaklaşımı Altında Oran-Orantı Kavramlarını Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi: APOS Teorisi	Yüksek Lisans

A15	2023	Nehir KEYİK	6. Sınıf Öğrencilerinin Çarpan ve Kat Kavramlarını Gerçekçi Matematik Eğitimi Ortamında Oluşturma Süreçleri	Yüksek Lisans
A16	2022	Onur BATIR	APOS Teorisinin Maksimum Minimum Problemlerini Anlamada Bir Çerçeve Olarak Kullanılmasının Başarı ve Tutuma Etkisi	Doktora
A17	2014	Ömer DENİZ	8. Sınıf Öğrencilerinin Gerçekçi Matematik Eğitimi Yaklaşımı Altında Eğim Kavramını Oluşturma Süreçlerinin APOS Teorik Çerçevesinde İncelenmesi	Yüksek Lisans
A18	2017	Özgün ŞEFİK	Öğrencilerin İki Değişkenli Fonksiyon Kavramını Anlamalarının APOS Teorisi ile Analizi	Yüksek Lisans
A19	2018	Rabia ÖKSÜZ	5. Sınıf Öğrencilerinin Kesir Kavramını Oluşturma Süreçlerinin APOS Teorik Çerçevesinde İncelenmesi	Yüksek Lisans
A20	2017	Seher AVCU	Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Geometrik Dönüşümler ile İlgili Gelişen Anlayışları	Doktora
A21	2014	Yusuf Emre ERCİRE	İrrasyonel Sayı Kavramına İlişkin Yaşanılan Güçlüklerin İncelenmesi	Yüksek Lisans
A22	2011	Rezan YILMAZ	Matematiksel Soyutlama ve Genelleme Süreçlerinde Görselleştirme ve Rolü	Doktora
A23	2022	Ferhat ÖZDEMİR Recep ARSLANER	ACE Döngüsüne Dayalı Öğrenme Ortamı Hakkında Öğrenci Görüşleri	Makale
A24	2019	Serpil YORGANCI	Bilgisayar Destekli Soyut Cebir Öğretiminin Başarıya ve Matematiğe Karşı Tutuma Etkisi: ISETL Örneği	Makale
A25	2011	Tangül UYGUR KABAEL	Tek Değişkenli Fonksiyonların İki Değişkenli Fonksiyonlara Genellenmesi, Fonksiyon Makinesi ve APOS	Makale
A26	2022	Murat AKARSU Kübra İLER	Matematik Öğretmenlerinin Yansıma Dönüşümünün Tanım Kümesini Hareket ve Eşleştirme Perspektiflerine Göre Anlamalarının İncelenmesi	Makale
A27	2015	Tangül KABAEL	Analysis II Students' Construction of Polar Functions	Makale
A28	2014	Pınar ANAPA SABAN Kürşat YENİLMEZ Emre EV ÇİMEN	Niceleyici İçeren Matematiksel İfadelere Dair Öğrenci Algılarının Karakterizasyonu	Makale

A29	2018	Selin URHAN Şenol DOST	The Analysis of Pre-service Math Teachers' Level of Understanding the Derivative Concept within the Context of APOS Theory	Makale
P1	2018	Faik CAMCİ	Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Tahmini Öğrenme Yol Haritası Çerçevesinde Tasarlanan Bir Öğretim Deneyindeki Matematiksel Soyutlama Süreçleri	Doktora
P2	2022	Gülşade SAVAŞ	Öğrencilerin Dönel Simetri Kavramına İlişkin Gelişimlerinin ve Soyutlama Düzeylerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans
P3	2008	Seda FAYDACI	İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerine Geometrik Dönüşümlerden Öteleme Kavramının Bilgisayar Destekli Ortamda Öğretiminin İncelenmesi	Yüksek Lisans
P4	2020	Tuğçe TOYGAN	Ortaokul Kaynaştırma Öğrencilerinin Matematik Soyutlama Düzeylerinin İncelenmesi	Yüksek Lisans

Çalışmalara kodlar aşağıdaki gibi verilmiştir.

R: RBC (RBC+C) Teorisi

A: APOS Teorisi

P: Piaget Soyutlama Teorisi

EK-2 Yayın Sınıflama Formu

<table>
<tr><td colspan="4">KÜNYE</td></tr>
<tr><td>Tezin/ Makalenin adı</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>Yazar</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>Yıl</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>Tez türü</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">A. ÇALIŞMADA KULLANILAN TEORİ</td></tr>
<tr><td colspan="4">☐ RBC/RBC+C Teorisi
☐ APOS Teorisi
☐ Piaget Soyutlama Teorisi</td></tr>
<tr><td colspan="4">B. METOD/ TASARIM</td></tr>
<tr><td colspan="2">Araştırma Yaklaşımı
☐ 1. Nicel Yöntem
☐ 2. Nitel Yöntem
☐ 3. Karma Yöntem</td><td colspan="2">Araştırma Yöntemi
☐ 1. Durum Çalışması ☐ 4. Deneysel Model
☐ 2. Eylem Araştırması ☐ 5. Tasarım Tabanlı
☐ 3. Öğretim Deneyi Modeli ☐ 6. Tarama Modeli</td></tr>
<tr><td colspan="2">C. ÖRNEKLEM TÜRÜ</td><td colspan="2">D. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI</td></tr>
<tr><td colspan="2">☐ 1.İlkokul Öğrencileri
☐ 2.Ortaokul Öğrencileri
☐ 3.Lise Öğrencileri
☐ 4.Öğretmen Adayları
☐ 5.Özel Yetenekli Öğrenciler
☐ 6.Öğretmenler
☐ 7. Akademisyenler</td><td colspan="2">☐1. Test ☐ 2. Anket
☐3. Görüşme ☐ 4. Gözlem
☐5. Doküman/Kayıt İncelemesi
☐6. Ölçek</td></tr>
<tr><td colspan="2">E. VERİ ANALİZ YÖNTEMLERİ</td><td colspan="2">F. KULLANILAN STRATEJİ/ YÖNTEM</td></tr>
<tr><td colspan="2">☐ 1. Betimsel Analiz ☐ 5. T-testi
☐ 2. Betimsel İstatistik Analizi ☐ 6. Geriye Dönük Analiz
☐ 3. İçerik Analizi ☐ 7. Tematik Analiz
☐ 4. Kovaryans Analizi ☐ 8. Konuşma analizi
☐ 9. Sürekli analiz</td><td colspan="2">☐ Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı
☐ Gerçekçi Matematik Eğitimi
☐ Buluş Yoluyla Öğrenme
☐ 5E Öğrenme Döngüsü Modeli
☐ Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi
☐ Probleme Dayalı Öğretim
☐ Hologram Destekli Öğrenme
☐ Sezgisel Kural Teorisi
☐ Otantik Öğrenme Yaklaşımı
☐ Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri
☐ Matematiksel Modelleme
☐ Üstün Zeka Yetenek Model Ve Kuramları
☐ RBC/ RBC+C Teorisi
☐ APOS Teorisi
☐ ACE Döngüsü</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">G. ÖĞRENME ALANI VE ALT ÖĞRENME ALANI</th></tr>
<tr>
<td>İLKOKUL
<u>SAYILAR VE İŞLEMLER</u>
☐ Doğal sayılar
☐ Doğal sayılarla işlemler
☐ Doğal sayılarla çıkarma işlemi
☐ Doğal sayılarla çarpma işlemi
☐ Doğal sayılarla bölme işlemi
☐ Kesirler
☐ Kesirlerle işlemler
<u>GEOMETRİ</u>
☐ Geometrik cisimler ve şekiller
☐ Uzamsal ilişkiler
☐ Geometrik örüntüler
☐ Geometride temel kavramlar
<u>ÖLÇME</u>
☐ Uzunluk ölçme
☐ Çevre ölçme
☐ Alan ölçme
☐ Paralarımız
☐ Zaman ölçme
☐ Tartma
☐ Sıvı ölçme
<u>VERİ İŞLEME</u>
☐ Veri toplama ve değerlendirme</td>
<td>ORTAOKUL
<u>SAYILAR VE İŞLEMLER</u>
☐ Doğal Sayılar
☐ Doğal Sayılarla İşlemler
☐ Kesirler
☐ Kesirlerle İşlemler
☐ Ondalık Gösterim
☐ Yüzdeler
☐ Çarpanlar ve Katlar
☐ Kümeler
☐ Tam Sayılar
☐ Tam Sayılarla İşlemler
☐ Rasyonel Sayılar
☐ Rasyonel Sayılarla İşlemler
☐ Oran ve Orantı
☐ Üslü İfadeler
☐ Kareköklü İfadeler
<u>CEBİR</u>
☐ Cebirsel İfadeler
☐ Eşitlik ve Denklem
☐ Doğrusal Denklemler
☐ Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler
☐ Eşitsizlikler</td>
<td><u>GEOMETRİ ve ÖLÇME</u>
☐ Temel Geometrik Kavramlar ve Çizimler
☐ Uzunluk ve Zaman Ölçme
☐ Alan Ölçme
☐ Geometrik Cisimler
☐ Açılar
☐ Doğrular ve Açılar
☐ Çember
☐ Dönüşüm Geometrisi
☐ Çokgenler
☐ Eşlik ve Benzerlik
<u>VERİ İŞLEME</u>
☐ Veri Toplama ve Değerlendirme
☐ Veri Analizi
<u>OLASILIK</u>
☐ Basit Olayların Olma Olasılığı
LİSE
<u>SAYILAR VE CEBİR</u>
☐ Türev
☐ Denklemler ve Eşitsizlikler
☐ İkinci Dereceden Denklemler
☐ Fonksiyonlar</td>
</tr>
</table>

H. SONUÇLAR	I. ÖNERİLER