



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

TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ (TPAB)
BAĞLAMINDA OLASILIK ÖZ-YETERLİLİK ÖLÇEĞİNİN
GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI

Nisa GÖKÇE

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Handan DEMİRCİOĞLU

İkinci Tez Danışmanı

Doç. Dr. Emine Nur ÜNVEREN BİLGİÇ

SİVAS-2025

**TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ (TPAB) BAĞLAMINDA
OLASILIK ÖZ-YETERLİLİK ÖLÇEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE
UYGULANMASI**

Nisa GÖKÇE

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

Doç. Dr. Handan DEMİRCİOĞLU

İkinci Tez Danışmanı

Doç. Dr. Emine Nur ÜNVEREN BİLGİÇ

Sivas
Mart 2025

KABUL VE ONAY

Nisa GÖKÇE tarafından hazırlanan “Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Bağlamında Olasılık Öz-Yeterlilik Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Uygulanması” başlıklı bu çalışma, 18.03.2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Nurullah YAZICI

(Jüri Başkanı)

Doç. Dr. Handan DEMİRCİOĞLU

(Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Kenan KONUR

(Üye)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Aysel ARSLAN

Enstitü Müdürü

ETİK SÖZÜ

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

- ✓ 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.

.... / /

Nisa GÖKÇE

ÖZET

GÖKÇE, Nisa, *Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Bağlamında Olasılık Öz-Yeterlilik Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 2025.

Bu araştırma, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık konusundaki Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) öz-yeterliliklerini incelemek için geçerli-güvenilir bir ölçme aracı geliştirmeyi hedeflemektedir. Araştırmada, öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterliliklerini ölçmeye yönelik geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı (TPAB-OÖ) geliştirilmiş ve bu öz-yeterliliklerin cinsiyet değişkenine göre farklılaşma durumu incelenmiştir. Çalışma grubunu, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin farklı bölgelerindeki üniversitelerde öğrenim gören ve Olasılık ve İstatistik Öğretimi dersini tamamlamış 465'i pilot çalışmada, 446'sı nihai çalışmada olmak üzere toplam 911 ilköğretim matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Bulgulara göre, öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına yönelik TPAB öz-yeterlilik düzeyleri genel olarak "yüksek" seviyededir. Faktör bazında incelendiğinde, Genel Pedagojik Bilgi (GPB) boyutu en yüksek ortalamaya ($M=3.94$) sahipken, Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu (OTE) boyutu görece daha düşük ortalama ($M=3.48$) göstermiştir. TPAB'nin alt faktörleri arasında anlamlı ve pozitif yönlü ilişkiler tespit edilmiştir. Güvenirlilik analizinde, Cronbach Alfa katsayıları yedi faktör için 0.844 ile 0.914 arasında değişirken, ölçeğin geneline ait katsayı 0.963 olarak bulunmuştur. Mann Whitney U testi sonuçları, Teknoloji Kullanım Yeterliği, Olasılık İçerik Bilgisi, Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu ve Teknoloji Destekli Değerlendirme boyutlarında erkek öğretmen adayları lehine anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Ancak etki büyüklükleri küçük düzeydedir ($r=0.097-0.156$). Olasılık Öğretim Bilgisi, Olasılık İçin Öğretim Tasarımı ve Genel Pedagojik Bilgi boyutlarında ise cinsiyete göre anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgular, öğretmen eğitimi programlarında teknoloji entegrasyonunun daha sistematik ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi, öz-yeterlilik, olasılık öğretimi, öğretmen adayları, ölçek geliştirme

ABSTRACT

GÖKÇE, Nisa. *Development and Application of the Probability Self-Efficacy Scale in the Context of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*. Master's Thesis, Sivas, 2025.

This research aims to develop a valid and reliable measurement tool to examine the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) self-efficacy of elementary mathematics teacher candidates regarding probability. In the research, a valid and reliable measurement tool was developed to assess teacher candidates' TPACK self-efficacy (TPACK-PS), and differences in these self-efficacies according to gender were examined. The study group consists of a total of 911 elementary mathematics teacher candidates who were studying at universities in different regions of Turkey during the 2023-2024 academic year and had completed the Probability and Statistics Teaching course, with 465 participating in the pilot study and 446 in the final study. According to the findings, teacher candidates' TPACK self-efficacy levels in the probability learning domain are generally at a "high" level. When examined on a factor basis, the General Pedagogical Knowledge dimension had the highest mean ($M=3.94$), while the Technology Integration in Probability Teaching dimension showed a relatively lower mean ($M=3.48$). Significant and positive relationships were identified among the sub-factors of TPACK. In the reliability analysis, Cronbach's Alpha coefficients ranged between 0.844 and 0.914 for the seven factors, while the coefficient for the overall scale was found to be 0.963. Mann Whitney U test results revealed significant differences in favor of male teacher candidates in the dimensions of Technology Usage Competency, Probability Content Knowledge, Technology Integration in Probability Teaching, and Technology-Supported Assessment. However, the effect sizes were small ($r=0.097-0.156$). No significant gender differences were found in the dimensions of Probability Teaching Knowledge, Instructional Design for Probability, and General Pedagogical Knowledge. These findings highlight the necessity of addressing technology integration more systematically in teacher education programs.

Keywords: Technological Pedagogical Content Knowledge, self-efficacy, probability teaching, pre-service teachers, scale development

ÖNSÖZ

Kendimi güzel bir yolculuğun sonuna gelmiş, başka bir serüvenin kapısını açmaya hazır hissediyorum. Bu yüksek lisans tezi, başlangıçta hiç tahmin edemeyeceğim kadar kalabalık bir topluluğun özverisi ve desteği ile hazırlandı.

Başta matematik eğitiminde bize keşif için özgür bir alan sunan ve bizlere koşulsuz inanan, lisans yıllarımızdan bu yana içimizdeki merakı sürekli canlı tutan değerli danışmanım Doç. Dr. Handan DEMİRCİOĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunarım. Akademik yolculuğumun her adımında gösterdiğiniz sonsuz destek, bana olan bitmeyen inancınız ve özellikle çalışma grubuma ulaşmamdaki değerli katkılarınız, bu tez sürecini benim için paha biçilmez bir deneyime dönüştürdü. Sizin güveniniz, en zorlandığım anlarda bile bana güç verdi.

Tez çalışmamın fikri mimarı değerli eş danışmanım Doç. Dr. Emine Nur ÜNVEREN BİLGİÇ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Kafamdaki her soruyu aynı ıstıyakla cevapladı, fikirlerime ve cesarettime yol boyunca büyük bir özenle sahip çıktı. Ölçek geliştirme sürecinde gösterdiği değerli çabalar için kendisine minnettarım.

Veri analiz sürecine hassasiyetle yaklaşmayı bizlere öğreten Prof. Dr. Murat BURSAL'a emekleri ve özverisi için müteşekkirim. Ölçek geliştirme sürecinde uzman görüşlerini benimle paylaşan Prof. Dr. Fatih KARAKUŞ, Prof. Dr. Filiz Tuba DİKKARTIN ÖVEZ, Doç. Dr. Mustafa AKINCI ve Dr. Öğr. Üyesi Emine AYTEKİN KAZANÇ'a değerli geri bildirimleri için teşekkür ederim. Ayrıca ölçek geliştirme ve analiz sürecimdeki kıymetli görüşleri ve desteği için sevgili Arş. Gör. Aslı Ece KOÇAK'a çok teşekkür ederim. Merakı ve istatistiksel süreçlere olan tutkusu beni bu süreçte cesaretlendirdi.

Dr. Öğr. Üyesi Figen BOZKUŞ'a, tez sürecimin en zorlu dönemlerinde gösterdiği destekle yolumu aydınlatan yaklaşımı için minnettarım. Çalışma grubuna ulaşma sürecimdeki koşulsuz desteği ve en zorlandığım anda yanımda olması, bu çalışmanın tamamlanmasında kritik bir role sahipti. Dr. Öğr. Üyesi Damla SÖNMEZ'e çalışma grubuma ulaşmamdaki değerli katkıları ve Olasılık ve İstatistik Öğretimi ders sürecinde fikirlerime alan açtığı için teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama katılan yüzlerce öğretmen adayına ulaşmamda değerli katkılarını sunan Prof. Dr. Bülent GÜVEN, Prof. Dr. Çiğdem KILIÇ, Doç. Dr. Pınar GÜNER, Doç.

Dr. Ali TÜRKDOĞAN ve Dr. ÖĞr. Üyesi Beyda TOPAN başta olmak üzere Türkiye'nin dört bir yanından katkı sağlayan hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Değerli jüri yelerim Doç. Dr. Nurullah Yazıcı ve Dr. ÖĞr. Üyesi Kenan Konur'a çalışmama sundukları değerli katkılar ve yapıcı geri bildirimler için teşekkür ederim.

Araştırma yolculuğumun en zorlu dönemlerinde destek veren değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Zeynep ARSLAN, Sena Mkerrem AKSU ve Aslıhan GÜRKAN'a verdikleri koşulsuz destek için içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez sürecimde gösterdikleri destek için sevgili Zehra KOÇ BAHAR ve sevgili Begüm SABANCI'ya müteşekkirim.

Yüksek lisans tez srecimle eş zamanlı olarak akademik kariyerime başladığım İstanbul Medipol Üniversitesi EĞitim Fakültesi'nde, başta değerli Dekanımız Prof. Dr. Servet BAYRAM, Bölüm Başkanımız Dr. ÖĞr. Üyesi Hüseyin KOCAMAN olmak üzere, bana hem akademik hem de kişisel gelişimim için alan açan ve desteklerini esirgemeyen tüm fakülte mensuplarına içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecimin başından beri karanlık düşüncelerimi dağıtan ve dar zamanlarımı ferahlatan değerli teyzem Gülşen ER PAÇACI ve eşi Muhammed PAÇACI'ya sundukları sonsuz destekleri için çok müteşekkirim.

En büyük teşekkürüm ise bu zorlu süreçte de desteğini hiç esirgemeyen aileme... Çocukluğumdan beri her hayalimi gerçekleştirmem için hiçbir fedakrlıktan kaçınmayan, 13 yaşımdan beri evimden uzakta sürdürdüğüm eğitim-Ğretim hayatımda dahi beni cesaretlendirmeye devam eden canım annem Gülhan GÖKÇE ve canım babam Mehmet GÖKÇE'ye sonsuz minnet borçluyum. Bu süreçte yeri geldiğinde en yakın arkadaşım, yeri geldiğinde en büyük destekçim olan biricik kardeşlerim Göksu ve Tuğçe'ye yürekten teşekkür ederim.

Son olarak, bu çalışmanın matematik eğitimi alanına mütevazı bir katkı sunmasını ve gelecek araştırmacılara ilham olmasını diliyorum. Çalışmama katılan geleceğin değerli öğretmenlerine ve bu yolculukta emeği geçen, adını sayamadığım herkese en içten teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, 2025.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	
ETİK SÖZÜ.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.2.Araştırmanın Amacı	6
1.3.Araştırmanın Önemi.....	6
1.4. Tanımlar	8

BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi.....	9
2.2. Matematik Eğitiminde Olasılık Kuramı	13
2.3. Olasılık Öğretimi.....	15
2.4. Olasılık Öğretiminde Teknoloji	16
2.5. İlgili Çalışmalar.....	19
2.5.1. Matematik Eğitiminde TPAB Kapsamındaki Çalışmalar	19
2.5.2. Olasılık Öğretimi ile Öğretmen ve Öğretmen Adaylarını İlişkilendiren Çalışmalar.....	25
2.5.3. Olasılık Öğretimi ile Teknolojiyi İlişkilendiren Çalışmalar.....	33

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli	40
3.2 Çalışma Grubu.....	40
3.2.1 Pilot Çalışma Grubu	41
3.2.2 Nihai Çalışma Grubu	43
3.3. Veri Toplama Aracının Hazırlanması	45
3.3.1. Alanyazın Taraması ve Ölçek İhtiyacının Belirlenmesi.....	46
3.3.2. Referans Alınan Ölçekler ve Özellikleri	46
3.4. Ölçek Geliştirme Süreci	48
3.4.1. Madde Havuzunun Oluşturulması.....	48
3.4.2. Uzman Değerlendirme ve İyileştirme Süreci	49
3.4.2.1. İlk Değerlendirme Aşaması	49
3.4.2.2. Panel Görüşmeleri ve Madde Havuzu Düzenlemesi	49
3.5. Son Değerlendirme ve Düzenlemeler	51
3.5.1. Dil Uzmanı İncelemesi	52
3.6. Verilerin Toplanması	52
3.6.1. Pilot Uygulama Verilerinin Toplanması	53
3.6.2. Nihai Uygulama Verilerinin Toplanması	53
3.7. Verilerin Analizi.....	53
3.7.1. Pilot Uygulama Verilerinin Analizi.....	54
3.7.2 Nihai Uygulama Verilerinin Analizi	55

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

4.1. TPAB-OÖ Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Bulguları.....	59
4.1.1. Pilot Uygulama Analiz Bulguları	59
4.1.1.2.Faktör Sayısının Belirlenmesi	60
4.2.2. İlk Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları	69
4.1.3. Ölçeğin Yapı Geçerliği ve Güvenirlik Analizleri.....	71

4.1.4. Doğrulamalı Faktör Analizi Sonuçları	73
4.1.5. Ölçme Değişmezliği Analizi Sonuçları	77
4.1.5.1. Örneklem Özellikleri ve Analiz Süreci	77
4.1.5.2. Configural (Yapısal) Değişmezlik Bulguları.....	77
4.1.5.3. Metric (Zayıf) Değişmezlik Bulguları	78
4.1.5.4. Scalar (Güçlü) ve Strict (Katı) Değişmezlik Bulguları	78
4.1.5.5. Teknik Uyarılar ve Model Tanımlama Sorunları	79
4.2. İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Olasılık Öğrenme Alanına Yönelik TPAB Öz-Yeterlilik Düzeylerine İlişkin Bulgular	80
4.3. Cinsiyete Göre TPAB Öz-yeterlilik Düzeylerindeki Farklılıklar.....	82

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç.....	85
5.2. Tartışma.....	87
5.2.1. Araştırmanın Ana Problemine İlişkin Tartışma	87
5.2.2. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Tartışma	89
5.2.3. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Tartışma.....	91
5.3. Sınırlılıklar	94
5.4. Öneriler	94
KAYNAKÇA	96
EKLER	112
EK. 1 TPAB-OÖ Ölçeği Son Hali	112
EK 2. Etik Kurul Kararı	116
EK. 3 Tüm Uzman Görüş Listesi	117
EK. 4 Madde-Toplam Korelasyonları	122
Ek 5. Yol Diyagramı	123

TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Verilerin Analiz Yöntemi ve Amacı.....	56
Tablo 2. TPAB-OÖ Ölçeğinin Faktör Yapısı, Açıklanan Varyans ve Güvenirlik Katsayıları.....	65
Tablo 3 TPAB-OÖ Ölçeğinin Faktörler Arası Korelasyon Matrisi	66
Tablo 4. İlk Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri.....	69
Tablo 5. Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri (Modifikasyon Öncesi ve Sonrası)	70
Tablo 6. TPAB-OÖ Ölçeğinin Faktörlerine Ait Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayıları	72
Tablo 7. TPAB-OÖ Ölçeğinin Faktörlerine Ait Omega (ω) Güvenirlik Katsayıları	72
Tablo 8. TPAB- OÖ Ölçeğinin Faktör Yapısı ve Madde Sayıları	73
Tablo 9. Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri ve Uyum Düzeyleri.....	75
Tablo 10. Güvenirlik Analizi Sonuçları	76
Tablo 11. Ölçme Değişmezliği Analizi Model Karşılaştırma Sonuçları	79
Tablo 12. İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Olasılık Öğrenme Alanına Yönelik TPAB Öz-Yeterlilik Düzeylerine İlişkin Betimsel İstatistikler	81
Tablo 13. Normallik Testi Sonuçları.....	82
Tablo 14. Mann-Whitney U testi sonuçları ve betimsel istatistikler.....	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Koehler ve Mishra (2008); Koehler, Mishra ve Cain, (2013)'e göre TPAB kavramsal modeli ve tanımları.....	9
Şekil 2. “Chance-Maker” ve “Probability Explorer” Oyunlarına Ait Görsel Kesitler (Pratt, 2005; Stohl, 2001).....	18
Şekil 3. Pilot Çalışma Grubunun Bölgesel Dağılımı (n= 465).....	42
Şekil 4. Cinsiyet Dağılımına Ait Çubuk Grafiği	42
Şekil 5. Nihai Çalışma Grubuna Ait Bölgesel Dağılımı (n=446).....	44
Şekil 6. Nihai Çalışma Grubunun Bölgelere Göre Cinsiyet Dağılımı.....	45
Şekil 7. Ölçek Geliştirme Sürecinde İzlenen Adımların Şematik Açıklaması	45
Şekil 8. Çalışma Süreci Akış Şeması.....	58
Şekil 9. Yamaç Birikinti Grafiği ile Özdeğerlerin Görselleştirilmesi	61
Şekil 10. Faktörlerin Ağ Yapısı ve Değişkenlerin Gruplandırılması	63
Şekil 11. Çok Değişkenli Normallliği Değerlendirmek İçin Ki-Kare Q-Q Grafiği	67
Şekil 12. TPAB- OÖ Ölçeğinin Yedi Faktörlü Yapısına İlişkin Yol Diyagramı	74

KISALTMALAR LİSTESİ

AB:	Alan Bilgisi
BDÖ:	Bilgisayar Destekli Öğretim
BLAST:	Bring Learning and Standards Together (Öğrenme ve Standartları Bir Araya Getirme)
CBMS:	Conference Board of the Mathematical Sciences (Matematik Bilimleri Konferans Kurulu)
EBA:	Eğitim Bilişim Ağı
FATİH:	Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi
ISTE:	International Society for Technology in Education (Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu)
LOCUS:	Levels of Conceptual Understanding in Statistics Evaluation (İstatistikte Kavramsal Anlayış Düzeyleri Değerlendirmesi)
MEB:	Millî Eğitim Bakanlığı
MÖDA:	Mikro Öğretim Ders Araştırması
NCTM:	National Council of Teachers of Mathematics (Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi)
PAB:	Alan Pedagojik Bilgisi
PB:	Pedagojik Bilgi
SETS:	Self-Efficacy to Teach Statistics (İstatistik Öğretme Öz-Yeterliği)
TAB:	Alan Teknolojik Bilgisi
TB:	Teknolojik Bilgi
TED:	Türk Eğitim Derneği
TEÖY:	Teknolojiyi Entegre Etme Öz-Yeterlikleri
TPAB:	Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi
TPAB-OÖ:	Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi - Olasılık Öz-yeterlilik
TPACK:	Technological Pedagogical Content Knowledge
TPACK-PS:	Technological Pedagogical Content Knowledge – Probability Self-Efficacy (TPAB Olasılık Öz-Yeterliliği)
TPB:	Teknolojik Pedagojik Bilgi
TYÇ:	Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi
UEYT:	Uzaktan Eğitime Yönelik Tutum

BÖLÜM I

GİRİŞ

Belirsizlik ve rastlantısallık, yüzyıllar boyunca doğüstü olayların merceğinden yorumlanmıştır. Gökyüzündeki olaylar, beklenmedik durumlar ve talih gibi kavramlar, uzun bir süre boyunca çözölemeyen gizemler olarak kabul edilmiştir. Mistik açıklamalardan matematiksel anlayışa geçiş, derin bir entelektöel dönüşümü gösterir. Tüm olayları kesin olarak öngörmek eşyanın hakikatine ters olsa da Gerolamo Cardano'nun şans oyunlarında kazanma olasılıklarını matematiksel olarak hesaplama girişimleri, olasılık kuramının temellerini atmıştır (Tijms, 2017). Dolayısıyla çığır açan bu girişim, şanslı hesaplama yoluyla ele alarak deterministik dünya görüşüne temelden meydan okuyacak kritik bir dönüm noktası oluşturmuştur. Çünkü her olayın bir önceki olayın zorunlu sonucu olduğunu ileri süren deterministik düşüncenin sınırlılıkları fark edilmiş ve stokastik düşünmenin matematiksel temelleri atılmaya başlanmıştır (Cawburn, 2008). Stokastik yaklaşım, istatistik ve olasılık teorileri çerçevesinde belirsiz ve rastgele olayların iç dinamiklerini modellemeyi amaçlar (Davis ve Hersh, 1986). Dolayısıyla olasılık kuramı, deterministik dünyanın sınırlarını aşmamıza ve stokastik bir perspektif geliştirmemize imkân sunar.

Olasılık teorisinin ortaya çıkışı, matematiksel bir yenilikten daha fazlasını, bilimsel akıl yürütmede radikal bir dönüşümü temsil eder (Hacking, 2006). Olasılık kuramının temel ilkelerinin inşa edilmesiyle beraber, belirsizliğı anlama çabaları daha sistematik bir hal almış ve zamanla birçok alanda uygulama bulmuştur. 17. ve 18.yüzyılda olasılık teorisi kumar oyunları, hukuk, veri analizi, tümevarımsal çıkarımlar ve sigorta gibi alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. 19. yüzyılda sosyal ve doğa bilimleri gibi geniş bir yelpazede kullanılırken, 20. yüzyılda tarım, anketler, tıbbi testler ve spor olmak üzere pek çok alana entegre olarak modern bilim ve toplumda önemli bir bileşen olmuştur (Gigerenzer, Swijtink, Porter, Daston, Beatty ve Krüger, 1989).

Olasılık kuramı, insanlığın modern dünyadaki belirsizlik ve risklerle başa çıkma ihtiyacına cevap verir (Batanero ve Álvarez-Arroyo, 2024). Günlük yaşam içindeki rolü, çeşitli disiplinlerdeki araçsal yönü, birçok meslekte gerekli görülen stokastik bilginin içeriğinde olması ve karar vermede olasılıksal düşünme olarak rol alması; olasılığın öğretim sürecine dahil edilmesini gerekli kılmaktadır (Jones, 2005). Dolayısıyla olasılık konusunun dahil edildiği öğretim programlarının başarısı, öğretmenlerin olasılık konusunun öğrenciler için önemli bir konu olduğuna onları ikna edebilmesine ve öğretmenlerin doğru hazırlığına bağlı olacaktır (Contreras, Batanero, Diaz ve Fernandes, 2011). Bu bağlamda, öğretmenlerin öz-yeterlilik inançları önemli bir rol oynamaktadır.

Öz-yeterlilik, kişinin olası durumları yönetmeye yönelik gerekli planları tasarlama ve yürütme yeteneklerine olan inancı olarak tanımlanmaktadır (Bandura, 1995). Bu perspektiften bakıldığında, insanların öz-yeterlilik yargılarının; onların seçimleri ve engeller karşısında gösterdikleri azim üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Pajares, 1997). Bu noktada "yeterlilik inançları", "yeterlilik yargıları" ve "yeterlilik algıları" gibi terimlerin de Bandura'nın tanımına uygun olduğu belirtilmektedir (Bandura, 1980; Klassen, Usher ve Bong, 2010). Öz-yeterliliği belirlemeye yönelik yapılan ölçümlerin, insanların kişisel yeterlilik duygusunun örüntüsünü ve genellik derecesini ortaya koyduğu söylenebilir (Bandura, 2006). Bong ve Skaalvik (2003) öz-yeterliliğin; duygu, motivasyon ve performansı belli bir derecede öngörmeyi hedeflediğine işaret etmiştir. Pajares (2002), gerekli bilgi ve beceriye sahip olunmadığında sadece güven veya kendini takdir etmenin başarıyı sağlamayacağını ifade etmiştir. Buna karşın, kişinin öz-yeterlilik yargısının, bir alanda başarılı olup olmayacağını önceki ürünler ve başarılarından daha iyi bir yordayıcı olduğunu vurgular (Pajares, 2002).

Öğretmenlerde de öz-yeterlilik algısının; öğretmenlik mesleğine devamlılıklarını, heveslerini, aidiyetlerini ve öğretime yönelik aksiyonlarını etkilemesinin yanı sıra öğrencilerinin de başarılarına, motivasyonlarına ve öz-yeterliliklerine yansıdığı görülmektedir (Tschannen-Moran ve Woolfolk-Hoy, 2001). Özellikle matematik eğitiminde başarıdaki kilit rolü göz önüne alınırsa, öğretmenlerin öz-yeterliliklerinin, öğretimsel etkinliklerde kritik bir öneme sahip olduğu söylenebilir (Battista, 1994; Enon, 1995). Dolayısıyla öğretmenlerin öz-yeterliliklerinin, gerek kendi mesleki gelişimleri gerek öğrencilerin öğrenme süreçleri üzerinde çok boyutlu bir etkiye sahip olduğu açıktır.

21.yüzyıl tüm geleneksel bağlamları ve meslekleri değişime yönelttiği gibi öğretmenlik mesleği de bu değişim rüzgarından etkilenmektedir (Özcan, 2011). Bu

dönüşüm sürecinde Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]), okul matematiği için şu vizyonu ortaya koymaktadır:

- Teknoloji, öğrenme ortamının temel bir bileşeni olmalıdır.
- Öğrencilerin bireysel ya da grup halinde teknolojiye erişimi sağlanmalıdır.
- Öğrenciler, öğretmenlerinin yetkin rehberliğinde, üretken ve meta-bilişsel düşünme ile matematik yaptığı süreçlere katılmalıdır (NCTM, 2000).

Yaşadığımız çağda modern insan; eleştirel ve sorgulayıcı bir düşünür, daimî bir öğrenci, teknolojiye yetkin ve toplumsal olaylara sağduyulu bir birey olarak tasvir edilmektedir (Özcan, 2011). Bu tasvir de aslında değişen eğitim ve öğretmen eğitimi anlayışının yeni haritası hakkında bizlere ipucu sunmaktadır. Nitekim Türk Eğitim Sistemi'nin Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) belirlenen bilim ve teknoloji, matematik ve dijital alanlarda yetkinlik gibi kriterlerin, günümüzün oluşturduğu bu ihtiyaçlara karşılık ulaşılması hedeflenen ideallerden olduğu görülmektedir (TYÇ, 2015). Özellikle son yıllarda teknoloji ve bilimde hızla artan yenilikler, bireylerde ve hatta toplumlarda yeni gereksinimler ortaya çıkarmış, bu durum eğitim-öğretim sürecinde mevcut öğretim yöntem ve tekniklerin değişimi ve gelişimini gerekli kılmıştır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

Koehler, Mishra ve Cain (2013), sosyal ve kurumsal bağlamların öğretmenlerin teknolojiyi öğretim süreçlerine entegre etme çabalarını desteklemediğini ileri sürmesine karşın, ülkemizde bu entegrasyon sürecinde uzun yıllardır katkı ve teşviklerin olduğu görülmektedir. Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) ve Eğitim Bilişim Ağı (EBA) gibi inovatif girişimler eğitimde teknolojik bağlamların oluşturularak öğretmenlere bu konudaki desteğe örnek olarak verilebilir. Bu noktada öğrencilere fiziki ve teknolojik açıdan bir okul ortamı sağlanması için paydaşların aktif bir rol aldığı görülmektedir. Bununla beraber bu koşullar, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal gelişimlerini sağlamada gerekli fakat yeterli değildir. Bu gelişimlerin tam anlamıyla sağlanabilmesi için, mesleki olarak yetkin ve kaynakların kullanımına hâkim bir öğretmenin gerekliliğine işaret edilmektedir (TED, 2009). Nitekim Carr (1998), teknolojinin sınıf ortamına girmesinin tek başına bir değişim başlatmayacağını, eğitim sürecini değiştirme potansiyelinin öğretmenlerin teknolojiyi kullanma şekli olduğuna işaret etmektedir. Özellikle öğretmenlerin teknolojiye dair öz-yeterlilikleri ve bu konuda yeterli eğitim almış olmaları FATİH projesinin başarısı için kritik bir role sahiptir

(Kayaduman, Sırakaya ve Seferoğlu, 2011). Projenin değerlendirilmesine yönelik bir raporda öğretmenlerin teknolojik yeterliliklerinin gelişiminin ve gelişimlerine yönelik desteğin az olmasının, FATİH projesinin beklenen sonuçları vermemesinde kilit bir rol oynadığı bildirilmiştir (Ekici ve Yılmaz, 2013)

Dolayısıyla yukarıda yer verilen NCTM (2000) ve MEB (2018)'de işaret edilen vizyonların gerçekleşmesinde kolektif aktörlerden birinin öğretmenler olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra Shaughnessy (1993), NCTM'in iddialı standart önerilerinin nihai sonuçlarının öğretmenlere bağlı olduğuna işaret etmektedir. Çağımızın gerektirdiği bir beceri olarak, öğrencileri birer başarılı dijital okur-yazar olmalarına rehberlik edecek olan öğretmenlerin teknoloji alanındaki yetkinliklerinin önemli olduğu görülmektedir (Akkoç ve Yeşildere-İmre, 2015; Önal, 2016). Nitekim öğretmenler için eğitim ortamlarında teknolojinin uygulanmasına yönelik standartları belirleyen Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu [The International Society for Technology in Education (ISTE, 2008)]'nın öğretmenlerin teknolojiyi eğitim sürecinin her adımına entegre etmesi gerektiğini vurguladığı görülmektedir. Bu kriter de Shulman (1986, 1987)'ın Pedagojik Alan Bilgisi kuramı üzerine yapılandırılan Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) kuramı ile paralellik göstermektedir. Mishra ve Koehler'in (2006), öğrenme ortamlarının üç bileşeni olan içerik, teknoloji ve pedagoji kavramlarının birbirleriyle kurdukları karmaşık etkileşimi ve bağlamdaki rollerini vurgulayarak geliştirdikleri TPAB kuramı böylece literatürde yerini almıştır.

Matematik öğretim süreci, teknolojinin bağlama katılmasının yanı sıra, matematiksel kavramların epistemolojik açıdan içsel bir dönüşüm süreci geçirmesinden de etkilenmektedir. Bunlardan biri olan olasılık kavramı tarih boyunca farklı anlamlar kazanmış ve mevcut anlayışların da hala sürekli olarak değerlendirildiği ve sınırlarının sorgulandığı görülmektedir (Batanero, 2020; Lahanier-Reuter, 1999). Rastlantısallığın her yerde olması, öğrencilerin belirsizlikle karşılaştıkları durumlarda uygun karar vermeleri adına, rastgeleliği anlamaları gerekmektedir (Batanero, 2020). Ayrıca dünyanın odağının; veri, şans ve belirsizliğe kaymış olduğu göz önüne alınırsa bu veri sirkülasyonunu uzmanca yönetebilmek önemli bir beceri olarak karşımıza çıkmaktadır (Sriraman vd., 2020). Böylece olasılık, ilköğretimden üniversite seviyesine kadar uzanan eğitim süreçlerine dahil edilerek öğretim programlarına kabul edilmiştir (Batanero, 2020).

Matematiğin belirsizlikle ilgilenen özgün bir bölümü olan olasılık konusunun öğretim sürecine dair yapılan araştırmalar, bu süreci daha iyi tanımlamak ve olasılıksal düşünmede yaşanan güçlükleri anlamak amacıyla yapılmaktadır (Batanero ve Álvarez-Arroyo, 2024). Bu araştırmalar, yalnızca öğrencilerin olasılıksal düşünmede yaşadığı zorlukları değil, aynı zamanda bu konuyu öğreten öğretmenler ile tıp doktorları ve avukatlar gibi diğer profesyonellerin de hem temel hem de karmaşık olasılıksal düşünme konusunda zorlandığını ortaya koymaktadır (Sriraman ve Chernoff, 2020). Peki, bu yaygın olarak görülen zorlukların üstesinden nasıl gelinebilir? Bu sorunun cevabı etkili bir olasılık öğretimi süreci oluşturmakta yatmaktadır.

Nitelikli bir olasılık öğretimi süreci, öğretmenin yeterli olarak hazırlanmasını gerektirmektedir (Batanero ve Álvarez-Arroyo, 2024). Bununla beraber teknolojinin deneysel olasılık, teorik olasılık gibi kavramların öğretiminde etkili bir önadım olduğuna işaret edilmektedir (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2019). Dolayısıyla teknolojinin simülasyon özelliği gibi kolaylaştırıcı ve güçlendirici birçok yanının süreçte gözetilmesi, öğretmenlere önemli bir destek sunabilir. Olasılık öğretimi sürecinde teknolojinin entegre edilmesi, öğretmenlerin olasılığa yönelik inançlarını etkileyebilir. Bu nedenle, öğretmenlerin olasılık konusuna dair inançlarına yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Batanero ve Álvarez-Arroyo, 2024; Guíñez Vásquez, Brito ve Mártinez, 2021).

Tüm bu bilgileri dikkate alarak Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi kuramı perspektifinde bakılırsa teknolojinin başarılı bir şekilde öğretim sürecine entegre edilmesinde önemli faktörlerden birinin de öğretmenlerin TPAB'i oluşturan öğelerde öz-yeterlilik algılarının olduğu görülmektedir. Dolayısıyla geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının olasılık öğretiminde teknolojik pedagojik alan bilgilerine yönelik öz-yeterliliklerinin belirlenmesi, öğretmen adaylarının bu konuda kendilerine yönelik yargıları hakkında bilgi verecektir.

Bu doğrultuda, araştırmanın problem cümlesi şu şekilde ifade edilebilir:

“İlköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına yönelik teknolojik pedagojik alan bilgilerine dair öz-yeterlilik düzeyleri nedir?”

Bu ana problem, öğretmen adaylarının öz-yeterlilik düzeylerini belirlemeyi ve bu düzeylerin cinsiyet değişkenine göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemeyi amaçlamaktadır. Ana probleme ilişkin alt problemler ise şu şekilde sıralanmıştır:

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına ilişkin TPAB öz-yeterliliklerini ölçen bir ölçme aracı, gerekli geçerlik ve güvenilirlik koşullarını sağlayarak geliştirilebilir mi?
 - Bu alt problem, ana problemin yanıtlanabilmesi için gerekli olan geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirilmesi ihtiyacını kapsamaktadır.
2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına ilişkin TPAB öz-yeterlilik düzeyleri cinsiyete göre farklılaşmakta mıdır?

1.2.Araştırmanın Amacı

Bu araştırma, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık konusundaki Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) öz-yeterliliklerini incelemek için geçerli-güvenilir bir ölçme aracı geliştirmeyi hedeflemektedir.

1.3.Araştırmanın Önemi

TPAB araştırmalarına bakıldığında; konuya özgü TPAB çalışmalarının, genel TPAB çalışmalarına nispeten azlığı dikkat çekmektedir (Taşar ve Yılmaz Ergül, 2023). Çalışmaların dağılımı incelendiğinde, öğretmenlerin genel TPAB bilgilerini öz-bildirim yoluyla incelenmeye odaklanıldığı görülmektedir (Willermark, 2017; Wu, 2013). Oysaki TPAB kuramı, konuya özgü bir yaklaşım sunmakta, genel bir versiyonu bulunmamaktadır (McCrory, 2008). Bu nedenle matematik eğitimi bağlamında öğrenme alanlarına yönelik TPAB çalışmalarının gereksinimine işaret edilebilir. Nitekim teknolojinin günümüzdeki merkezi konumu, bizlere eğitimdeki rolünü sorgulatmaktadır. Bu noktada teknolojinin eğitim-öğretim hedeflerinde destekleyici bir rolü olduğu görülmektedir (MEB, 2018; NCTM, 2000). Dolayısıyla öğretmenlerin bu konudaki öz-yeterlilik yargıları da bu süreci etkileyebilir.

Alanyazında TPAB'e yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğretmenlerin ve/veya öğretmen adaylarının geometri (Abunda, 2020; Açıkgül, 2017; Listiawan, As'ari ve Muksar, 2018), türev (Akkaya, 2009; Ergene, 2011; Şahin, 2020), integral (Duman, 2020), fonksiyon (İnce, 2020), istatistik (Kurt, 2016) ve trigonometri (Avcar Karaman,

2023) konularına ilişkin TPAB'lerinin incelendiği görülmektedir. Bazı çalışmalarda ise birden fazla matematik öğrenme alanına yönelik TPAB incelemeleri yapılmıştır (Bonafini, Lee, Aydemir Engin ve Leaban, 2023; Meng ve Sam, 2013; González ve Arnal-Bailera, 2021).

Konulara ilişkin özel TPAB'lerinin dışında, matematik eğitimi bağlamında bazı araştırmacılar genel TPAB kavramsal çerçevesini incelemiş (Bueno, Niess, Aydemir Engin ve Leaban, 2023; Gökoğlu Uçar, 2022), bazıları ise öğretmenlerin ve/veya öğretmen adaylarının genel TPAB'lerinin matematik öğretme kaygılarıyla, düşünme stilleriyle ve teknolojiyi sürece entegre etme öz-yeterlilikleriyle ilişkisini araştırmıştır (Canbolat, 2011; Karataş, 2014; Reisoğlu, 2019; Türkyılmaz, 2018). Fakat olasılık konusuna dair öğretmenlerin TPAB öz-yeterlilik düzeylerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla beraber bu çalışmada TPAB kuramının olasılık konusuna yönelik öz-yeterliliklerinin incelenmesinin nedenlerinden biri olarak, olasılık konusunda öğretmen adaylarının öz-bildirimleri hakkında bir dönüte olan ihtiyaca işaret edilebilir (Shaughnessy, 1992; Watson, 2001). Nitekim olasılık ve istatistik öğrenme alanlarını kapsayan stokastik konusunun, üzerinde çok az araştırma yapılan ve öğretmen adaylarının mesleki gelişim ihtiyaçlarına ilişkin karar alınırken yardımcı olabilecek çalışma alanlarından biri olabileceği düşünülmektedir (Shaughnessy, 1992; Watson, 2001). Bu araştırma kapsamında geliştirilen Olasılık-TPAB öz-yeterlilik ölçeği (TPAB-OÖ), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonuna yönelik yeterliliklerinin belirlenmesinde özgün bir katkı sunmaktadır. Geliştirilen ölçek aracılığıyla elde edilecek bulguların, öğretmen eğitimi programlarında teknolojinin entegre olduğu olasılık eğitimi uygulamalarına yönelik farkındalık oluşturulmasına ve Olasılık-TPAB alanında yapılacak gelecek çalışmalara metodolojik bir zemin sağlaması öngörülmektedir.

1.4. Tanımlar

Alan Bilgisi: Matematik alan bilgisi, matematiğin doğası ve öğretmenlerin sahip oldukları matematik bilgisinin zihinsel organizasyonundan oluşmakta; konuyu bilmek ve onu kullanabilmek öğretim sürecinin merkezinde yer almaktadır (Ball, 2000; Fennema ve Franke, 1992).

Pedagoji Bilgisi: Pedagojik bilgi, sınıf yönetimi ve sınıf içi organizasyonu kapsayan, zengin ilke ve stratejilerin referans alındığı bir bilgi türüdür (Shulman, 1987).

Manipülatif Materyal: Öğrencilerin matematik bağlamında soyut kavramları somut hale getirerek anlamalarını kolaylaştıran, fiziksel ve etkileşimli araçlardır (Abramovich, Grinshpan ve Milligan, 2019)

Teknoloji Bilgisi: Teknoloji bilgisi, bir kişinin bilgi teknolojisini kullanarak çeşitli görevleri yerine getirmesidir (Koehler ve Mishra, 2008)

Teknolojik Alan Bilgisi: Teknolojik alan bilgisi, öğretmenlerin belirli bir konu için hangi teknolojilerin en uygun olduğunu ve teknolojinin, içeriği nasıl etkileyip değiştirebileceğinin bilgisidir (Koehler ve Mishra, 2008).

Pedagojik Alan Bilgisi: Öğretmenlerin alan ve pedagojik bilgilerini kazanımlarla nasıl ilişkilendirdikleri ve öğrencilerin bireysel ilgi ve yeteneklerine nasıl hitap ettiğini anlamalarını ifade eder (Ball, 2000; Shulman, 1987).

Teknolojik Pedagojik Bilgi: Teknolojinin salt öğretim desteği olarak görülmediği, öğrenme süreçlerini güçlendirmek için yenilikçi bir şekilde kullanma yetkinliğidir (Koehler, Mishra ve Cain, 2013).

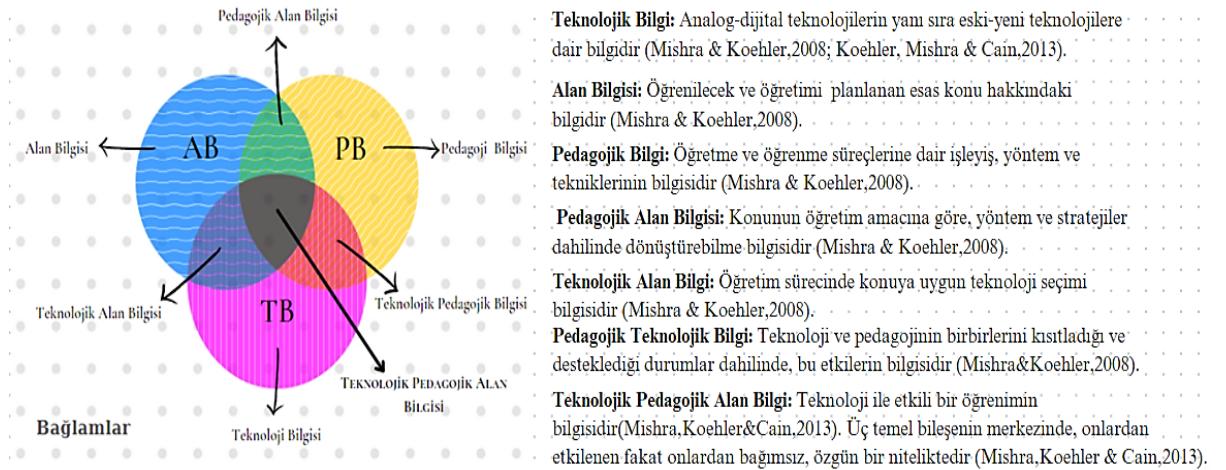
Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi: Öğretmenlerin içeriğe uygun pedagojik yöntemler ve teknolojileri kullanarak öğretim sürecinde üç temel bileşen arasındaki karmaşık etkileşim hakkında sezgisel bir anlayışı ifade eder (Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler ve Shin, 2009).

BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi

Öğretmenlik bilgisi yekpare bir bütün olarak görülmemekte (Fennema ve Franke, 1992), birçok uzmanlık bilgisinin bileşimi olarak, durumlara ve ortamlara göre yeniden tanımlanabilen, yapılandırılmamış bir disiplin türüdür (Mishra, Spiro ve Feltovich, 1996; Spiro ve Jehng, 1990, akt.: Koehler, Mishra ve Cain, 2013). Öğretmenlik bilgisi, çağın gerektirdiği teknolojinin eğitime entegre edilme ihtiyacıyla Shulman'ın (1986) Pedagojik Alan Bilgisi kuramı üzerine inşa edilen TPAB çerçevesi (Mishra ve Koehler, 2006)'ne göre Teknoloji Bilgisi, Pedagoji Bilgisi ve Alan Bilgisi şeklinde üç temel bileşenden oluştuğu görülmektedir. Mishra ve Koehler (2006)'in temsiline göre bu kuram Şekil 1'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 1. Koehler ve Mishra (2008); Koehler, Mishra ve Cain, (2013)'e göre TPAB kavramsal modeli ve tanımları

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi'nin; alan, pedagoji ve teknoloji olmak üzere bu üç temel bileşenin etkileşimi, birbirlerine sağladıkları olanakları ve birbirlerini kısıtladıkları durumları inceleyen bir çerçeve olduğu görülmektedir (Koehler ve Mishra, 2005; Koehler, Mishra, Yahya ve Yadav, 2004). Bağlamlar olarak tanımlanan zemin kısmı, bu üç temel bileşenin belirli bir öğrenme ve öğretme hedefli ortamlarda var olduğunu vurgulamaktadır (Hunter, 2015).

Öğretmenlik bilgisini, TPAB'de alan, pedagoji ve teknoloji bilgisi kavramlarının kompleks bir ilişki ağı olarak kuramsallaştırılmasının, bu öğelerin sadece birine odaklanmak yerine öğelerin birbirleriyle olan etkileşimlerini görmemize de yardımcı olacağı düşünülmektedir (Koehler ve Mishra, 2005). TPAB, disiplinler sınırları gözetmeden, olduğu üç temel öğeyi öğretim sürecinin her adımında bir araya getirir (Koehler ve Mishra, 2005). Nitekim öğretim sürecinde karşılaşılan problemlere çözüm arayan öğretmen, bu temel bileşenler arasında basit bir sebep sonuç ilişkisine işaret edecek katı kurallar yerine TPAB ile karmaşık ve çok boyutlu ilişki ağları sayesinde problemlere birden fazla çözüm yolu getirebilir (Koehler ve Mishra, 2008; Mishra vd., 1996). TPAB; öğretmen, öğrenci ve alan bilgisi arasında ilişkiler kuran çalışmalardan etkilenen ve yapılanmaya devam eden teorik bir çerçevedir (Taşar ve Yılmaz Ergül, 2023).

Günümüzün gereksinimlerine bir cevap olarak Mishra ve Koehler (2006) tarafından yeniden yapılandırılıp teknolojinin Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) kuramsal çerçevesine entegre edilmesiyle Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) olarak güncelde yeni ve kendine has bir kimlik kazanmıştır. TPAB kuramına göre teknoloji tanımı, dijital teknolojiler olarak bilinen elektronik araçların yanı sıra analog teknolojileri de kapsayan bir terimdir (Koehler vd., 2013). Koehler vd.(2013), Geleneksel Pedagojik Teknolojileri;

- Kendine has bir işlevi olmasından dolayı özgün,
- Zaman içinde çarpıcı bir değişim yaşamamalarından dolayı istikrarlı,
- İşleyişlerinin basit olması ve işlevleriyle doğrudan ilişkili olması bakımından şeffaf olarak tanımlamaktadır.

Modern Pedagojik Teknolojileri ise;

- Birçok farklı amaçla kullanılabilir olduklarından özgün olmadıkları,
- Kararsız ve hızla değişmeye eğilimli oldukları,

- İç işleyişleri kullanıcılardan gizli olduğu için opak oldukları şeklinde nitelendirmişlerdir (Koehler vd., 2013).

Bu tanımlara göre, kara tahta ve taşınabilir dijital bir cihaz, teknoloji kapsamında ortak bir paydada buluşmalarına karşın, kara tahta dahil olmak üzere analog teknolojilerin zamanla sıradanlaşması onların “teknoloji” olarak görülmemesine neden olmaktadır (Koehler vd., 2013). Nitekim dijital teknolojilerin inovatif potansiyellerinden dolayı daha yeni ve dolayısıyla daha “teknolojik” olmalarına rağmen hiçbir zaman stabil olmamaları ve iç işleyişlerinin kullanıcılara kapalı olması gibi nedenlerle öğretmenlere yeni zorluklar sunabildiği de görülmektedir (Koehler vd., 2013). Bu noktada *Teknoloji Bilgisi*, bireyin geleneksel pedagojik teknolojiler gibi standart teknolojilerin yanı sıra modern pedagojik teknolojiler gibi ileri düzey teknolojilerdeki yetkinliği olarak tanımlanmaktadır. Bu yetkinliğin gelişmeye açık olduğu vurgusu, teknolojinin de gelişmeye devam ettiğinden kaynaklanmaktadır (Koehler vd., 2013).

Öğretmenlerin yalnızca teknoloji bilgisine sahip olmalarının önemli olduğu kabul edilmekle birlikte, bu bilginin eğitim bağlamında ele alınmasının öğretim sürecine katkıda bulunacağı vurgulanmakta, bu da kuramın *teknolojik pedagoji bilgisi* ögesine işaret etmektedir (Koehler ve Mishra, 2005). Nitekim öğretmen eğitiminde de teknolojik altyapının teknik boyutun ötesinde, bu altyapıyı etkin bir şekilde öğretim sürecine dahil etmek için gerekli pedagojik bilgi ve becerilerle entegrasyonunun önemine dikkat çekilmektedir (Akköç ve İmre-Yeşildere 2015). Bunlarla beraber dijital tabanlı eğitim bağlamının öğrencilerin dokümanlara erişimi ve tekrar gözden geçirebilme ve sınıf arkadaşlarıyla iletişim bağlamı oluşturulması açısından da yarar sağladığı görülmektedir (Özerbaş ve Has-Erdoğan, 2016).

Mishra ve Koehler (2006), öğretmenlerin sadece öğrettikleri konuyu değil aynı zamanda konunun teknoloji bağlamında nasıl değişebileceğini de bilmesi gerektiğine işaret etmekte, bu da *Teknolojik Alan Bilgisi* olarak açıklanmaktadır. Nitekim Özerbaş ve Has Erdoğan (2016), teknolojik araçların kullanımının soyut matematik konularını somutlaştırmasına dikkat çekmiştir. Mishra ve Koehler (2006), teknolojinin ilgili matematik konusunun daha önce olmayan yeni temsillere yol açabileceğine işaret etmektedir.

Alan Bilgisi, öğretmenlerin öğrenciler için etkili görevler ve etkinlikler seçebilmeleri, öğrencileri değerlendirirken geniş bir perspektiften bakabilmeleri için

matematiksel kavramlara ve süreçlerine hâkimiyetleri olarak tanımlanabilir (Ball, 1988). Öğretmenlerin içerik bilgisi, nitel olarak incelendiğinde esneklik ve derinlik; nicel olarak incelendiğinde ise öğretmenlerin sahip olması gereken ders ve konuların listesi yapılarak ele alınmaktadır (Ball, 1988). Bununla beraber *Pedagojik Alan Bilgisi* bir öğretmenin nasıl öğreteceğine dair bilgisi veya bir matematikçinin matematik bilgisi olarak değil, öğretilecek matematik konusunun doğasına uygun yöntem ve teknikleri seçebilme yetkinliği olarak tanımlanmaktadır (Koehler, Mishra ve Cain, 2013). Shulman (1986), matematiğin öğretim bilgisi olarak pedagojik alan bilgisi bileşeni, fikirlerin en faydalı temsili, onları karşılayabilecek analogileri, örnekleri; genel olarak konuyu, öğrenciler için anlaşılır kılan yöntem ve tekniklerle formüle etme hakimiyeti olarak tanımlamaktadır. Aynı zamanda, içeriğe uygun yöntemlerin seçimi ve içeriğin de öğretim için nasıl düzenlenebileceğinin bilgisi, pedagojik alan bilgisine dahildir (Hunter, 2015).

Nihayetinde teknolojik pedagojik bilgi olsun, pedagojik alan bilgisi olsun TPAB’de içerik ve teknoloji temel bileşenlerinin pedagoji ile ürettikleri bu yeni sentezlerinde *Pedagoji* bileşeninin rolü görülmektedir. Bir öğretmenin pedagojik bilgisini, amaca yönelik yöntem ve teknik seçimi ve öğrenci öğrenmesine odaklı olması tanımlar (Feiman-Nemser ve Buchmann, 1985; Harris, Mishra ve Koehler, 2009). Bir başka ifadeyle pedagojik bilgi, öğretmenin salt kendi düşündüğü ve zorlandığı noktaları değil, öğrenci perspektifiyle bakmasını ve öğrencinin neyi zor bulacağını öngörebilmesini karşılamaktadır (Highet, 1950). Dolayısıyla pedagojik bilgi; bilişsel, sosyal ve gelişimsel öğrenme teorilerini ve bunları öğretim sürecinde göz önünde bulundurmaya gerektirmektedir (Harris, Mishra ve Koehler, 2009).

TPAB kuramının genel amacı, öğretmenlerin öğretim sürecini etkili kılmak için teknolojiyi eğitime başarılı bir şekilde entegre etmelerini sağlamaktır (Taşar ve Yılmaz-Ergül, 2023). Nihayetinde büyük resme bakıldığında, teknolojinin sınıfa entegre sürecindeki çok boyutluluk dikkate alınırsa TPAB öğretmenler için bir rehber niteliğindedir (Taşar ve Yılmaz-Ergül, 2023). Dolayısıyla geleceğin öğretmenleri olan aday öğretmenlerinin de TPAB öz-yeterlilik düzeylerinin ileri seviye olması, eğitimde hedeflenen inovasyonların gerçekleşmesinde bir ivme etkisi oluşturacaktır (Canbazoğlu-Bilici, 2012).

2.2. Matematik Eğitiminde Olasılık Kuramı

Hacking'in 20.yüzyılın ilk yarısındaki felsefi bir başarı öyküsü olarak tanımladığı olasılık kuramı (1990), her ne kadar temelleri 16.yüzyılda, bahislerin kazanan kombinasyonların sonucu olduğuna işaret eden Gerolamo Cardano tarafından atılmış olsa da, kurama dair ilk ciddi adımlar Pascal ve Fermat'ın sonraları "*Traité du Triangle Arithmetique*" adlı esere dönüşecek olan yazışmalarında atılmıştır (Batanero, Henry ve Parzys, 2005). Nihayetinde olasılık kuramı; bilimde, felsefede ve günlük hayattaki eylemlerimizde önemli ağırlığı olan bir matematik dalı haline gelmiştir (Fischbein, 1975).

Okul matematiğinin amaçlarından biri, olasılığın da bir parçası olduğu matematiğin kültürel mirasını gelecek nesillere aktarmaktır (Greer ve Mukhopadhyay, 2005). Olasılık kuramı genç bir disiplin olması nedeniyle diğer öğrenme alanlarına göre matematik öğretim programlarına girmesi daha geç olmuştur (Çanakçı ve Köklü, 2023; Jones, 2005). 1960'lı yıllarda ülkemizin ortaöğretim programlarına dahil edilmiş olsa da, uzun süre ciddi bir odak noktası olmadığı düşünülmektedir (Çanakçı ve Köklü, 2023; Bulut, 2001). 2005'te öğretim programında en kapsamlı hale gelmiş fakat 2005'ten sonra kapsamı yine azaltılmıştır (Çanakçı ve Köklü, 2023). Ama genel olarak bakıldığında, olasılık hem matematik öğretiminde ana öğrenme alanlarından birisi olmuş hem de ilkokuldan yükseköğretime devam edecek şekilde öğretimi süreç boyunca yayılmıştır (Jones, 2005). Diğer öğrenme alanlarındaki deterministik yapıya kıyasen şans, rastgelelik ve belirsizlik gibi temel kavramlar üzerine inşa edilen olasılık kuramı; yalnızca matematikte değil medyada, meteorolojide, ekonomik tahminlerde, oyun ve müsabakalarda karşımıza çıkmaktadır (Çanakçı ve Köklü, 2023; Gal, 2005; Hacking, 1990; Jones, 2005). Dolayısıyla çok küçük yaşlardan itibaren karşılaştığımız olasılıksal durumları yorumlayabilmek ve bilinçli bir karar süreci geçirebilmek için olasılık konusuna yönelik eğitim sürecinin de önemli olduğu söylenebilir.

Olasılık konusu, öğretmen ve öğrencilerin hem matematiğin diğer öğrenme alanlarında hem de fen bilimleri dışındaki derslerde karşılaşmadıkları kendine özgü niteliklere sahiptir (Freudenthal, 1973). Bu spesifik özellikler matematik öğretim programını zenginleştirmesinin yanında öğretme ve öğrenmede zorluklar oluşturabilmektedir. Olasılık, ilköğretim matematiğinin kavramsal açıdan en zor konularından biri olarak görülmekte, öğretimi belirsiz ve yanılsamalarla dolu zorlu bir görev olarak tanımlanmaktadır (Garfield ve Ahlgren, 1988; Moore, 1997). Diğer yandan Freudenthal (1973) ise olasılığı, temel aritmetik kadar doğrudan, herkesin anlayabileceği

şekilde uygulanabilir ve matematikte en ikna edici örneklerin bulunduğu bir alan olarak nitelemektedir. Bu görünüşte çelişkili bakış açıları, şu incelikli gerçeği ortaya koymaktadır: Olasılığın temel kavramları sezgisel olarak erişilebilirken, derin bir kavrayış geliştirmek, yanlış anlamaların ve bilişsel zorlukların üstesinden gelmek için dikkatli bir pedagojik yaklaşımı gerektirir.

Olasılık; cebir ve geometri gibi öğrenme alanlarının aksine, daha yeni bir öğretim geçmişine sahip olup doğası gereği şans, rastgelelik ve belirsizliğe dayalı olması onu temelde farklılaştırmaktadır (Ahlgren ve Garfield, 1991; Çanakçı ve Köklü, 2023; Stohl, 2005). Bununla beraber olasılık öğretim süreci çok aşamalı ve diğer öğrenme alanları kadar çok sayıda yapılanmaya sahiptir ve öğretimde olasılık kuramını hava durumu tahmini, zar atma gibi gerçek durumlarla ilişkilendirme süreçlerinin diğer öğrenme alanlarında olduğu kadar kolay olmadığı ileri sürülmektedir (Stohl, 2005).

Sonuç olarak, olasılık kuramı, müfredatlara nispeten yeni dahil edilmesi, şans ve belirsizlik kavramlarına dayanması ve günlük yaşamda geniş bir uygulama alanına sahip olmasıyla matematik eğitiminde kendine özgü bir konuma sahiptir. Freudenthal'ın belirttiği gibi (1973), temel kavramları sezgisel olarak erişilebilir olsa da, olasılık matematiğin diğer öğrenme alanlarından farklılaşan özgün pedagojik zorluklar sunmaktadır. Bu zorluklar, olasılığın determinizm dışı doğasından, yanlış anlamaların yaygınlığından ve teorik kavramların gerçek dünya uygulamalarıyla ilişkilendirilmesindeki karmaşıklıktan kaynaklanmaktadır. Olasılık, hem öğretmenlerden hem de öğrencilerden diğer öğrenme alanlarından farklı yaklaşımlar talep eden bir alandır. Bu özelliğiyle matematik müfredatını özgün bir bakış açısıyla zenginleştirirken, aynı zamanda öğretim ve öğrenme sürecinde belirgin zorluklar da sunmaktadır. Bu özgün özellikler ve zorluklar göz önüne alındığında, etkili bir olasılık öğretimi yalnızca güçlü bir alan bilgisi değil, aynı zamanda özel pedagojik yaklaşımlar da gerektirir. Bu durum, olasılık kuramının teorik temelleri ile öğrencilerin yaşamlarındaki pratik uygulamalar arasındaki boşluğu doldurmak için öğretmenlerin kritik rolünü vurgulamaktadır.

2.3. Olasılık Öğretimi

Diğer öğrenme alanlarına nispeten yakın zamanda, olasılık konusu öğretim programlarında ciddi bir ağırlık kazanmaya başlamıştır (Garfield ve Ahlgren, 1988; Shaughnessy, 1992; Stohl, 2005). Stohl (2005) bu durumun, öğretmenlerin yetkinlikleri gözlemlenmeden yapılandırıldığına işaret etmektedir. Nitekim, öğretim programlarının onu uygulayan öğretim gücünden ayrı düşünülmesinin bütüncül süreci bozacağı belirtilmiştir (Howson, 1993). Dolayısıyla olasılık öğretimi iyileştirmede ve geliştirmede kilit bileşenlerden biri de sınıflarda olasılık derslerini etkili bir şekilde uygulayabilecek öğretmenlerin eğitimidir (Stohl, 2005).

Olasılık dersleri inşa edilirken alan bilgisinin kritik bir önem taşıdığı görülmektedir (Haller, 1997; Watson, 2001). Fakat olasılık derslerini uygun bir şekilde planlamak ve uygulamak için pedagojik alan bilgisi de en az olasılık bilgisi kadar kritik bir önem taşımaktadır ve bu yüzden öğretmen eğitiminde yer alan önemli bileşenlerden biridir (Stohl, 2005). Shulman'ın (1986) pedagojik alan bilgisi (PAB) çerçevesinden yola çıkarak, etkili bir olasılık öğretimi, öğretmenlerin yalnızca olasılıkla ilgili alan bilgisine değil, aynı zamanda olasılık kavramlarını öğretmeye özgü pedagojik alan bilgisine sahip olmalarını gerektirir. Nitekim Shaughnessy (1993), öğretmenlerin öğretim süreci başlangıcında, öğrencilerin olasılık kavramları hakkındaki bilgilerini de göz önüne almasının önemli olduğunu belirtmektedir.

Falk ve Konold (1992), olasılık kuramını bir düşünme biçimi olarak tanımlamış ve 21. yüzyılda olasılıksal düşünmedeki yetkinliğin temel aritmetik hâkimiyeti kadar önemli olacağını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca diğer öğrenme alanlarının aksine doğası rastgelelik, belirsizlik ve şans kavramları üzerine temellenen bir konu olan olasılık kuramı, öğretmenlerden deterministik olmayan bir düşünme becerisi de talep etmektedir (Çanakçı ve Köklü, 2023; Stohl, 2005). Nitekim öğrencilerin olasılıksal düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir öğretim programının başarısı, temsillerin ve araçların kullanımı gibi konularda hâkim olan öğretmenlere bağlıdır (Pratt, 2005). Bununla beraber Estrada, Batanero ve Diaz (2018), öğretim programının başarılı olması için öğretmenlerin olasılık öğretimindeki ilgi ve isteklerinin de önemli olduğuna işaret etmiştir. Ayrıca Batanero ve Diaz (2012), olasılık konusunun müfredata daha sonra girmesinden kaynaklı olarak öğretmenlerin olasılık öğretimi sürecinde kendilerini iyi hazırlanmış hissetmeyebileceğini ve gereken değeri vermeyebilecekleri ihtimalini eklemiştir.

Watson (2001), 43 Avusturalyalı öğretmen ile yaptığı çalışmasında, öğretmenlerin olasılık ve istatistik konularına yönelik başarıları ve bu konudaki mesleki gelişim ihtiyaçlarını belirlemek için bir çerçeve geliştirme süreci inşa etmiştir. Bu süreçte, öğretmenlerin olasılık konusunun teorik kısmını geleneksel bir şekilde öğrettiği ve simülasyon veya gerçek örnekleme gibi yöntemlere eğilimli olmadığını görmüştür. Çalışmasında öğretmenler, olasılık konusunu öğretme becerilerine olan güvenlerinin düşük olduğunu bildirmiştir. Bununla beraber Amerika'da Matematik Bilimleri Konferans Kurulu (Conference Board of the Mathematical Sciences [CBMS], 2001) raporuna göre de ortaokul ve lise düzeyindeki matematik konuları arasında olasılık konusu, öğretmenlerin en hazırlıksız olduğu konulardan biridir.

Olasılığın matematik müfredatlarına nispeten yakın zamanda dahil edilmesi, özellikle öğretmen hazırlığı ve yeterliliği konusunda uygulamada özgün zorluklar yaratmıştır. Etkili bir olasılık öğretimi için hem alan bilgisi hem de pedagojik alan bilgisi kritik öneme sahipken, bu alanın belirsizlik kavramları ve determinizm dışı düşünme üzerine kurulu özgün doğası, birçok eğitimcinin uygulamakta kendilerini yeterli hissetmediği özel öğretim yaklaşımları gerektirmektedir. Bu zorluk, öğretmenlerin olasılığı öğretme konusundaki düşük özgüvenleri ve geleneksel, teorik yaklaşımlara eğilim göstererek pratik uygulamalardan ve modern öğretim yöntemlerinden uzak durmalarıyla daha da artmaktadır. Olasılık eğitiminin başarısı, yalnızca iyi tasarlanmış öğretim programlarına değil, aynı zamanda olasılık kavramlarını etkili bir şekilde öğretebilen, öğrencilerin ön bilgilerini anlayabilen ve uygun temsiller ve araçları kullanabilen yetkin ve kendine güvenen öğretmenlerin geliştirilmesine bağlıdır. Bu durum, öğretmen hazırlığı ve mesleki gelişime odaklanmanın kritik önemini, özellikle Falk ve Konold'un (1992), olasılıksal düşünme yetkinliğinin temel aritmetik hâkimiyeti kadar önemli olacağı yönündeki iddiasını göz önünde bulundurarak, bir kez daha ortaya koymaktadır.

2.4. Olasılık Öğretiminde Teknoloji

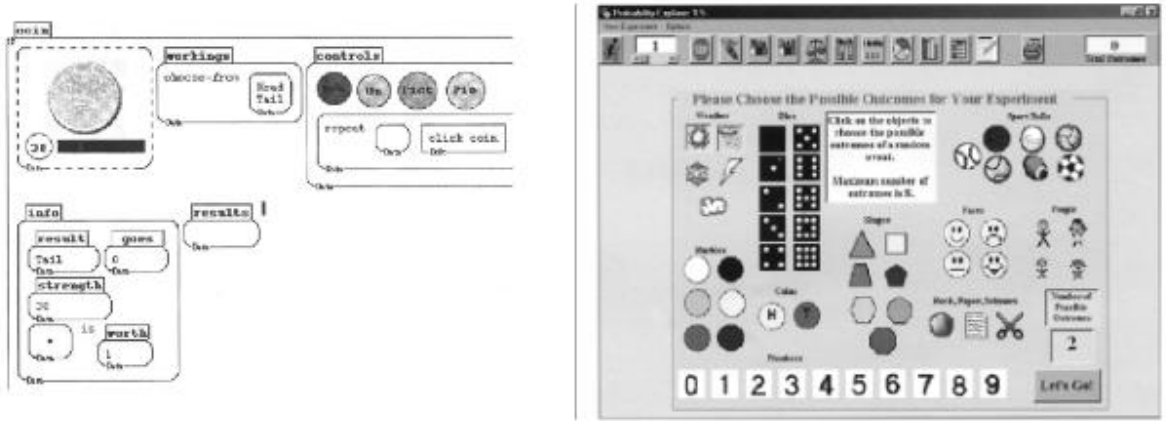
Olasılık bilgisinin temeli teorik bir bağlama sahiptir, fakat öğretim sürecinin aşamalı ve deneyim destekli olması önerilmektedir (Pfannkuch, 2005; Stohl, 2005). Öğrencilerin olasılık ve istatistik öğrenme süreçlerinde seçeneklerinin artırılması gerekli görülmektedir (Shaughnessy, 1993). Olasılık, öğrenme ve modelleme amaçlı olarak

simülasyon bağlamı için uygun görülen bir konudur (Moore, 1997). Öğrencilerin olasılığa dair öznel yaklaşımlarını müfredat bilgileriyle ilişkilendirmede güçlük çekme ihtimaline karşılık, olasılık öğretiminde deneyler ve simülasyonların kullanımı tavsiye edilmektedir (Haller, 1997). Simülasyonlar rastgele olayların kısa vadede öngörülemezliğini ve olasılığın tanımladığı uzun vadeli temsilleri sunabilir (Moore, 1997). Öğrenciler farklı simülasyonlarla çalışarak ve kuramın bu bağlamlardaki temsillerini kullanarak simülasyonu problem çözmede güçlü bir araç olarak kullanabilir (Batanero, Henry ve Parzysz, 2005). Öğrencilere öğrenme süreçlerinde simülasyon seçeneği sunabilmek, çözümleri sağlamlaştırma ve sorgulama şansı verir (Shaughnessy, 1993). Sadece sanal simülasyonlar değil; topaç, zar, rastgele sayı çizelgeleri gibi fiziksel simülasyonlar da öğrencileri özerk bir şekilde deney süreçlerini yürütmeye teşvik edebilir (Shaughnessy, 1993). Bu bağlamda öğretmenlerin de öğrencilerin olasılık öğrenme sürecindeki yapılandığı farklı temsilleri ve kullandığı teknolojiyi ve/veya manipülatif araçları yorumlayabilmeleri için bu alanlarda yetkin olmaları gerekli görülmüştür (Stohl, 2005).

Shaughnessy (1977), olasılık ve istatistik konularında etkinlik temelli deneysel amaçlı geliştirdiği ders kapsamında, geleneksel ve deneysel olarak iki grupta aday öğretmenleri incelediği çalışmasında deneysel grupta açık uçlu problem çözme ve yoğun simülasyon kullanımının deneysel grup lehine doğru akıl yürütme dahil birçok avantaj getirdiğine işaret etmektedir.

Biehler (1991), olasılık öğretiminde teknolojinin pedagojik açıdan uygun kullanımı için “Deneyim Eksikliği” ve “Kavram-Araç Boşluğu” olmak üzere iki potansiyel alana dikkat çekmektedir. Bu görüşe göre, kısıtlı zaman ve kaynaklardan dolayı oluşabilecek *deneyim eksikliği*, teknoloji desteği ile bertaraf edilebilir. *Kavram-Araç boşluğu* ise olasılık kuramının teorik bağlamı ve öğrencilerin gerçekte kullandıkları araçlar sistemi arasındaki boşluk olarak tanımlanmaktadır. Bu boşluğa bir çözüm olarak, simülasyon ve teknoloji tabanlı yöntemlerin, öğrencilerin faaliyetlerini olasılık kuramının teorik bağlamına erişebilir hale getirebileceğini ifade etmiştir.

Nitekim değişen teknoloji, önce kombinatorik formülleri değerlendirme için kullanılan hesap makineleriyle, sonra programlanabilir hesap makinelerinin oluşturduğu basit simülasyonlar aracılığıyla olasılık konusunun öğretiminde önemli bir etki oluşturmuştur (Biehler, 1991). Bu süreci, modelleme gösterimleri için mikrobilgisayarların grafik gösteriminde rol alması takip etmiştir (Biehler, 1991). Clifford Konold, olasılık öğretimi ve öğrenme sürecinde bilgisayarların kullanımında öncülük etmiştir (Pratt, 2005). Konold (1995), 10.000 para atışının sonucunu titizlikle kaydeden Kerrich'in (1961) aksine, öğrencilerin daha az serbest zamanı ve daha az kararlılığı olmasına dikkat çekerek olasılık öğretimi ve öğreniminde simülasyonların geliştirilmesini önermiştir. Nitekim Probability Simulator ile olasılıksal durumları modelleyen bir yazılım geliştirdiği ve TinkerPlots ile öğrencilerin aktif olduğu bir simülasyon ortamı oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 2. “Chance-Maker” ve “Probability Explorer” Oyunlarına Ait Görsel Kesitler (Pratt, 2005; Stohl, 2001)

Bu çalışmaların devamında Chance-Maker (Pratt, 2000, 2005), Probability Explorer, Probability Toolkit, Probability Constructor, ChanceWorld, ProbLab, Fathom gibi teknoloji tabanlı uygulamaların da süreç içerisinde geliştirildiği ve öğretim sürecine dahil edildiği görülmektedir.

Teknolojinin evrimi, olasılık öğretimini geleneksel yöntemlerden giderek daha sofistike dijital yaklaşımlara dönüştürmüştür. Temel hesap makinelerinden gelişmiş simülasyon yazılımlarına kadar bu araçlar, olasılık eğitimindeki kavram-araç boşluğu ve deneysel fırsatların sınırlılığı gibi temel zorlukları ele almıştır. TinkerPlots, Chance-Maker ve Probability Explorer gibi özel olasılık yazılımlarının geliştirilmesi, öğrencilere

etkileşimli ve deneyime dayalı öğrenme ortamları sunmada önemli bir ilerlemeyi temsil etmektedir. Bu teknolojik araçlar yalnızca teorik anlayışı desteklemekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin kapsamlı simülasyonlar yapmasını, olasılık kavramlarını görselleştirmesini ve geleneksel yöntemlerle pratikte uygulanması zor veya imkânsız olan anlamlı deneyler gerçekleştirmesini sağlar. Teknoloji gelişmeye devam ettikçe, olasılık öğretimindeki rolü, teorik kavramlar ile pratik anlayış arasındaki boşluğu doldurmak ve nihayetinde öğrencilerin olasılıksal akıl yürütme ve öğrenme sonuçlarını geliştirmek için hayati önem taşımaktadır.

2.5. İlgili Çalışmalar

Bu bölümde, araştırmanın kuramsal çerçevesiyle ilişkili üç temel alanda yapılan önceki çalışmalar sistematik bir şekilde incelenmiştir. İlk olarak matematik eğitiminde TPAB kapsamındaki çalışmalar ele alınarak, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu deneyimleri ve TPAB gelişim süreçleri analiz edilmiştir. İkinci olarak, olasılık öğretimi ile öğretmen ve öğretmen adayları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar değerlendirilerek, öğretmenlerin olasılık kavramlarına yönelik alan bilgileri ve öz-yeterlilikleri üzerine yapılan araştırmalar sunulmuştur. Son olarak, olasılık öğretiminde teknoloji kullanımını ele alan çalışmalar incelenerek, teknolojinin olasılık kavramlarının öğretimindeki rolü ve etkililiği değerlendirilmiştir. Bu literatür incelemesi, mevcut araştırmanın konumlandırılması ve bulgularının yorumlanması için gerekli bağlamı sağlamayı amaçlamaktadır.

2.5.1. Matematik Eğitiminde TPAB Kapsamındaki Çalışmalar

Bueno ve Niess (2023), öğretmen adaylarından oluşan üç grubun staj uygulamaları kapsamında teknolojiyi entegre ettikleri ders süreçlerini çapraz vaka analizi yöntemi ile incelemiştir. Bu uygulamada birinci grup trigonometri konusunu GeoGebra yazılımı üzerinden inşa etmiş, fakat grup içerisindeki tüm öğretmenlerin sınıfta geri kalmış olan öğrencilere odaklanması yüzünden sınıf senkronizasyonunun sağlanamadığı rapor edilmiştir. Buna rağmen öğretmen adayları, teknolojinin entegre olduğu ders sürecini daha ilgi çekici ve matematiksel anlamlarla dolu bir hale geldiğini ifade etmişlerdir. İkinci grup süreci doğrusal ve ikinci dereceden fonksiyonlar bağlamında gerçekleştirmiş ve Peardeck, Kahoot ve Gartic olmak üzere üç yazılımı süreç içerisinde kullanmıştır. Fakat bir tartışma süreci yaşanmadığından yeni matematiksel fikirlerin

oluşmadığı bildirilmiştir. Üçüncü grubun teknolojiyi entegre sürecindeki raporlarda öğretmen adayları öğrencilerinin teknolojiyi kullanmadaki isteksizliklerini bildirmişlerdir. GeoGebra kullanılan süreçte öğretmen adayları, teknolojiyi kullanmak için temel kavramlara hakimiyet sağlandıktan sonra teknoloji kullanılması gerektiği görüşünde olduklarını bildirmişlerdir. Sürecin öğretmen adaylarının TPAB'lerini geliştirme ve ders süreçlerinin teknolojiyi entegresini iyileştirmek açısından yararlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca öğretmen inançlarının öğrencinin Bilgi ve İletişim Teknolojileri ile matematiği keşfetmelerinde anlamlı bir etkisi olduğu bildirilmiştir.

Avcar Karaman (2023), lisansüstü öğrenim gören matematik öğretmenlerinin trigonometri konusunda TPAB'lerini incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan trigonometri soruları ile klinik görüşmeler gerçekleştirmiş ve video kaydına alınan süreç transkript edilip yanıtlarla beraber incelendiğinde öğretmenlerin trigonometri konusuna yönelik TPAB düzeylerinin alt boyutlarının farklı seviyelerde olduğunu tespit etmiştir. Bununla beraber öğretmenlerin TPAB temel öğelerindeki düzeylerinin TPAB'de ikili sentez sonucu oluşan öğelerin de (Pedagojik Alan Bilgisi, Teknolojik Alan Bilgisi, Pedagojik Teknolojik Bilgi) düzeyini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada öğretmenin teknolojiyi entegre edebilme becerisinin, öğretmenlik deneyiminin ve trigonometri konusuna olan ilgisinin de öğrencilerin trigonometri konusundaki TPAB'lerini etkilediğine işaret edilmektedir.

Gökoğlu Uçar (2022), matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeyleri ile matematik öğretim kaygıları arasındaki ilişkiyi, ilişkisel tarama modeli ile incelemiştir. Dört kademedeki öğrenim göre toplam 277 öğretmen adayına "TPAB-Mat" ve "Matematik Öğretmeye Yönelik Kaygı Ölçeği" veri toplama araçlarını kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda, Alan Bilgisi ve Teknoloji Bilgisi alt boyutlarında erkekler lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmasıyla beraber, diğer alt boyutlarda cinsiyete göre anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Öğretmen adayının bulunduğu sınıf düzeylerinin sonuçlarda anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Bu sonuçlara ek olarak öğretmen adaylarının TPAB düzeyleri ile Matematik Öğretimi kaygı düzeylerinin birbirleriyle orta düzeyde negatif bir korelasyon ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Organ Ulus (2022), ilişkisel tarama yöntemiyle öğretmenlerin TPAB düzeyleri ile uzaktan eğitime yönelik tutumları (UEYT) arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Öğretmenlerin TPAB düzeylerini belirlemek için Kabakçı Yurdakul, Odabaşı, Kılıçer, Çoklar, Binici ve Kurt'un (2012) tarafından geliştirilen TPACK-Deep ölçeğini; UEYT'lerini belirlemek

için Kışla'nın (2016) UEYT ölçeğini kullanmıştır. Çalışmada öğretmenlerin TPAB'leri yüksek çıkarken UEYT düzeylerinin kararsız olduğu görülmüştür. Dolayısıyla UEYT ve TPAB algıları arasında anlamlı ve negatif bir korelasyona ulaşmıştır. Öğretmenlerin TPAB algıları UEYT düzeylerinde cinsiyet değişkeninde anlamlı bir farklılaşma olmamasıyla beraber kıdem düzeyi arttıkça UEYT düzeylerinin arttığı gözlemlenmiştir.

González ve Arnal-Bailera (2021), öğretmen adaylarının kesirlerde çarpım problemlerinde teknolojiyi entegre etme süreçlerini keşifsel ve betimsel bir yaklaşımla incelemiştir. Rasyonel sayıların öğretimini kapsayan Aritmetik Didaktik II dersinde, kavramsal ve işlemsel hataların incelendiği bir soru ve üç alt probleme sahip veri toplama aracı kullanılarak üçüncü sınıf öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir. Soruların yoğun bir şekilde teknoloji kullanımı içermesine rağmen, öğretmen adaylarından sadece üç grubun teknolojiyi kullandığı rapor edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının teknolojik uygulamanın (GeoGebra) sunduğu işlevsellikten yararlanmadıkları, problemi teknolojik bağlamda çözebilmek için gerekli matematiksel koşulları açıklayamadıkları da bildirilmiştir.

Bonafini ve Lee (2021), öğretmen adaylarının tasarladıkları video ders süreçlerini TPAB perspektifinde incelemişlerdir. Nitel çalışma yöntemiyle yapılandırılan süreç keşifsel ve betimsel yaklaşım ile katılımcıların videoları ve teknoloji-pedagoji-alan bilgilerine yönelik toplanan örneklerin ve matematiksel eylem araçlarını kullanımların karakterize edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma süreci, bir matematik problemi seçme ve öğrencilere sunulacak çözüme dair bir ders videosu planlama, "Explain Everything" adlı matematik uygulamasında video dersi oluşturmak ve katılımcıların bu videoları izleyip yansıtıcı düşünme aşamalarından oluşmaktadır. Katılımcılar, süreçte teknolojiyi problemin çözümüne entegre ederek, sonuçları teyit etmek ve farklı yollar keşfetmek için kullanarak kendi aralarında farklılaşmışlardır. Bunlarla beraber problemin çözümünü toparlamak, ispatı genişletmek için de kullandıkları gözlemlenmiştir. Öğretmen adaylarının süreçte TAB, PAB ve TPB öğelerindeki yetkinliklerini göstermiş olmalarına karşın TPAB'lerinin ders sürecinde her zaman açıkça görülmediği rapor edilmiştir. Cebirsel ve grafik çözümlerini problemin açıklamasına entegre ettikleri durumlarda TPAB'lerinin belirgin olduğu fakat buldukları sonuçları doğrulama ve genişletme amacıyla teknolojiyi kullandıklarında TPAB'lerinin gözlemlenemediği bildirilmiştir. Ayrıca matematiksel teknoloji uygulamalarının basitçe derse dahil edilmesinin öğrencilerin matematiksel düşüncelerine teknolojiyi entegre etmek için

fırsatlar sunmayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarına video ders oluşturarak süreci teknolojiye entegre etme fırsatlarının verilmesi TPAB gelişiminde anlamlı bir etki sağlayacağı, çalışmanın bulguları arasındadır.

Abunda (2020), öğretmenlerin düzlem koordinat geometrisi öğretiminde teknoloji kullanımı ve entegre süreçlerine odaklanarak sürecin planlamasında ayrıntılı talimatlar sunan TPAB tabanlı GeoGebra bağlamında bir modül tasarlamıştır. Tasarım çalışması yöntemiyle çalışılan araştırma kapsamında geliştirilen modül, geometri dersinde 10.sınıf düzlem koordinat geometrisine yönelik kazanımlar referans alınarak geliştirilmiştir. Modül, matematik eğitimi uzmanlarının görüşüne sunulurken revize edildikten sonra, sekiz matematik eğitimi uzmanı seçilerek geçerliliği ve güvenilirliği incelenmiştir. Uzmanlar, öğrencilerin teknolojiyle tanışmadan önce temel kavramların öğrenilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Geliştirilen TPAB tabanlı öğretmen modülü kabul edilebilirlik kriterlerini karşılamıştır. Modülü deneyimleyen öğretmenler ise modülün ders akışına kolaylık sağlayacağına, süreci ilgi çekici kılacağına ve bireysel farklılıkları da göz önüne aldığına işaret etmişlerdir. Ayrıca modülü deneyimleyen öğretmenlerin TPAB'i oluşturan temel öğelerde yüksek bir seviyede performans gösterdikleri bulgusuna ulaşılmıştır. Abunda (2020), öğretmen adaylarının adaylık süreçlerinde teknoloji deneyimlerinin düzenli olarak değerlendirilmesinin gerekli TPAB düzeyine sahip olmalarını ve teknolojiyi ders süreçlerine entegre etme konusunda güven duymalarını sağlayacağını bildirmiştir. Buna ek olarak öğretmenlerin alan bilgisi, teknoloji bilgisi ve pedagoji bilgisi öğelerinin arasındaki ilişkiyi anlamaya daha çok teşvik edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Listiawan, As'ari ve Muksar (2018), matematik öğretmenlerinin dinamik geometri yazılımı kullanırken sahip oldukları teknolojik alan bilgilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Bunun için GeoGebra eğitimine katılan 47 matematik öğretmeni arasından yüksek, orta ve düşük TPAB'e sahip olanları temsil eden yedi kişinin yazılımda oluşturdukları geometrik şekiller ile onların kavramsal özellikleri arasındaki ilişkilendirmelerini vaka çalışması yöntemiyle incelemiştir. Süreçte öğretmenlerin GeoGebra yazılımı bağlamında çember üzerinde ikizkenar inşaları incelenmiş, bulgulara inşa sürecini gerçekleştiremedikleri, uygun işlemlerle değil tahminlerle ilerledikleri, konu bilgisinin inşa için yeterli olmadığı fakat yazılımın temel yönergelerine hâkim oldukları gibi sonuçlara ulaşılmıştır. Genel olarak bakıldığında öğretmenlerin GeoGebra'da geometri materyalini temsil etme konusundaki bilgileri ve bu bilgilerin problem çözme sürecindeki rolünün incelendiği görülmektedir.

Aygün (2016), iki ilköğretim matematik öğretmeniyle durum çalışması yöntemi kullanarak yürüttüğü araştırmada öğretmenlerin matematik koçluğu süreçlerinde geometriye ilişkin TPAB'lerinin gelişimini incelemeyi amaçlamıştır. Bu süreci ön ve son görüşmeler, matematik koçluğu esnasında-öncesinde-sonrasındaki öğretmen gözlemleri, ön ve son konferanslar ve matematik koçluğu hakkındaki görüşme ile gerçekleştirilmiştir. Bu matematik koçluğu sürecindeki gelişimlerinin pedagojik alan bilgisinden TPAB'e evrildiğini gözlemlemiştir. Çalışmanın başında öğretmenler GeoGebra'nın dinamik yönüne dikkat etmezken koçluk sonrası GeoGebra'nın dinamik özelliklerini de sürece entegre ederek dersi gerçekleştirdiklerini bildirmiştir. Ayrıca öğretmenlerin deneyiminin, TPAB gelişim düzeyleriyle pozitif bir korelasyona sahip olduğuna işaret etmiştir.

Kurt (2016), bir vaka çalışması olarak yapılandığı çalışmasının başlangıcında dokuz gönüllü öğretmen adayıyla teknoloji entegrasyonu ve istatistik öğretimine yönelik görüşlerini öğrenmek üzere mülakatlar gerçekleştirmiştir. Sonrasında katılımcıların alan ve pedagojik alan bilgilerini ölçmek amacıyla çalışma başında Ayırt Edici İstatistik Öğretmen Değerlendirmesi testi uygulamış ve ilerleyen süreçte istatistik kavramına yönelik sanal manipülatif içerikli bir Mikro Öğretim Ders Araştırması (MÖDA) tasarlamıştır. MÖDA öncesi katılımcılara istatistik alan bilgilerinin hatırlatılması ve istatistik öğretiminde kullanılabilecek sanal manipülatiflerin gösterilmesi amacıyla bir atölye düzenlenmiştir. MÖDA sürecine geçildiğinde gruplara ayrılan katılımcılar belirlenen bir istatistik kavramı için bir sanal manipülatif kullanarak ders planı tasarlamıştır. Öğretmen adaylarının çoğunluğu öğretmenlik deneyimlerinde istatistik konusunu öğretmeye yönelik şanslarının oluşmadığını, bu konuya yönelik öğrencilerden soru almadığını bildirmişlerdir. Katılımcıların buna ek olarak özellikle yöntem derslerinde istatistiğe çok az yer verildiğini fakat bunun kesinlikle yeterli olmadığı görüşünde olduğu eklenmiştir. Sonuç olarak MÖDA tasarımının pedagoji ve pedagojik alan bilgisi başta olmak üzere öğretmen adaylarında başarılı bir değişim yarattığı bildirilmiştir. Grupların pedagojik bilgisi ve teknolojik pedagoji bilgilerinin TPAB'in diğer öğelerine göre belirgin şekilde daha düşük olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeninin ise deneyimsizlikten kaynaklandığı iddia edilmektedir.

Karataş (2014), öğretmenlerin TPAB algıları ile teknolojiyi entegre etme öz-yeterliklerini (TEÖY) ilişkisel tarama yöntemiyle incelediği çalışmasında, FATİH Projesi kapsamındaki okullarda çalışan 138 matematik öğretmenine TPAB-M ve TEÖY ölçeğini uygulamıştır. Çalışmanın sonucunda TPAB ve TEÖY düzeyleri orta seviyede çıkmış ve

aralarındaki ilişkinin güçlü bir korelasyon gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerin TPAB kapsamında cinsiyet olarak anlamlı bir farklılık çıkmamasına rağmen TEÖY düzeylerinin erkekler lehine bir sonuç gösterdiği görülmüştür. Buna ek olarak yaş değişkeninin de TPAB ile zayıf bir korelasyona sahip olmasıyla beraber TEÖY düzeyleri ile yaş değişkeninin negatif bir korelasyonu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Meng ve Sam (2013), Japon öğretmen mesleki gelişim modeli Ders Çalışması (DÇ) ile Sketchpad'de öğrenim gören öğretmen adaylarının Cebir, Geometri, İstatistik ve Trigonometri konularına yönelik TPAB'lerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını vaka çalışması yöntemi ile incelemiştir. Bunun için öğretmen adayları sürecin başlangıcında yapılan ön-test sonrası Japon Ders Çalışma modeli ile Sketchpad uygulamasında eğitim görmüşlerdir. Sonrasında öğretmen adayları cebir, geometri, istatistik ve trigonometri alanlarından seçim yaparak Sketchpad uygulamasında etkinlik ve ders planı hazırlamışlardır ve gerçekleştirilen ders planı kamera ile kaydedilmiştir. Süreç ekran ve uzman değerlendirmesinden geçerek revize edilmiştir. Son-test uygulamasından sonra DÇ modelinin, öğretmen adaylarının TPAB öz-bildirim son-test puanlarının daha yüksek çıktığı; cebir, geometri ve trigonometri konularına yönelik TPAB'lerinde anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adayları ilgili öğrenme alanlarını kutudan rastgele seçtiği için istatistik konusunda çalışan bir grup olmamıştır.

Matematik eğitiminde TPAB üzerine yapılan çalışmalar, geometri, koordinat sistemleri, problem çözme, kesirlerle işlemler ve trigonometri gibi çeşitli matematiksel alanlarda önemli bulgular ortaya koymuştur. Ancak, olasılık kavramlarını özel olarak ele alan TPAB odaklı çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir.

Yapılan çalışmalar, Japon Ders Çalışması modelleri, GeoGebra ve Sketchpad gibi dinamik yazılımlar ya da diğer sistematik yaklaşımlar aracılığıyla yapılandırılmış teknolojik müdahalelerin öğretmenlerin hem içerik bilgisi hem de pedagojik yetkinlikleri üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Araştırmalar, öğretmenlere yapılandırılmış destek ve teknolojiyi öğretim uygulamalarına entegre etme fırsatları sağlandığında, onların TPAB gelişiminde kayda değer iyileşmeler yaşandığını ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları, başarılı bir TPAB gelişiminin içerik bilgisi ile teknolojik yeterliliği koordine eden dikkatlice dengelenmiş bir yaklaşımı gerektirdiğini vurgulamaktadır. Bu, uygulamalı deneyim fırsatlarını, teknoloji entegrasyonu

becerilerinin sistematik değeriendirilmesini ve teknolojik araçları matematik öğretiminde kullanma konusunda güven ve yeterlilik geliştirmek için sürekli mesleki gelişimi içermelidir.

Bu sonuçlar, TPAB çerçevesinin matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonuna ilişkin anlayışımızı önemli ölçüde geliştirdiğini, ancak tüm matematiksel alanlarda kapsamlı öğretmen hazırlığı için hedefe yönelik müdahalelerin araştırılmasına ve geliştirilmesine devam edilmesi gerektiğini göstermektedir.

2.5.2. Olasılık Öğretimi ile Öğretmen ve Öğretmen Adaylarını İlişkilendiren Çalışmalar

Fırat ve Gürbüz (2022), öğretmenlerin olasılık öğretimine dair görüşlerini inceledikleri çalışmada, öğretmenlerin öncelikle olasılık öğretimine dair görüşleri sorulmuş ve ikinci aşamada olasılık soruları yönlendirilerek çözüm süreçleri incelenmiştir. Durum çalışması yöntemi ile yürütülen çalışmanın son aşamasında ilgili olasılık soruları öğrencilere de yönlendirilerek öğrenci görüşleri ve cevapları ile öğretmenlerinin görüş ve cevapları arasındaki tutarlılık araştırılmıştır. Sürecin sonucunda öğretmenlerin rutin olmayan olasılık problemlerine sıcak bakmadığı, derslerinde rutin problemlere yer verdiği, olasılık kavramını sorular ile açıkladığı ve dolayısıyla konunun sınırlı kaldığına dair bulgular elde edilmiştir. Bu veriler öğretmenlerin dersi sonuç odaklı inşa ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla öğrencilere daha geniş bir perspektiften bakmalarını sağlayacak öğrenme ortamlarının inşa edilmediği belirtilmektedir. Öğretmenler öğrencilerin olasılık sorularına verdikleri cevaplara ilişkin öngörülerinin kendi cevaplarına benzer bir beklentide olduğunu göstermiştir. Fakat öğrencilerin cevapları incelendiğinde öğretmenlerin tahminlerini yansıtmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Guíñez, Vásquez, Brito ve Martínez (2021), ilkokul öğretmen adaylarının olasılık ve olasılık öğretimine yönelik tutumlarını incelemiştir. Araştırmanın amacı *Alice Harikalar Diyarında* gibi hikayeleri olasılık konusu hakkında bilmece ve soruları içeren etkileşimli bir yapıya dönüştürmenin olasılık konusuna yönelik tutumlarını olumlu yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir. Çalışmada 40 öğretmen adayı yer almaktadır. Karma desen ile çalışılan bu süreçte Olasılık ve Olasılık Öğretimine Yönelik Tutum Ölçeği ile ön ve son test uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları olasılık konusu ile bilmece ve sorularla yapılandırılan *Alice Harikalar Diyarında*

hikayesini okumuş ve ilgili hikâye ile hazırlanan mobil uygulamalar ile süreci tamamlamıştır. Sürecin sonunda, öğretmen adaylarının deneyimlerini paylaşımları amacıyla iki odak grup çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bulgularında, ön test sonuçlarında öğretmen adaylarının olasılık öğretimine yönelik olumlu tutumlara sahip olmalarına karşın konuya ilişkin yeterlilik algılarının düşük olduğuna ulaşılmıştır. Son test sonuçlarında olasılık öğretimine yönelik duygusal tutumlarında iyileşme olduğunu ve konuya ilgilerinin ve özgüvenlerinin arttığını bildirmişlerdir. Çalışmanın bulguları doğrultusunda, öğretmen adaylarının olasılık öğretimi konusundaki tutumlarını geliştirmek için *Alice Harikalar Diyarında* gibi anlatı kaynaklarını matematik öğrenme alanlarıyla ve teknolojiyle entegre edilerek kullanılmasının faydalı olacağı bildirilmiştir. Ayrıca bilişsel ve davranışsal tutumlarda iyileşmeler sağlanması adına daha geniş örneklemelerle çalışılması da çalışmanın önerileri arasındadır.

Fırat (2018), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık kavramlarına ilişkin yanılgıları ve altında yatan sebepleri incelemiştir. Bu doğrultuda, 12 ilköğretim matematik öğretmen adayının katılımıyla katılımcılara Olasılık Kavram Yanılgısı Anketi uygulanmış ve katılımcılarla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma yöntemiyle yürütülen sürecin sonunda, öğretmen adaylarının olasılığın temel kavramlarına ilişkin yanılgılara sahip olduğu, bileşik olaylar ve teorik-deneyisel olasılık arasındaki fark gibi konularda güçlük yaşadığı tespit edilmiştir. Bu yanılgıların altında yatan sebeplerin öğretmen adaylarının önceki öğrenme deneyimlerinden ve konuya dair güvensizliklerinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Fırat (2018) ulaşılan bulgular doğrultusunda, öğretmen eğitimi programına olasılık konusunun daha iyi entegre edilmesine ihtiyaç olduğuna ve hem işlemsel hem kavramsal bilgi yönünden öğretmen adaylarına daha fazla vurgu yapılması gerektiğine işaret etmiştir.

Can (2018), argümantasyon tabanlı eğitimin olasılık öğretiminin öğretmen adaylarının olasılık konusundaki başarılarına ve bilgilerinin kalıcılığına yönelik etkilerini incelemiştir. Çalışmanın katılımcıları 44 ilköğretim matematik öğretmeni adaydır. Karma desen ile yürütülen çalışmanın nicel kısmında yarı deneysel yöntem ile Olasılık Başarı Testi aracılığıyla ön-son test ve kalıcılık testi uygulanmıştır. Nitel kısmında ise durum çalışması yöntemi kullanılarak olasılık dersleri video kayıtları yoluyla analiz edilmiş ve aday öğretmenlerin argümantasyon seviyeleri belirlenmiştir. Sonuçlarda, argümantasyon tabanlı eğitim alan deney grubu, kontrol grubuna kıyasen olasılık başarılarını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttırmıştır. Ancak argümantasyon

becerileri ile test performansları arasında düşük düzeyde pozitif bir ilişki bulunmuştur. Can (2018), argümantasyon tabanlı eğitimi, olasılık öğretim sürecinde öğretmen adaylarının olasılık anlayışlarını güçlendirmek adına önermektedir. Fakat bilgi kalıcılığını arttırmak adına farklı stratejilerin de dahil edilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Demirci (2018), Olasılık Başarı Testi ve Problem Kurma Testi uygulayarak aday öğretmenlerin olasılığa yönelik problem kurma süreçlerini incelediği çalışmasında, ön test – son test çalışmalarında son test lehine anlamlı bir sonuç çıktığına işaret etmekte, aday öğretmenler olasılığa dair başarılı bir şekilde problem kursalar dahi amaca uygunluk konusunda eksik veya yetersiz kategorisine giren ürünler olduğunu eklemiştir. Bu noktada öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin zayıf olmasının nedeninin kavramsal bilgiye dair bir eksiklik olabileceği ihtimaline dikkat çekmiştir. Bununla beraber öğrenme ortamında kurulan bu olasılık problemlerinin tartışılması, problem inşalarındaki hataların altında yatan kavramsal nedenlerin bulunup derinlemesine ele alınması, öğretmenlerin başarı puanlarının son test lehine bir sonuç çıkardığını iddia etmiştir.

Kurt Birel (2017), öğretmen adaylarının olasılık öğretiminde kavramsal ve işlemsel bilgilerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda, 23 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile çalışmıştır. Nitel yöntem ile yürütülen çalışma, yüz yüze görüşmeler ve tanısız değerlendirme testi ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, olasılığın tanımı, olay türleri, teorik ve deneysel olasılık gibi kavramlar hakkında soruları yanıtlamışlardır. Çalışmanın sonuçlarında, öğretmen adaylarının işlemsel bilgilerinin kavramsal bilgilerine göre daha güçlü olduğuna ulaşılmıştır. Katılımcılar olasılık hesaplamaları yapabilmelerine karşın örnek uzay, teorik ve deneysel olasılık arasındaki farklılıklar gibi kavramları anlamada ve açıklamada güçlük çekmişlerdir. Kurt-Birel (2017) bu bulgular doğrultusunda öğretmen eğitimi programlarının olasılığa yönelik kavramsal bilgilerini geliştirmeye daha fazla odaklanması gerektiğini vurgulamıştır.

Gökkurt Özdemir (2017), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının ayırık ve ayırık olmayan olaylar ile bağımlı ve bağımsız olaylar gibi temel olasılık kavramlarına yönelik alan bilgilerini incelemiştir. Katılımcılar bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği üçüncü sınıfta öğrenim gören 40 öğretmen adayından oluşmuştur. Durum çalışması ile yürütülen çalışmada veri toplama aracı olarak olasılık kavramları ile ilgili dört açık uçlu soru içeren bir form kullanılmış ve ayrıca altı katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarında,

öğretmen adaylarının çoğunun olasılık konusundaki temel kavramlara yönelik yetersiz bilgiye sahip olduğuna ulaşılmıştır. Katılımcıların birçoğu bağımlı ve bağımsız olaylar, ayrık ve ayrık olmayan olaylar gibi temel kavramların tanımlarını karıştırmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Gökkurt Özdemir (2017) hizmet içi eğitim sürecinde temel olasılık kavramlarına daha fazla odaklanılması gerektiğini belirtmiştir. Olasılık konusuna yönelik kavram yanılgılarını gidermek ve anlayışı güçlendirmek adına kavram haritaları ve vaka çalışmaları gibi öğretim yöntemleriyle süreci zenginleştirmek önerilmektedir.

Danışman ve Tanışlı (2017), deneyim süreleri farklı üç matematik öğretmenin PAB perspektifinde olasılık öğretim süreçlerini incelemişlerdir. Çoklu durum çalışması yöntemiyle yürütülen araştırmada, inançlar incelenmek istenen kapsamın dışında olmasına rağmen analiz sonuçlarında tüm temalarda varlığını gösterdiği bildirilmiştir. Katılımcılarda alan bilgisi eksik olmasına karşın kendini yeterli gören bir öğretmenin yanlış örnekler verdiği, öğrencilerinin öğretmenin öz-yeterlik inancından etkilendiği için anlamadıkları yerleri sormadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka katılımcı ise kendisini olasılık öğretim sürecinde yeterli görmediğini, süreçten keyif almadığını ifade etmiştir. Bu öğretmenin ders sürecinde öğrencilerin yanlış cevaplarını sorgulamadan doğrularını söylediği gözlemlenmiştir. Diğer katılımcı ise yetersiz hissetme konusunda bir açıklama yapmamış fakat öğretim sürecini kendinden emin bir şekilde yönettiği, öğrencilerin sorularını cevaplamaya çalıştığı, anlamakta zorlanan öğrencileri cesaretlendirdiği gözlemlenmiştir. Danışman ve Tanışlı (2017), bu durumun katılımcıda dengeli bir öz-yeterlik profili çizdiğini bildirmiştir. Sonuç olarak, matematik öğretmenlerinin olasılık konusundaki pedagojik alan bilgilerinin yetersiz olduğunu ve öğretmenlerin inançlarının, PAB bileşenlerini etkilediğini ortaya koymuşlardır.

DeVaul (2017), matematik öğretmenlerinin olasılık ve istatistik konularına yönelik alan bilgilerini ve bu konuların öğretimindeki öz-yeterliliklerini incelemeyi amaçlamıştır. Durum modeli ile inşa edilen çalışma, eğitim ve ürün oluşturma olarak iki aşamadan oluşmaktadır. 29 matematik öğretmenin incelendiği çalışmada katılımcılar, olasılık ve istatistik konularına yönelik etkinlik temelli alan ve pedagojik eğitimler gördükten sonra ders planları ve değerlendirmeleri dahil öğretim materyalleri oluşturarak BLAST (*Bring Learning and Standards Together*) sitesine yüklenmiştir. Çalışmanın veri toplama araçları, katılımcıların olasılık ve istatistik konularına yönelik kavram bilgilerini incelemek için LOCUS (*Levels of Conceptual Understanding in Statistics Evaluation*) ve

olasılık-istatistik konularının öğretimine yönelik öz-yeterliliklerini puanlamak için SETS (*Self-Efficacy to Teach Statistics*) olmak üzere iki anket de ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Buna ek olarak mülakatların ve ders video kayıtlarının ve eğitim çıktılarının da analiz edildiği görülmektedir. Çalışmanın sonuçlarında eğitim süreci bitiminde katılımcılarda alan bilgisinin de öz-yeterliliğin de arttığı, alan bilgisinin arttığı fakat öz-yeterliliğin azaldığı, alan bilgisinin azaldığı fakat öz-yeterliliğin arttığı durumların olduğu fark edilmiştir. Bazı katılımcılar eğitimin kendisini geliştirmediğini bildirirken bazıları alan bilgilerini biraz da olsa arttırdığını bildirmişlerdir. Bu sonucun, katılımcıların eğitim sürecinde aktif bir şekilde rol alma durumlarından oluşabileceği rapor edilmiştir. Bununla beraber öğretmenlerin öz-yeterliliğinin incelendiği ön-son test sonuçlarında, katılımcıların eğitim sürecinin sonunda öz-yeterlilik puanlarını arttırdığı görülmüştür. Nihayetinde olasılık ve istatistik alan bilgisi ile ilgili konunun öğretimine yönelik öz-yeterlilik arasında orta düzeyde bir korelasyon tespit edildiği görülmüştür.

Öçal (2014) iki ilköğretim ve üç ortaöğretim matematik öğretmenin olasılık konusuna yönelik farkındalıklarını ve öğretim uygulamalarını incelemiştir. Mülakatlar, sınıf gözlemleri, olasılık kavramına yönelik yanlışlara dair açık uçlu sorular ve ön-test-son-test uygulamaları içeren süreç, bütüncül-çoklu durum çalışması yöntemiyle inşa edilmiştir. Öğretmenler, ders süreçlerini öğrencilerin güçlük çektiği noktalara ve yanlış anlamalarına göre değil, öğrencilerin bilişini gözetmeden yalnızca birkaç kaynakla hazırladıkları rapor edilmiştir. Ders süreçlerinde de incelenen öğretmenlerin öğrencilerin olası yanlışlarını araştırmadığı görülmüştür. Bazı durumlarda öğretmenlerin de sezgisel hatalara düştüğü ve öğrencileri olasılık ile ilgili yanlış yargı ve sezgilere teşvik ettiği görülmüştür. Çalışmada ayrıca katılımcıların öğrencilerini de inceleyen Öçal, öğrencilerde gözlemlenen sezgisel temelli kavram yanlışlarının hem ilköğretim hem de ortaöğretim matematik öğretmenleri tarafından etkili bir şekilde çözülemediğini bildirmiştir. Dolayısıyla öğretmenlerin olasılık konusuna yönelik farkındalıkları ile öğretim sırasındaki uygulamaları arasında çelişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Doğucu (2013), ilköğretim matematik öğretmenlerinin olasılık konusundaki kavram yanlışlarıyla ilgili sorulardaki performanslarını ve bu yanlışların altında yatan sebepleri araştırmıştır. Araştırmanın katılımcıları 4.sınıf ilköğretim matematik öğretmeni adaylarıdır. Nitel araştırma deseni ile yürütülen çalışmada, çalışma için geliştirilen Olasılık Kavram Yanılgısı Anketi kullanılmış ve katılımcıların gerekçelerini detaylandırmak için yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın

sonuçlarında, öğretmen adaylarının bir kısmının bir olayın başka bir olaydaki etkisini fark edememe ve örneklem büyüklüğünü göz ardı etme gibi durumlar yaşadığı bildirilmiştir. Doğucu (2013), öğretmen eğitimi sürecinin olasılık konusundaki kavram yanlışlarını giderme hedefli eğitimler sunulması ve günlük hayatla ilişkilendirilmesini önermektedir.

İlgün (2013), aday matematik öğretmenlerinin olasılık konusunun temel kavramlarına dair sahip oldukları kavram yanlışlarını ve sebeplerini incelediği çalışmasında, 12 öğretmen adayına 84 tane olasılık kavram yanlışının bulunduğu “Olasılık Kavram Yanılgısı Testi” uygulamış ve yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonuçlarında, katılımcıların hiçbirinin zaman çizelgesi ve bileşik olaylar ile ilgili soruları doğru yanıtlayamadığı rapor edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir kısmının da koşullu olasılık, örneklem büyüklüğünün etkisi, birleşim yanlışlığı ve temsiliyet ile ilgili soruları doğru yanıtlamamıştır. Çalışmada bazı yanlışların sebeplerinin soruların yanlış yorumlanması, ilk olaya odaklanması veya olasılık bağlamında örneklemden ziyade oranları dikkate alması gibi sebeplerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. İlgün (2013), bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen eğitim programlarında bu yanlışların giderilmesine yönelik yapılandırmalar önermektedir. Olasılık kavramlarına yönelik gerçek dünyadan örnekler kullanılmasına, teorik olasılık kavramının yanı sıra deneysel ve öznel olasılıklara da yer verilmesine ve kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik hedef odaklı bir hizmet içi eğitim vurgusu yapıldığı görülmektedir.

Ata (2013) karma desenli yürüttüğü çalışmasında, 100 matematik öğretmen adayının olasılık konusuna dair kavramsal ve işlemsel bilgilerini “Kavramsal Bilgi Testi” (KBT) ve “İşlemsel Bilgi Testi (İBT)” uygulayarak incelemiştir. Karma desenli yürütülen çalışmada adayların işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, öğretmen adaylarının olasılığın temel kavramlarını açıklamada ve günlük hayatla ilişkilendirmede yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun, literatürde de işaret edilen öğretim programının yoğunluğundan dolayı olabileceği ihtimaline değinen Ata (2013), bu sonucun öğrencilerin öğrenmesine de negatif etkide bulunarak kavramsal öğrenmelerini engelleyebileceğine ve öğrenme sürecinde pasif alıcı konuma getirdiğine işaret etmektedir. Bu nedenle, öğretmen yetiştirme programında işlemsel ve kavramsal bilginin dengesi göz önüne alınarak İstatistik ve Olasılık derslerinin gerçekleştirilmesini önermiş, aynı şekilde okullarda da seçmeli ders olarak eklenebileceğini bir tavsiye olarak sunmuştur.

Prodromou (2012), 100 öğretmen adayının deneysel ve teorik olasılık senaryolu iki farklı görevde teknolojiyi kullanma durumlarını ve deneysel olasılık-teorik olasılık kavramlarını nasıl ilişkilendirdiklerini vaka çalışması yöntemi ile incelemiştir. Çalışma, Avustralya’da bir üniversitede öğretmen adaylarına verilen matematik eğitimi dersinin ilk döneminde gerçekleştirilmiştir. 100 öğretmen adayı çevrimiçi ortamda olasılık dersi olarak süreçte deneysel ve teorik olasılık kavramlarına yönelik iki görevi bireysel olarak çalışmış, ayrıca yansıtıcı günlükler tutarak bu iki kavrama yönelik anlayışlarını ve çalıştıkları sorulara verdikleri cevapların gerekçelerini paylaşmışlardır. Çalışmanın odağı en yüksek performans gösteren katılımcıların teorik ve deneysel olasılık kavramları arasında nasıl bağlantılar kurduklarını incelemek olduğundan elde edilen veriler derecelendirildikten sonra arasından en açıklayıcı 10 odak portföyü veri analizi için belirlenmiştir. Süreçte aday öğretmenlerin, küçük veya büyük zar atışları içeren görevlerde rahat bir şekilde simülasyon kullandıkları, çıktıların farklı grafik gösterimlerini inceleyerek çeşitliliklerini etkin bir şekilde tartıştıkları bildirilmiştir.

Haller (1997), pedagojik ve matematik alan bilgilerini arttırmak için bir hizmet içi eğitim programına katılan 35 matematik öğretmenini incelemiştir. Çalışma anket ve vaka çalışmaları ile şekillendirilmiştir. Araştırmanın ilk aşamasında çalışmanın cebir, olasılık ve sayılar konularını kapsadığı bildirilmiştir. Katılımcılar, olasılık konusuna dair ön test-son test, kavram haritaları ve özdeğerlendirmeler aracılığıyla incelenmişlerdir. Bu çıktıların sonunda dört öğretmen çoklu vaka çalışması için seçilmiştir. Seçilen her katılımcının anlattığı beş olasılık dersi gözlemlenmiş ve katılımcılarla ayrıca mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Yapılan gözlemler ve mülakatlar transkript edilerek analiz edilmiştir. Öğretmenlerin eğitim öncesinde olasılık bilgisi ve öğretimi ön-test sonuçlarına göre düşük güven bildirdikleri raporlanmıştır. Ayrıca anlattıkları derslerde de bu sonucun yansıdığı bildirilmiştir. Fakat eğitim sonucunda yapılan son-teste göre öğretmenlerin olasılık bilgisi ve öğretimine yönelik güvenlerinde bir artış olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda dersleri incelenmek üzere seçilen dört öğretmenin olasılık öğretim süreçlerinin birbirinden farklılaştığı görülmüştür. Bu farklılığın deneyimlerinden ziyade alan bilgilerine ve öğretim programına yönelik farkındalıklarına bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir.

Olasılık öğretimi ile ilgili öğretmenler ve öğretmen adayları üzerine yapılan bu çalışmalar incelendiğinde, öğretmenlerin bilgi, özgüven ve öğretim uygulamalarında önemli zorluklara ve iyileştirme fırsatlarına işaret edildiği görülmektedir. Literatürdeki

temel bulgular, kavramsal anlama eksiklikleri, teorik ve deneysel olasılık arasındaki ilişkiyi kurmada güçlükler ve pedagojik alan bilgisi (PAB) yetersizliklerini gözler önüne sermektedir. Ata (2013), İlgün (2013) ve Doğucu (2013) gibi çalışmalar, öğretmen adaylarının karmaşık olasılık senaryolarında zorlandıklarını, yanlış anlamaların yaygın olduğunu ve işlemsel ve kavramsal bilgi eksikliklerinin bulunduğunu rapor etmektedir. Örneğin, İlgün (2013), matematik öğretmen adaylarının ileri düzey olasılık kavramlarında güçlükler yaşadıklarını belirtirken, Ata (2013) matematik öğretmen adaylarının orta düzeyde alan bilgisine sahip olduklarını vurgulamıştır.

Alan bilgisi, öz yeterlik ve öğretmenlik deneyim yılları arasındaki ilişki de olasılık öğretiminin biçimlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Haller (1997), alan bilgisinin öğretim kalitesini etkileyen bir faktör olarak genellikle öğretim deneyiminden daha önemli olduğunu ileri sürmüştür. Ancak, artan alan bilgisinin her zaman öz yeterlikle pozitif bir ilişki göstermediği de belirtilmiştir. Bu durum, öğretmen eğitimi programlarında bireysel farklılıkların dikkate alınması gerekliliğini vurgulamaktadır. Öğretmenlerin inançları ve tutumları da öğretim sürecini önemli ölçüde etkilemekte olup (Danışman ve Tanışlı, 2017), araştırmalar yanlış anlamaların ve olasılık kavramlarını gerçek yaşam bağlamına taşımadaki güçlüklerin devam ettiğini göstermektedir (Doğucu, 2013; İlgün, 2013; Önal, 2016).

Bu zorlukları aşmak için sıkça önerilen bir çözüm, kavramsal ve işlemsel bilginin dengelenmesi, teknoloji entegrasyonu ve pedagojik alan bilgisinin geliştirilmesi yoluyla öğretmen eğitimi programlarını güçlendirmektir. Prodromou (2012) ve Guinez vd. (2021) gibi deneysel çalışmalar, simülasyonlar ve hikâye anlatımı gibi yenilikçi öğretim yöntemlerinin tutumları ve olasılık kavramlarına yönelik anlama düzeyini iyileştirmede potansiyel faydalarını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Öçal (2014) ve Danışman ve Tanışlı (2017), öz yeterlik ve etkili pedagojik yaklaşımlara odaklanan öğretim stratejilerinin önemini vurgulamıştır.

Ayrıca, çalışmalar, olasılık öğretimindeki eksiklikleri gidermede TPAB'in kritik rolünü vurgulamaktadır. DeVaul (2017) ve Can (2018) gibi çalışmalar PAB ve genel pedagojik yaklaşımları incelemiş olsa da, teknoloji entegrasyonu halen sınırlıdır. TPAB, öğretmen adaylarının olasılık öğretimine hazırlığını anlamak için bütüncül bir çerçeve sunar. Gökkurt Özdemir (2017) ve Kurt Birel (2017) 'in yaptıkları çalışmalar da, temel olasılık kavramlarını ele alan ve teknolojiden yararlanarak öğretimi geliştiren öğretmen eğitimi programlarının tasarlanması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Çalışmalarda, hizmet içi eğitim programlarının, özellikle olasılık kavramlarını öğrencilerin günlük yaşam deneyimleriyle ilişkilendirerek ve yanlış anlamaları ele alarak öğretmenlerin olasılık bilgisi ve öz yeterliğini iyileştirmekte etkili olduğu görülmektedir. Kavram haritaları, vaka çalışmaları ve teknoloji odaklı etkinlikler gibi etkileşimli öğrenme stratejilerinin, öğretmenlerin pedagojik bakış açılarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Ayrıca, etkileşimli edebi anlatıların ve öğrenci düzeyine uygun araçların entegrasyonu, olasılık öğretimine yönelik tutumları daha olumlu hale getirebilmektedir.

Sonuç olarak incelenen bu çalışmalar, olasılık öğretiminin iyileştirilmesinin çok yönlü bir yaklaşım gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Öğretmen eğitimi programları, kavramsal anlama, teknoloji entegrasyonu ve pedagojik alan bilgisinin geliştirilmesine odaklanmalı; aynı zamanda eğitimcilerin bireysel farklılıklarını da dikkate almalıdır. Öğretmenler, öz yeterlik, inanç ve öğretim stratejilerini geliştirerek, yanlış anlamaları gidermeye, öğrencileri etkili bir şekilde dahil etmeye ve olasılık eğitimini hem teorik hem de uygulamalı bağlamlarda yüksek kalitede sunmaya hazırlanmalıdır.

2.5.3. Olasılık Öğretimi ile Teknolojiyi İlişkilendiren Çalışmalar

Gürbüz ve Birgün (2022) tarafından gerçekleştirilen, yedinci sınıfa giden öğrencilerin olasılık konusuna yönelik kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin etkisinin incelendiği çalışma, 37 öğrencinin kontrol ve deney grubu olarak kategorilendirildiği ve literatür yardımıyla geliştirilen anketin uygulandığı bir süreci içermektedir. Deney grubu bilgisayar destekli bir eğitim görürken kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sürecinde, kullanılan veri toplama aracı literatür desteğiyle geliştirilmiş ve uygulama sonucu, her iki yöntemin de kavram yanlışlarını azaltıcı bir etkiye sahip olmasına rağmen; gruplararası karşılaştırma yapıldığında deney grubundaki öğrencilerin bilgisayar destekli öğretimle beraber kavram yanlışlarını gidermede daha yüksek bir motivasyona sahip oldukları ve deney grubunun lehine anlamlı bir fark çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kapucu (2016), Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) materyallerinin 8.sınıf öğrencilerinin permütasyon, kombinasyon ve olasılık konularındaki başarılarını ve simülasyona yönelik tutumlarını incelemiştir. Yarı deneysel tasarım yöntemiyle yürütülen çalışma, 74 katılımcıyla gerçekleştirilmiştir. Ulaşılan sonuçlarda, öğrencilerin başarısının, demografik yapılarının ve teknolojik faktörlerin olasılık konusu üzerindeki anlamlı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, öğrencilerin sosyo-

ekonomik durumu, okulun teknolojik altyapısı gibi faktörlerin öğrencilerin bu konulardaki başarısı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığına ulaşılmış, güçlü bir ön matematiksel bilginin bu faktörlerden bağımsız olarak olasılık konusunda öğrencileri başarılı kılabilceği bildirilmiştir. Bu bulgular ışığında, BDÖ materyallerinin öğrencilerin olasılık konusuna yönelik başarılarını pozitif yönde etkilediği fakat öğrencilerin BDÖ tabanlı materyallere yönelik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuca ulaşamadığı bildirilmiştir. Araştırma, matematik eğitiminde soyut kavramların somutlaştırılması adına BDÖ materyallerinin geliştirilmesi ve kullanılmasını önermektedir.

Avaroğlu (2013), gerçek deneysel tasarıma dayanan araştırmasında, olasılık öğretiminde sunum biçimleri ve sezgisel hataların açıklamalarına göre hazırlanmış yazılımların, öğrencilerin akademik başarılarına, sezgisel düşüncelerine ve öğrenme süreçlerine etkilerini incelemiştir. Çalışmanın katılımcıları 167 altıncı sınıf öğrenciden oluşmaktadır. Öğrenciler dört deney grubu ve bir kontrol grubu olacak şekilde rastgele bir dağılım göstermiştir. Beş grup farklı öğretim yöntemlerine tabi olarak iki hafta boyunca haftada dört saat olasılık konusuna yönelik öğrenim görmüşlerdir. Deney gruplarına bilgisayar destekli materyaller ve geliştirilen dört oyun yazılımıyla, kontrol grubuna ise geleneksel yöntemle eğitim verilmiştir. Mantıksal düşünme testi, akademik başarı testi, sezgisel düşünme testi ve öğretim süreci değerlendirme anketi gibi araçlar ile veri toplama süreci gerçekleştirilmiştir. Sezgisel hataların açıklandığı adım adım problem çözüm süreci kullanan deney gruplarının akademik başarılarının geleneksel öğretim yöntemine tabi olan kontrol grubundan daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özyurt (2013), 11.sınıf matematik dersi olasılık ünitesine yönelik uyarlanabilir zeki web tabanlı bir yazılım sistemi geliştirmiştir. Geliştirdiği bu bilgisayarlaştırılmış uyarlanabilir test sistemini çoklu zekâ öğrenme stilleri temelli UZWEBMAT'a entegre ederek 11.sınıf öğrencilerin bu konu bağlamında bilgi seviyelerini ölçmeyi amaçlamıştır. Çalışmada öğrenciler UZWEBMAT'a ilk girdiklerinde öncelikle öğrenme stillerine yönelik testi çözmüşlerdir. Ardından öğrencilere permütasyon, kombinasyon, binom ve olasılık konularına ait testler her konunun sonunda uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda, geliştirilen yazılım sisteminin, öğrencilerin olasılık ünitesinde yer alan konulara dair bilgi düzeylerini ölçmede yüksek bir güvenilirlik katsayısı ile tespit edebildiği görülmüştür. Ayrıca öğrenme stilleri ve öğrencilerin tespit edilen bilgi

seviyelerinin arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığına bakıldığında, bu iki değişken arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tan, Harji ve Lau (2011), grafik hesap makinesi kullanımının öğrencilerin olasılık öğrenme süreçlerine yönelik tutumlarındaki rolünü incelemiştir. Yarı deneysel tasarım formunda yürütülen çalışmada, grafik hesap makinesi kullanan deneysel grup ve geleneksel yöntemleri kullanan kontrol grubu 14 haftalık bir süre içerisinde olasılık konusunu işlemişlerdir. Müdahale öncesi ve sonrasında Olasılık Tutum Anketi ile tutumları incelenmiştir. Gruplar arasındaki farkları değerlendirmek üzere t-testi, ANCOVA ve MANCOVA gibi analizlere başvurulmuştur. Çalışma sonuçlarında, grafik hesap makinesi kullanımının deney grubunda öğrencilerin olasılığa yönelik tutumlarını önemli ölçüde iyileştirdiğine, konuya dair ilgilerinin ve özgüvenlerinin arttığına ulaşılmıştır. Bununla beraber kontrol grubunda bulunan öğrencilerin tutumlarında bir düşüş gözlemlendiği ve geleneksel yöntemlerle olasılık kavramlarını anlamada güçlük çektikleri bildirilmiştir. Bu sonuçlar ışığında olasılık öğrenme sürecinde grafik hesap makinesi kullanımı, interaktif bir öğrenme ortamı oluşturması bakımından önerilmiştir. Buna ek olarak, grafik hesap makinesi kullanımının öğrencilerin olasılık öğrenme süreçlerinde kavramları anlamalarına destek olması bakımından da önemli olduğuna işaret edilmiştir.

Aslan (2010), öğrencilerin Scratch temelli olasılık öğrenme süreci tasarımlarını değerlendirdiği çalışma sürecinde olasılık başarı testi ön test- son test olarak uygulayarak oyun sürecinin etkisini araştırmıştır. Sürecin başında Scratch tanıtılarak temel alıştırmalar yapılmış ve taslak görevler verilerek yazılıma giriş yapılmıştır. İlerleyen süreçte olasılık konusuna yönelik bir paragraflık bir senaryo verilerek yazılıma dönüştürülmesi istenmiştir. Bu süre zarfında olasılık öğretimine dair hiçbir şey yapılmamıştır. 10 haftalık bu süreçten sonra araştırmacı son testi uyguladığında Scratch temelli olasılık öğrenme süreci yaşayan deney grubunun, geleneksel öğretim metodundaki öğrencilere göre geride kaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak etkinlikler, öğrencilerin olasılık başarılarını arttırmada ve problem çözme becerisini geliştirmede negatif bir etki ortaya çıkarmıştır.

Şen (2010), altıncı sınıf öğrencilerinin matematik dersinde bilgisayar destekli sezgisel düşünme kontrollü öğretimin, bilgisayar destekli öğretimin ve geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarıları, sezgisel düşünme düzeyleri ve öğrenme kalıcılığı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Yarı deneysel tasarım yöntemiyle yürütülen çalışmada, 53 kişilik bir örneklem grubuyla bir kontrol grubu ve iki deney

grubu oluşturulmuştur. Birinci deney grubuna sezgisel düşünme kontrollü bilgisayar destekli materyal kullanılarak, ikinci deney grubuna standart bilgisayar destekli öğretim materyali (Vitamin) kullanılarak, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemleriyle bir öğretim süreci gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, sezgisel düşünme kontrollü bilgisayar destekli öğretim gören grubun akademik başarısı ve sezgisel düşünme düzeyi, diğer iki gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek çıkmıştır. Bununla beraber bilgisayar destekli öğretim gören grup ile geleneksel matematik öğretimi gören kontrol grubu arasında hem akademik başarı hem de sezgisel düşünme düzeyleri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda, matematik eğitiminde öğretim süreçlerinin sezgisel yanılgıları azaltan ve matematiksel düşünmeyi geliştiren bilgisayar destekli materyallerle desteklenmesi önerilmiştir. Sezgisel düşünme kontrollü bilgisayar destekli materyallerin, öğrencilerin olasılık kavramına yönelik anlayışlarını geliştireceği ve sezgisel temelli hataları azaltmada önemli bir destek sunacağı vurgulanmıştır.

Esen (2009), bazı kazanımlarda geleneksel öğretim gören öğrencilere kıyasla bilgisayar destekli bir olasılık öğretim süreci geçiren öğrencilerin daha başarılı olduğu sonucuna işaret etmektedir. Fakat bununla birlikte bazı kazanımlarda da geleneksel öğretim süreci yaşayan öğrenciler lehine anlamlı bir sonuç ortaya çıkmıştır. Bunun nedeninin bilgisayar destekli eğitim materyalinin dönüt ve hedeflerin yapılandırılmasında ihtiyacı olan güncellemelere işaret edilmektedir. Genel resme bakıldığında geleneksel öğretim süreci ile bilgisayar destekli öğretim sürecinin birbirlerine yakın etkiler oluşturduğu ve başarı açısından büyük farklılıkların olmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada bilgisayar destekli materyalin problem becerisi kazandırma, dönüt verme ve hedefe odaklanabilme konusunda yetersiz kaldığı belirlenmiştir.

Öztürk (2005), 8.sınıflara yönelik olasılık konusunda bilgisayar destekli öğretim tasarımı yapmayı amaçlayarak deneysel ve teorik olasılığı bir arada deneyimlemeyi sağlayacak şekilde bir ders tasarımı gerçekleştirmiş; dijital ortamda deneysel olasılığı zar atma, para atma gibi simülasyonlarla ve teorik olasılığı da bilgilendirme pencereleri aracılığıyla öğretim sürecine dahil etmiştir. Analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme aşamalarına göre tasarlanan uygulamada, öğrenciyi sürece aktif olarak dahil eden ve ilgisini sürekli kılan bir süreç inşa edilmiştir. Etkinliklerle öğrenme, geri bildirim, teori ve deneysel olasılığı bir arada görebilme ve problem çözme becerilerini kapsayan yazılım, bir çalışma grubuna uygulanmamış fakat çalışma sonucunda tasarlanan

bu yazılımın hem öğrenciler hem de öğretmenler için önemli bir yardımcı olacağı eklenmiştir.

Çubuk (2004), 8.sınıflarda olasılık-permütasyon konusunda geleneksel-bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) metotlarının etkisini incelemiştir. Matematik Başarı Testi ön-son test olarak uygulanmıştır. Buna ek olarak Matematik Tutum Ölçeği, Bilgisayar Tutum Ölçeği ve Öğrenci Bilgi Formu uygulanmıştır. Deneysel araştırma yöntemiyle yürütülen çalışmada, BDÖ ile öğrenim gören deney grubunun olasılık başarı düzeylerinde ve konuya karşı tutumlarında geleneksel eğitim gören gruba göre daha yüksek bir başarı puanına sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca Çubuk (2004), BDÖ ve geleneksel eğitim grunundaki öğrencilerin başarılarında BDÖ lehine bir sonuç gelmesinde ebeveyn eğitim düzeyinin, cinsiyetin ve aylık gelirin anlamlı bir sonuç çıkarmadığını eklemiştir. Bu bulgular ışığında, BDÖ metodunun öğrencilerin permütasyon ve olasılık konusundaki başarısına Klasik Öğretim metoduna göre daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Jiang ve Potter (1993), olasılık öğretiminde yaşanan zorlukları gidermek ve etkili bir öğretim süreci sağlamak için olasılık kavramlarını tanıtmak amacıyla tasarlanan “Chance” adlı simülasyon tabanlı bir bilgisayar ortamında öğrencilerin öğrenme süreçlerini incelemiştir. Çalışmanın katılımcıları üç ortaokul öğrencisi ve bir ortaöğretim öğrencisi olmak üzere dört öğrencidir. Katılımcılar beş hafta boyunca haftada iki gün olacak şekilde bilgisayar ortamında çalışmışlardır. Çalışma ön test-serbest oyun aşaması, eğitim aşaması ve son test aşaması olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır. Öğrencilerin temel matematiksel kavramlar konusundaki bilgilerinin tespit edildiği ve Chance uygulamasını serbest bir şekilde keşfettikleri ilk aşamadan sonra, yedi seans boyunca simülasyon ve deneyler ile olasılık kavramlarını keşfetmişlerdir. Son test aşamasında, olasılık kavramlarını ne kadar öğrendikleri tespit edilerek süreç tamamlanmıştır. Sürecin sonunda simülasyon ortamının öğrencilerin ilgisini çektiği ve öğrencilerin fiziksel araçlarla yapılamayacak kadar büyük deneyleri hızlıca yapabilmelerine imkân sağladığı bildirilmiştir. Ayrıca yazılımla beraber, rastgelelik ve örneklem büyüklüğü gibi konularda dönütler verilmiştir. Dolayısıyla öğretim süresi önemli ölçüde azalmış, çünkü öğrenciler hızlı bir şekilde çok sayıda deney gerçekleştirebilmiştir. Çalışma sonucunda, Chance uygulamasının daha karmaşık ve çeşitli olasılık problemlerine yer verecek şekilde geliştirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, yazılımın geri bildirim mekanizmasının geliştirilmesi ve problem çözme gibi alanlarda da öğrencilere rehberlik sağlaması yönünde bir güçlendirme önerilmiştir.

İncelenen çalışmalar, teknoloji destekli olasılık öğretiminin farklı eğitim seviyelerinde, özellikle ortaokul ve lise düzeyinde yoğun bir şekilde araştırıldığını göstermektedir. Araştırmacılar; simülasyon ortamları (Chance), bilgisayar destekli öğretim (BDÖ), grafik hesap makineleri, Scratch gibi oyun tabanlı platformlar ve uyarlanabilir web tabanlı sistemler gibi çeşitli teknolojik müdahaleleri kullanmışlardır. Jiang ve Potter (1993), Çubuk (2004) ve Tan vd. (2011) gibi araştırmacılar; simülasyon ortamları, bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) ve grafik hesap makineleri gibi çeşitli teknolojik müdahaleleri kullanmışlardır. Şen (2010) ve Avaroğlu (2013) tarafından yapılan çalışmalar, teknolojinin sezgisel düşünmeyi ele alma ve matematiksel kavram yanlışlarını azaltmadaki potansiyelini vurgulamıştır.

Bu çalışmalar, teknolojinin öğrencilerin matematiksel başarıları, kavramsal anlayışları, olasılığa yönelik tutumları ve sezgisel hataların azaltılması üzerindeki etkisini incelemiştir. Yöntemsel yaklaşımlar farklılık gösterse de ortak bir bulgu öne çıkmıştır: teknoloji, geleneksel öğretim yöntemlerinin kolayca sağlayamayacağı etkileşimli, deneyimsel öğrenme ortamları sunarak olasılık eğitimi dönüştürme potansiyeline sahiptir.

Örneğin, Gürbüz ve Birgün (2012), bilgisayar destekli öğretimin olasılık konusundaki kavram yanlışlarını önemli ölçüde azalttığını belirtirken, Kapucu (2016) teknolojik öğrenme araçlarının etkili kullanılmasında önceki matematik bilgisinin önemini vurgulamıştır. Öztürk (2005) ve Özyurt (2013) ise uyarlanabilir ve entegre teknolojik platformların olasılık eğitimindeki potansiyelini ortaya koymuştur. Çalışmalarda, simülasyon tabanlı öğretim süreçlerinin öğrencinin ilgisini arttırdığı, olasılığın temel kavramlarını keşfetme süresini kısalttığı ve büyük veri setlerini incelemeye olanak sağladığı görülmektedir. BDÖ süreçlerinin yaptığı katkı kabul edilmekle beraber, bazı kazanımlarda geleneksel öğretim süreçlerinin de etkili olabileceğine dikkat çekilmiştir. Bu bulgulara ek olarak motivasyonu arttırmada ve kavram yanlışlarını gidermede BDÖ'nün önemli katkılar sağladığı görülmektedir. Fakat bazı çalışmalarda teknolojinin öğretim sürecinde yetersiz kaldığı ve akademik başarıda etkisinin anlamlı bir fark oluşturmama ihtimallerine de işaret edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında yazılımın öğretim sürecinde kullanım amacının ve dönüt mekanizmalarının önemli olduğu görülmektedir. Dolayısıyla öğretmenlerin teknolojiyi entegre etme amaçlarının ve materyallerin kalitesinin önemine işaret edilebilir.

Öğretmen adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) öz-yeterliliklerinin ölçülmesi motivasyonu, bu bulgulardan kaynaklanmaktadır. Teknoloji destekli öğrenmenin etkinliği büyük ölçüde, eğitimcilerin teknolojik araçları anlamlı bir şekilde entegre etme konusundaki özgüvenine ve yetkinliğine bağlıdır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterliliklerini incelemek, teknolojinin sunduğu potansiyel ile pedagojik uygulamalar arasındaki boşluğu kapatmayı amaçlamakta; gelecekteki eğitimcilerin, teknolojiyi kullanarak olasılık öğretimini daha etkili ve ilgi çekici hale getirmeye ne kadar hazır olduklarını anlamaya katkı sağlamaktadır.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve analizi süreçlerine ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına ilişkin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) öz-yeterliklerini belirlemeyi ve bu alanda geçerli-güvenilir bir ölçme aracı geliştirmeyi amaçlayan metodolojik bir çalışmadır. Araştırma problemlerinin doğası gereği nicel araştırma yaklaşımı benimsenmiş ve tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, geniş grupların özelliklerini betimlemeyi amaçlayan bir yaklaşım olması ve öz-yeterlilik gibi duyuşsal özelliklerin ölçülmesinde etkili bir yöntem sunması nedeniyle tercih edilmiştir (Büyüköztürk, Akgün, Karadeniz, Demirel ve Kılıç Çakmak, 2018). Araştırma iki temel aşamada gerçekleştirilmiştir:

1. Ölçek geliştirme aşaması (pilot uygulama)
2. Öz-yeterlilik düzeylerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması aşaması (nihai uygulama)

3.2 Çalışma Grubu

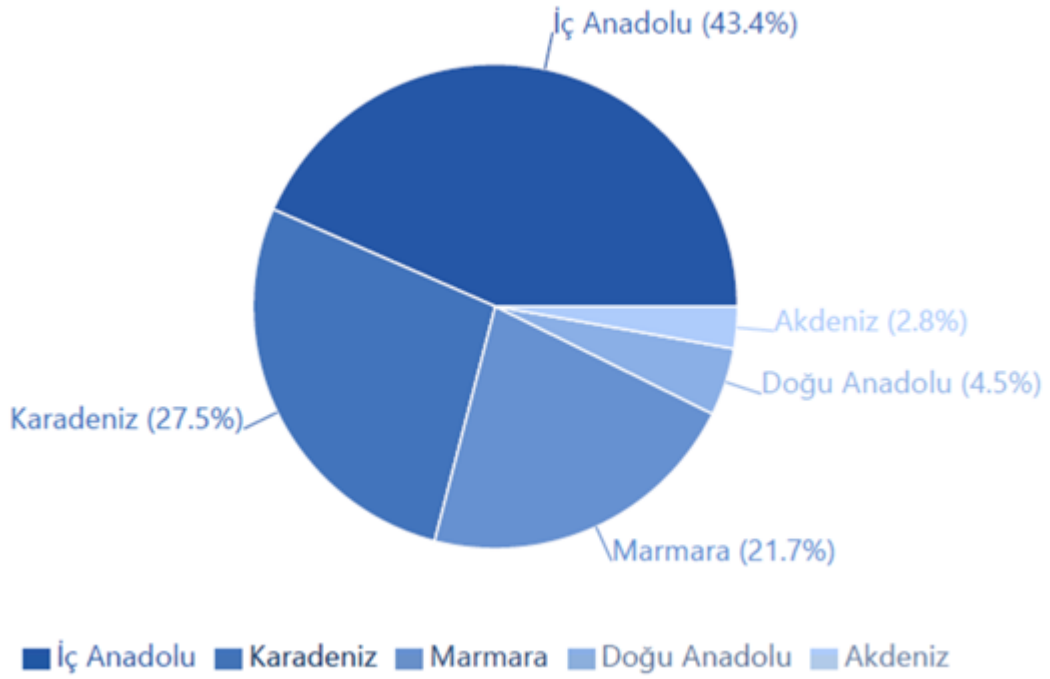
Bu araştırmanın evrenini, 2023-2024 eğitim öğretim yılında Türkiye'deki devlet ve vakıf üniversitelerinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği programlarında öğrenim gören ve Olasılık ve İstatistik Öğretimi dersini almış veya almakta olan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Bu evrenden, ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılarak araştırmanın çalışma grubu belirlenmiştir (Büyüköztürk vd., 2018). Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden dengeli bir temsiliyet sağlamak amacıyla; pilot uygulama için beş, nihai

uygulama için üç farklı coğrafi bölgeden üniversiteler çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma grubu seçiminde coğrafi bölge çeşitliliği, ders alma durumu ve gönüllü katılım kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu örnekleme süreci sonucunda pilot çalışmaya 465, nihai çalışmaya ise 446 öğretmen adayı katılım sağlamıştır. Böylece araştırmanın çalışma grubu, belirlenen kriterlere uygun ve yeterli sayıda katılımcı ile oluşturulmuştur. Çalışma grubunun özellikleri, pilot uygulama ve nihai uygulama olmak üzere iki alt başlıkta detaylı olarak sunulmuştur.

3.2.1 Pilot Çalışma Grubu

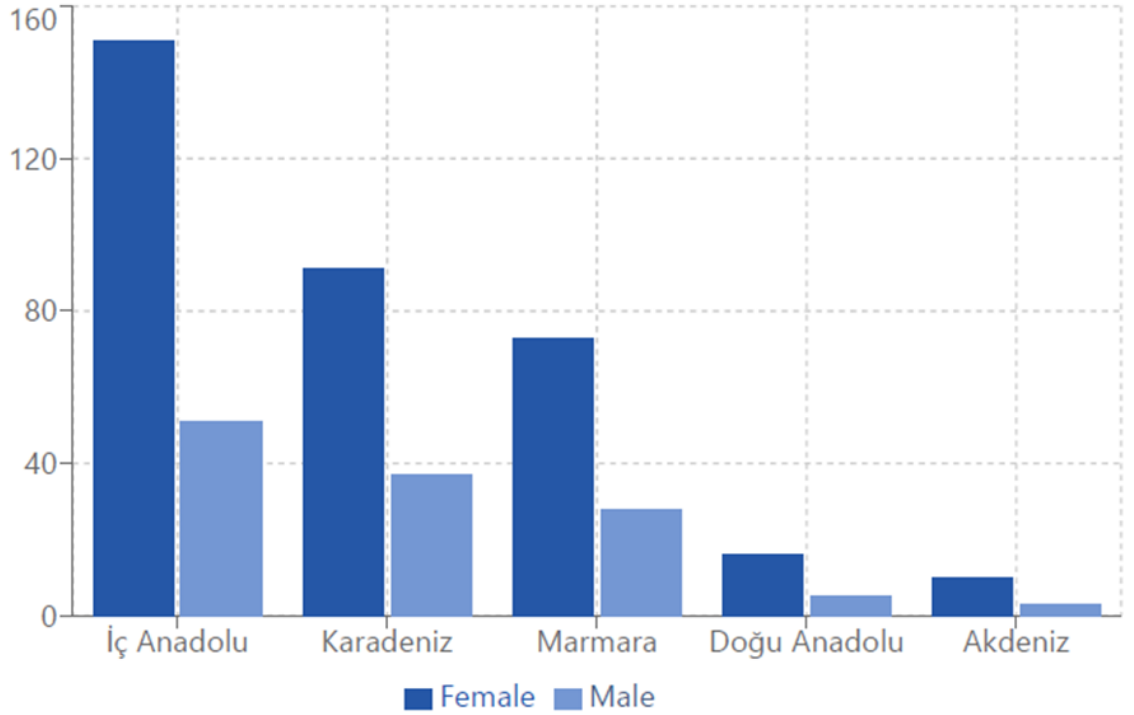
Pilot çalışma grubunu, 2023-2024 eğitim öğretim yılında İlköğretim Matematik Öğretmenliği programlarında öğrenim gören ve Olasılık ve İstatistik Öğretimi dersini tamamlamış olan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden belirli bir temsiliyet sağlamak amacıyla, İç Anadolu, Karadeniz, Marmara, Doğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinden toplam 14 üniversite çalışmaya dahil edilmiştir.

Bu süreç sonucunda toplam 465 öğretmen adayı çalışmaya dahil edilmiştir. Elde edilen çalışma grubu büyüklüğü, ölçek geliştirme çalışmaları için önerilen 'madde sayısının en az 5 katı' kriterini (Tabachnick ve Fidell, 2013) karşılamaktadır ($62 \text{ madde} \times 5 = 310 < 465$).



Şekil 3. Pilot Çalışma Grubunun Bölgesel Dağılımı (n= 465)

Şekil 3'te görüldüğü üzere, pilot çalışmaya katılan üniversitelerin bölgesel dağılımında İç Anadolu bölgesi %43,4, Karadeniz %27,5, Marmara %21,7, Doğu Anadolu %4,5 ve Akdeniz %2,8 oranlarında yer almaktadır.



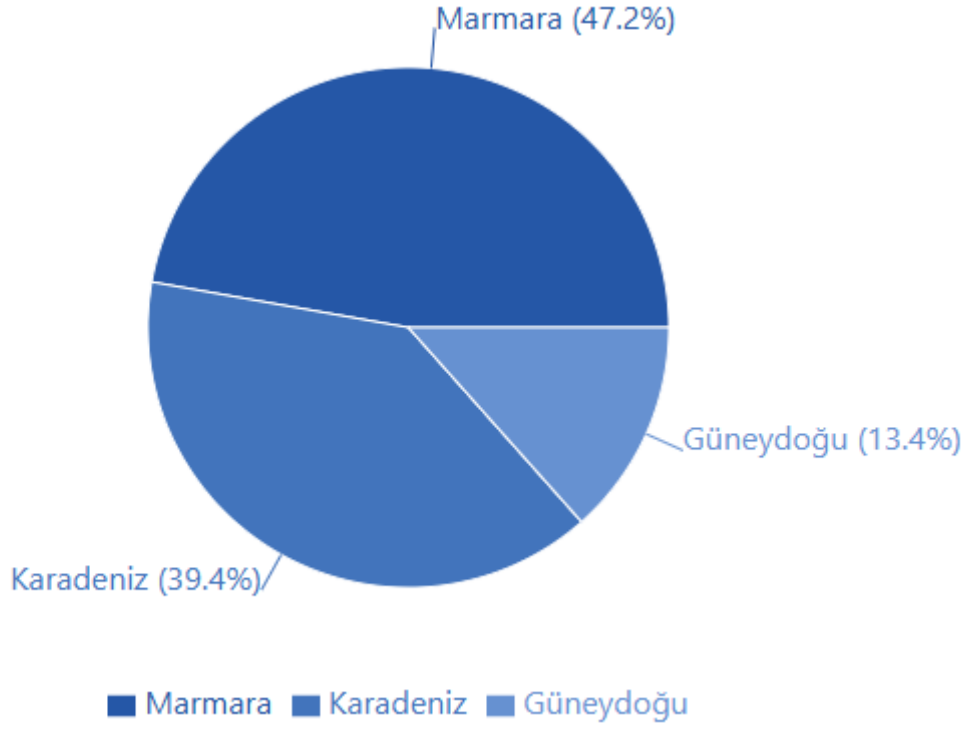
Şekil 4. Cinsiyet Dağılımına Ait Çubuk Grafiği

Şekil 4'te bölgelere göre cinsiyet dağılımı sunulmuştur. İç Anadolu bölgesinden 151 kadın, 51 erkek; Karadeniz bölgesinden 91 kadın, 37 erkek; Marmara bölgesinden 73 kadın, 28 erkek; Doğu Anadolu bölgesinden 16 kadın, 5 erkek ve Akdeniz bölgesinden 10 kadın, 3 erkek öğretmen adayı çalışmaya katılmıştır.

3.2.2 Nihai Çalışma Grubu

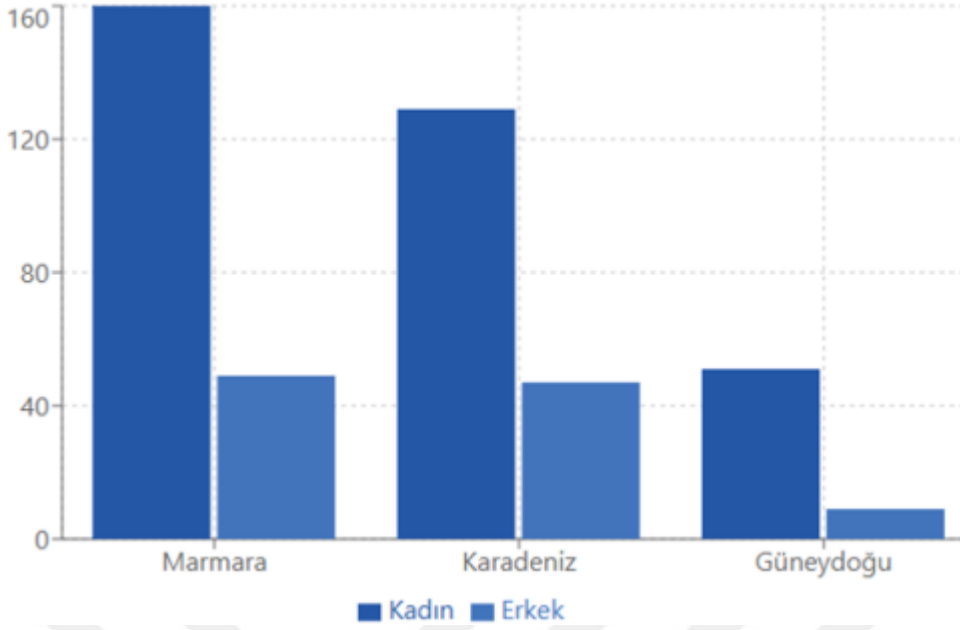
Nihai çalışmanın çalışma grubu, 2023-2024 eğitim öğretim yılında İlköğretim Matematik Öğretmenliği programlarında öğrenim gören ve *Olasılık ve İstatistik Öğretimi* dersini tamamlamış öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Pilot uygulamadan edinilen deneyimler ve yanlılığı önlemek amacıyla, farklı üniversiteler seçilmiş ve çalışmada *Karadeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu* bölgelerine odaklanılmıştır.

Araştırmaya gönüllü katılım gösteren öğretmen adaylarına ulaşılmış ve toplam 446 öğretmen adayı çalışmaya dahil edilmiştir. Cinsiyet dağılımı açısından ise 340 öğrencinin (%76.4) kadın, 105 öğrencinin (%23.6) erkek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. Nihai Çalışma Grubuna Ait Bölgesel Dağılımı (n=446)

Şekil 5'te görüldüğü üzere, çalışmaya Marmara Bölgesi'nden 211 (%47.2), Karadeniz Bölgesi'nden 176 (%39.4) ve Güneydoğu Bölgesi'nden 59 (%13.4) öğretmen adayı katılmıştır.

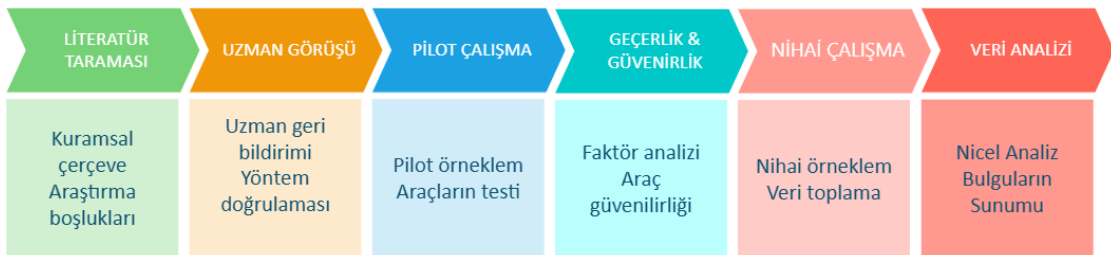


Şekil 6. Nihai Çalışma Grubunun Bölgelere Göre Cinsiyet Dağılımı

Şekil 6'da sunulan cinsiyet dağılımı incelendiğinde, örneklemin 340'ını (%76.4) kadın, 106'ını (%23.6) erkek öğretmen adayları oluşturmaktadır.

3.3. Veri Toplama Aracının Hazırlanması

Geliştirilen TPAB-OÖ ölçeği, öğretmen adaylarının olasılık öğretiminde teknolojik pedagojik alan bilgilerine yönelik öz-yeterlik algılarını ölçmeyi amaçlayan 5'li Likert tipi bir ölçektir. Ölçek maddeleri '1: Kesinlikle Katılmıyorum', '2: Katılmıyorum', '3: Kararsızım', '4: Katılıyorum' ve '5: Kesinlikle Katılıyorum' şeklinde derecelendirilmiştir. Ölçeğin geliştirilme süreci sistematik bir yaklaşımla yürütülmüş ve altı temel aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu süreç Şekil 7'de özetlenmiştir.



Şekil 7. Ölçek Geliştirme Sürecinde İzlenen Adımların Şematik Açıklaması

Bu çalışmada izlenen ölçek geliştirme süreci Şekil 8'de gösterildiği gibi, literatür taraması ile başlamış, uzman görüşleri doğrultusunda şekillenmiş ve sırasıyla pilot çalışma, geçerlik-güvenirlik analizleri, asıl çalışma ve veri analizi aşamalarıyla devam etmiştir. Her bir aşamada gerçekleştirilen temel faaliyetler şematik gösterimde özetlenmiştir. Aşağıda bu süreçte gerçekleştirilen çalışmalar detaylı olarak açıklanmaktadır.

3.3.1. Alanyazın Taraması ve Ölçek İhtiyacının Belirlenmesi

Alanyazında öğretmenlerin olasılık konusuna yönelik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) öz-yeterliliklerini inceleyen bir ölçeğe rastlanmamıştır. TPAB kapsamındaki çalışmalar iki ana kategoride incelenmektedir:

1. Kuramın bilgisel olarak incelendiği çalışmalar (Abunda, Nancy, 2021; Bonafini ve Lee, 2021; González ve Arnal-Bailera, 2021; Koehler, Mishra, ve Cain, 2013; Koehler ve Mishra, 2005; Koehler ve Mishra, Yahya ve Yadav, 2004; Koehler ve Mishra, 2008; Landry, 2010; Listiawan, As'ari ve Muksar, 2018; Önal, 2016; Taşar ve Yılmaz Ergül, 2023; Willermark, 2018; Wu, 2013).
2. Öğretmenler için özel yaklaşımlar ve TPAB'i ölçmeye yönelik ölçme araçları geliştirmeye odaklanan çalışmalar (Aşık ve Sunman, 2022; Baran ve Canbazoglu-Bilici, 2015; Graham, Burgoyne, Cantrell, Smith, Clair ve Harris, 2009; Önal, 2016; Dikkartın Övez ve Akyüz, 2013; Özdemir, 2014; Öztürk ve Horzum, 2011; Schmid, Brianza, Petko, 2020; Schmidt, Baran, Thompson, Koehler, Mishra ve Shin, 2009; Sofyan, Habibi, Sofwan, 2023; Şahin, 2011; Valtonen vd., 2015; Yeh, Hsu, Wu, Hwang ve Lin, 2014)

Mevcut çalışmalarda öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB'leri genel kapsamda incelenmiş, ancak spesifik öğrenme alanlarına odaklanmış bir ölçme aracına ulaşılamamıştır.

3.3.2. Referans Alınan Ölçekler ve Özellikleri

TPAB alanındaki ölçekleri belirlemek amacıyla, 2000-2023 yılları arasında Web of Science, ERIC ve TR Dizin veri tabanlarında sistematik bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Tarama sürecinde, 'TPACK', 'TPAB', 'mathematics education', 'scale development' ve 'instrument validation' anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, kapsamlı TPAB bileşenleri değerlendirmesi, matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonuna özgü yaklaşımları ve araştırma bağlamına

uygunluğu nedeniyle üç temel ölçek referans alınmıştır: TPACK-Math (Önal, 2016), TPACK (Schmidt vd., 2009) ve M-TPACK (Landry, 2010). Bu ölçeklerin yanı sıra, TPAB'ın farklı boyutlarını değerlendiren diğer ölçeklerden de yararlanılmıştır.

Archambault (2010) tarafından geliştirilen ölçek, çevrimiçi öğrenme ortamlarında teknoloji destekli öğretimini değerlendiren madde yapısıyla dikkat çekmiştir. Özellikle simülasyon ve animasyon gibi dijital araçların kullanımına yönelik maddeler, olasılık kavramlarının sanal ortamlarda nasıl ele alınabileceğine dair önemli bir perspektif sunmuştur.

Graham (2009) ölçeği, teknoloji entegrasyonunu öğretimin planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi aşamalarıyla bütünleşik bir süreç olarak ele alan yaklaşımıyla öne çıkmıştır. Bu süreç odaklı yaklaşım, olasılık öğretiminde teknoloji kullanımının farklı aşamalarını değerlendirmeye yönelik maddelerin geliştirilmesinde rehberlik etmiştir.

Kirschner ve diğerleri (2015) tarafından geliştirilen ölçek ise, matematik öğretiminin pedagojik boyutlarını derinlemesine ele alan madde yapısıyla önemli bir katkı sağlamıştır. Öğrenci zorluklarını ve kavram yanlışlarını merkeze alan bu yaklaşım, teknoloji destekli olasılık öğretiminin pedagojik boyutlarını değerlendiren maddelerin oluşturulmasında etkili olmuştur.

TPACK-Math Ölçeği (Önal, 2016), Türkiye'deki matematik öğretmenlerinin TPAB yeterliliklerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek üzere geliştirilmiştir. Yüksek psikometrik değerlere sahip olan ölçek (Cronbach Alfa=0,92; CFI=0,91; RMSEA=0,05), çevrimiçi ve çevrimdışı teknoloji entegrasyonunu ayrı boyutlarda ele almasıyla dikkat çekmektedir. 66 madde ve sekiz alt boyuttan oluşan yapısı, TPAB çerçevesinin tüm bileşenlerini detaylı bir şekilde ölçmektedir.

Schmidt ve diğerleri (2009) tarafından geliştirilen TPACK Ölçeği, alandaki en yaygın kullanılan ölçeklerden biridir. 42 maddelik yapısı, farklı kültürlere uyarlanabilirliği kanıtlanmış ve çok sayıda geçerlik çalışmasıyla desteklenmiştir. Yedi alt boyutun her biri için yüksek iç tutarlılık katsayıları (0,75 ile 0,92 arası) ve güçlü yapı geçerliği (CFI=0,92; TLI=0,90) rapor edilmiştir.

M-TPACK Ölçeği (Landry, 2010), matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonunun spesifik yönlerini ölçmeye odaklanmıştır. 28 maddelik yapısı ve yüksek güvenirlik değerleri (0,85 ile 0,90 arası) ile dikkat çekmektedir. Ayrıca, Archambault (2010), Graham (2009) ve Kirschner ve diğerleri (2015) tarafından geliştirilen ölçekler, çevrimiçi öğretim, süreç odaklı değerlendirme ve pedagojik alan bilgisi boyutlarında önemli katkılar sunmuştur.

İncelenen ölçekler, TPAB'ın ölçülmesinde farklı yaklaşımlar sunmakla birlikte, özellikle olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonunu spesifik olarak değerlendiren bir ölçeğin eksikliği dikkat çekmiştir. Bu nedenle, mevcut ölçeklerin güçlü yönleri temel alınarak, olasılık öğretiminde TPAB'ı değerlendirmeye yönelik yeni bir ölçek geliştirme çalışması planlanmıştır. Bu yeni ölçek, hem teorik hem de pratik açıdan alana önemli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

3.4. Ölçek Geliştirme Süreci

TPAB-OÖ ölçeğinin geliştirilmesi, kapsamlı ve sistematik bir yöntem takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Bu süreç, ilgili literatürün incelenmesi, madde havuzunun oluşturulması, uzman değerlendirmeleri ve pilot uygulamalar gibi bir dizi bilimsel adımı içermektedir (DeVellis, 2016; Seçer, 2018). Ölçek geliştirme sürecinde, olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonunun çok boyutlu doğası ve TPAB çerçevesinin teorik yapısı dikkate alınmıştır. Aşağıda, bu sürecin aşamaları detaylı olarak açıklanmaktadır.

3.4.1. Madde Havuzunun Oluşturulması

Ölçek maddeleri üç temel kaynaktan yararlanılarak oluşturulmuştur:

1. Mevcut TPAB ölçeklerinden referans alınan teknoloji, pedagoji ve ilgili bilgi boyutları (Graham, 2009; Schmidt, 2009; Archambault, 2010; Landry, 2010; Önal, 2016)
2. YÖK İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'ndaki Olasılık ve Olasılık ve İstatistik Öğretimi derslerinin içerikleri
3. Türkiye, Yeni Zelanda, İngiltere ve Amerika öğretim programlarındaki olasılık kazanımları (Çanakçı ve Köklü, 2023). Bu ülkelerin seçilmesi, Çanakçı ve Köklü'nün (2023) araştırmasında belirtildiği gibi, farklı matematik öğretim

geleneklerine sahip ülkelerin olasılık öğretim yaklaşımlarını karşılaştırmalı olarak inceleme amacına dayanmaktadır. İngiltere'nin sistematik aşamalı öğretim yapısı, Amerika'nın NCTM standartları doğrultusunda geliştirdiği olasılık öğretim yaklaşımı ve Yeni Zelanda'nın olasılık öğretimindeki özgün modeli, Türkiye'deki olasılık öğretimi için uluslararası bir çerçeve sunmaktadır.

3.4.2. Uzman Değerlendirme ve İyileştirme Süreci

Geliştirilen ölçeğin psikometrik açıdan güçlü ve teorik bağlamda geçerli olmasını sağlamak amacıyla kapsamlı bir uzman değerlendirme süreci yürütülmüştür. Bu süreç, ölçeğin hem içerik geçerliğini sağlamak hem de olasılık öğretiminde teknolojik pedagojik alan bilgisine yönelik öz-yeterlilik yapısını doğru şekilde ölçmek için sistematik bir yaklaşım içermektedir. Uzman değerlendirme süreci, başlangıç aşamasından nihai forma ulaşana kadar birkaç iterasyon içermiş ve aşağıda detaylandırılan aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

3.4.2.1. İlk Değerlendirme Aşaması

- Kapsamlı bir literatür taraması yapılarak başlangıçta 225 maddelik taslak ölçek oluşturulmuştur.
- TPAB ve eğitim teknolojileri alanında çalışmaları bulunan, olasılık ve istatistik öğretimi dersi veren bir matematik eğitimi uzmanı tarafından gerçekleştirilen ilk değerlendirme sonrasında madde sayısının azaltılması gerektiği belirlenmiştir.

3.4.2.2. Panel Görüşmeleri ve Madde Havuzu Düzenlemesi

Bu ilk geri bildirim sonrasında, madde havuzunu düzenlemek amacıyla iki matematik eğitimi uzmanı ile kapsamlı bir panel görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme sırasında, aynı kazanımları farklı ifadelerle sunan maddeler ve tek bir maddede birden fazla kazanımı değerlendirmeye yönelik maddeleri çıkarılarak madde havuzu yeniden düzenlenmiştir.

Madde havuzunun indirgenmesi sürecinde şu spesifik kriterler uygulanmıştır:

- **İçerik Tekrarı Kriteri:** Aynı kazanımı farklı sözcüklerle ifade eden maddeler belirlenerek, en açık ve kapsayıcı ifadeye sahip olan madde korunmuştur. Örneğın, 'olasılık hesaplamalarında teknoloji kullanımı' ile ilgili benzer içeriğeye sahip üç madde tek bir kapsamlı maddeye dönüştürölmüştür.
- **Çoklu Kazanım Kriteri:** Tek bir maddede birden fazla kazanımı değerlendirmeye çalışan maddeler belirlenmiş ve bu maddeler ayrıştırılarak ya da sadeleştirilerek yeniden yapılandırılmıştır. Bu süreçte, her bir maddenin tek bir spesifik yeterliği ölçmesi hedeflenmiştir. Örneğın, ilk taslakta yer alan "Olasılık konusunda doğal olayların gösterimini hızlandırmasına veya yavaşlatmasına olanak tanıyan dijital teknolojileri kullanabilirim" maddesi, metodolojik açıdan çoklu değişken problematiğiyi barındırmaktaydı. Bu madde, ölçüm netliğini artırmak amacıyla son formda "Öğrencilerin olasılık konusuna yönelik modelleri oluşturmalarına ve manipöle etmelerine olanak tanıyan dijital teknolojileri kullanabilirim" (Madde 49) şeklinde daha monolitik bir yapıya kavuşturulmuştur.
- **TPAB Boyut Uygunluğu:** Her bir maddenin TPAB çerçevesinin hangi boyutunu ölçtüğüyü detaylı olarak incelenmiş, birden fazla boyuta karşılık gelen veya boyut aidiyeti belirsiz olan maddeler yeniden düzenlenmiş veya çıkarılmıştır. Örneğın, ilk taslakta "Olasılık öğretimini zenginleştirmek için flash animasyonlar ve grafik çizimler kullanabilirim" maddesi, epistemolojik açıdan hem Teknolojik Alan Bilgisi hem de Teknolojik Pedagojik Bilgi boyutlarıyla kesişim göstermekteydi. Son formda bu madde, "Olasılık problemlerinin çözümünde sürece teknolojiyi entegre edebilirim" (Madde 53) şeklinde yeniden kavramsallaştırılarak TPAB çerçevesinde daha netlikle konumlandırılmıştır.
- **Ölçülebilirlik Kriteri:** Maddelerin öğretmenlerin gözlemlenebilir ve ölçülebilir yeterliklerine odaklanması sağlanmıştır. Soyut veya belirsiz ifadeler içeren maddeler somut ve ölçülebilir göstergelere dönüştürölmüştür. Örneğın ilk taslakta yer alan "Olasılıksal bir düşünme biçimi kullanabilirim" ifadesi operasyonel tanımlaması güç, soyut bir yeterliğiyi işaret etmekteydi. Psikometrik özellikleri geliştirmek amacıyla bu madde, son formda "Olasılıkla ilgili problemleri çözmek için çeşitli yol ve stratejileri kullanabilirim" (Madde 36) şeklinde daha somut, gözlemlenebilir ve ölçülebilir bir yapıya dönüştürölmüştür.

Bu titiz iyileştirme süreci, daha odaklı bir ölçek elde edilmesini sağlamış ve madde sayısını 68'e indirmiştir. Daha sonra, yapılandırılmış madde havuzu, olasılık, olasılık öğretimi, pedagojik alan bilgisi ve TPAB konularında uzmanlaşmış iki matematik eğitimcisine sunulmuştur. Bu uzmanlar, her bir maddenin hedeflenen Olasılık-TPAB Öz-Yeterlik yapısını etkili bir şekilde ölçüp ölçmediğini değerlendirmiştir.

Uzman değerlendirmelerine dayanarak, ölçeğin netliğini ve etkinliğini artırmak için çeşitli iyileştirmeler yapılmıştır. İçerik derlemesi, çakışan maddelerin birleştirilmesiyle sağlanmış; örneğin, ayrı bir "prompt yazabilme" maddesi, ilgili web uygulamalarını da içerecek şekilde kapsamlı bir şekilde düzenlenen 4. maddeye dahil edilmiştir. Ayrıca, terminolojideki düzenlemelerle anlam doğruluğu ve pedagojik uygunluk artırılmıştır. Örneğin, 40. maddede "zorlayacak sorular" ifadesi, daha pedagojik açıdan uygun olan "sağlayacak sorular" terimiyle değiştirilmiş, 62. maddede ise "internet" kelimesi yerine daha geniş bir kavram olan "teknoloji" kullanılmıştır. Bu değerlendirme aşaması, ölçeğin içerik geçerliliğini ve belirlenen teorik yapıya uygunluğunu sağlamada kritik bir rol oynamıştır.

Sonuç olarak ölçek, TPAB, olasılık ve istatistik, pedagojik alan bilgisi ile eğitim teknolojisi alanlarında çalışmaları ve ders verme deneyimi bulunan üç uzman ve ayrıca iki matematik eğitimi uzmanı ile yapılan son panel tartışması sonucunda şekillendirilmiştir.

3.5. Son Değerlendirme ve Düzenlemeler

Ölçeğin kapsam geçerliği *Davis Tekniği* kullanılarak sınanmıştır. *Davis Tekniği*, ölçek geliştirme sürecinde aday maddelerin uzman değerlendirmesine tabi tutulmasını içeren sistematik bir yaklaşımdır (Davis, 1992). Bu süreçte, en az 3 en fazla 20 uzmandan, her bir maddenin hedeflenen yapıyı ölçme derecesini değerlendirmeleri istenir.

Değerlendirme aşamasında dört matematik eğitimi uzmanı, maddeleri aşağıdaki kriterlere göre derecelendirmiştir:

1. Madde Uygun Değil
2. Madde Ciddi Olarak Gözden Geçirilmeli
3. Madde Biraz Gözden Geçirilmeli
4. Madde Uygun

Uzman görüşlerinin nicel analizinde Kapsam Geçerlik Oranı (KGO) hesaplanmıştır. KGO değeri şu formül ile elde edilmiştir:

$$KGO = \frac{N_{A\&B}}{2}$$

Formülde:

- N_A : :Maddeyi "uygun" olarak değerlendiren uzman sayısını
- N_B : :Maddeyi "biraz gözden geçirilmeli" olarak değerlendiren uzman sayısını
- N : Toplam uzman sayısını temsil etmektedir

Uzman değerlendirme sürecinde kullanılan yapılandırılmış değerlendirme formu, demografik bilgiler, değerlendirme yönergesi, madde değerlendirme tablosu, TPAB boyutları kontrol listesi ve genel değerlendirme bölümlerini içerecek şekilde tasarlanmıştır. Form, her bir maddenin 1-4 arası puanlanmasına olanak sağlayan bir yapıda düzenlenmiş ve uzmanların nitel geribildirimlerini de içerecek şekilde yapılandırılmıştır.

Bir maddenin ölçekte kalabilmesi için gerekli minimum KGO değeri 0,80 (Davis, 1992) olarak belirlenmiştir. Bu değerin altında kalan iki madde, düşük kapsam geçerlik oranları nedeniyle ölçekten çıkarılmıştır. Yapılan düzenlemeler sonucunda, minimum KGO değeri 1,33 olan 62 maddelik nihai form elde edilmiştir. Uzman değerlendirmeleri sonucunda maddelerin KGO değerleri 1,33 ile 2,00 arasında değişmektedir (bkz. Ek-1).

3.5.1. Dil Uzmanı İncelemesi

- Kapsamlı dilsel ve anlamsal düzenlemeler yapılmıştır
- Teknik doğruluk korunarak netlik ve erişilebilirlik sağlanmıştır

Ölçek, bu süreçlerin ardından pilot uygulama için hazır hale gelmiştir.

3.6. Verilerin Toplanması

Çalışmada nicel verilerin toplanması pilot ve nihai uygulama olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Her iki aşamada da öğrencilere ortalama 20 dakikalık süre verilmiştir. Daha fazla öğrenciye ulaşabilmek, veri çeşitliliğini artırmak ve evrenin daha iyi temsilini sağlamak amacıyla veriler hem online hem de kâğıt ortamında toplanmıştır. Toplanan veriler elektronik ortama aktarılmıştır.

3.6.1. Pilot Uygulama Verilerinin Toplanması

TPAB-OÖ ölçeğinin pilot uygulaması, uzman görüşleri doğrultusunda son hali verildikten sonra, olasılık ve istatistik öğretimi dersini tamamlamış 465 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama iki aşamalı olarak yürütülmüş; ilk aşamada 262 katılımcıya elektronik form aracılığıyla, ikinci aşamada ise 203 katılımcıya kağıt form aracılığıyla ulaşılmıştır. Katılımcılara ölçeği tamamlamaları için ortalama 20 dakikalık süre tanınmış ve ölçek formunun giriş kısmına araştırmanın amacını ve kapsamını içeren bilgilendirme metni ile araştırmacının iletişim bilgileri eklenmiştir. Toplanan veriler, açıklayıcı faktör analizi yapmak üzere araştırmacı tarafından Microsoft Excel programına aktarılmış ve R (Sürüm 4.4.2) paket programı için uygun formatta düzenlenmiştir.

3.6.2. Nihai Uygulama Verilerinin Toplanması

Pilot uygulamadan elde edilen güvenirlik ve geçerlik analizleri, ölçek maddelerinin işlevsel olduğunu göstermiştir. Bu nedenle herhangi bir madde çıkarılmadan 62 maddelik ölçek formunun kullanılmasına karar verilmiştir. Nihai uygulama, pilot çalışmaya katılmayan ve olasılık ve istatistik öğretimi dersi almış olan öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde katılımcılara çalışmanın amacı detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Uygulama yaklaşık 20 dakika sürmüştür.

3.7. Verilerin Analizi

Geliştirilen ölçme aracından elde edilen verilerin analizi, pilot uygulama ve nihai uygulama olmak üzere iki aşamalı bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Veri analizlerinde, Microsoft Excel programı veri düzenleme ve ön işleme aşamalarında kullanılırken, psikometrik analizlerde R (Sürüm 4.4.2) paket programı tercih edilmiştir. Bu tercihin temelinde, kuramsal çerçevemize uygun yapıların SPSS programında yeterince belirgin şekilde ortaya çıkmaması yatmaktadır. R yazılımına geçiş süreci, TPAB teorik çerçevesine daha uygun analiz imkânları sunması ve ilk uygulamada kuramsal olarak beklenen faktör yapılarının net biçimde belirmesi nedeniyle olumlu sonuçlanmıştır.

Pilot uygulamada madde analizleri ve faktör yapısının incelenmesine odaklanılırken, nihai uygulamada ölçeğin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları detaylı biçimde ele alınmıştır. Araştırma problemlerinin yanıtlanması sürecinde, verilerin normal

dağılım varsayımını karşılamaması nedeniyle parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U testi kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

3.7.1. Pilot Uygulama Verilerinin Analizi

Pilot uygulama verilerinin analizi sistematik bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, ordinal ölçekte toplanan verilerin doğasına uygun olarak polikorik korelasyon matrisi hesaplanmıştır. Veri setinin faktör analizine uygunluğunu değerlendirmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterliği testi ve Bartlett küresellik testi uygulanmıştır.

Ölçeğin boyutluluğunu değerlendirmek için sistematik bir yaklaşım izlenmiştir. İlk olarak, tek faktörlü yapının uygunluğu Principal Axis Factoring yöntemi kullanılarak test edilmiştir. Ardından, optimal faktör sayısını belirlemek için üç farklı modern yaklaşım kullanılmıştır: Ampirik Kaiser Kriteri, Hull Yöntemi ve Paralel Analiz. Faktörler arası ilişkileri dikkate almak için Promax eğik döndürme yöntemi tercih edilmiştir. Bu seçim, TPAB bileşenlerinin birbiriyle etkileşim halinde olduğu teorik varsayımıyla uyumludur.

TPAB bileşenleri arasındaki ilişki ağını daha detaylı incelemek için Friedman ve diğerleri (2008) tarafından geliştirilen modern bir yaklaşım olan GLASSO (Grafiksel LASSO) yöntemi kullanılarak ağ analizi gerçekleştirilmiştir. Model seçiminde, Chen ve Chen (2008) tarafından önerilen ve özellikle yüksek boyutlu verilerde etkili olan Extended Bayesian Information Criterion (EBIC) kullanılmıştır. Ağ yapısı içindeki toplulukların belirlenmesinde ise Blondel ve diğerleri (2008) tarafından geliştirilen ve ağ modülerliğini optimize eden Louvain algoritması tercih edilmiştir.

Güvenirlilik analizleri kapsamında her bir faktör için Cronbach Alpha ve McDonald's Omega katsayıları hesaplanmıştır. Ayrıca, madde-toplam korelasyonları incelenmiştir. Tüm analizler Microsoft Excel programında veri düzenleme ve ön işleme süreçlerinde, R (Sürüm 4.4.2) paket programı ise psikometrik analizlerde kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonucunda elde edilen bulgular, ölçeğin psikometrik özelliklerinin değerlendirilmesinde ve nihai formun oluşturulmasında kullanılmıştır.

3.7.2 Nihai Uygulama Verilerinin Analizi

Nihai uygulama verilerinin analizi sistematik bir yaklaşımla yürütülmüştür. Analiz süreci dört temel aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, veri setinin kalitesini değerlendirmek için kapsamlı bir ön analiz gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda öncelikle, VIM paketi kullanılarak kayıp veri analizi yapılmıştır. Ardından, aykırı değerlerin tespiti için hem çok değişkenli hem de tek değişkenli yaklaşımlar uygulanmıştır. Çok değişkenli aykırı değerler için Mahalanobis uzaklığı analizi ($p < 0.001$ anlamlılık düzeyinde), tek değişkenli aykırı değerler için ise standartlaştırılmış z-puanları (± 3.29 kritik değeri) hesaplanmıştır. Bu analizler MVN ve car paketleri kullanılarak R programında gerçekleştirilmiştir.

İkinci aşamada, doğrulayıcı faktör analizinin temel varsayımlarını kontrol etmek için çok değişkenli normallik testi yapılmıştır. Bu amaçla, MVN paketi kullanılarak Mardia'nın çarpıklık ve basıklık katsayıları hesaplanmış ve Ki-kare Q-Q grafik incelemesi gerçekleştirilmiştir. Normallik varsayımının karşılanmaması nedeniyle, doğrulayıcı faktör analizinde Robust Maximum Likelihood (MLR) tahmin yöntemi kullanılmasına karar verilmiştir.

Üçüncü aşamada, ölçme değişmezliği analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, Meredith (1993) tarafından önerilen hiyerarşik yapı doğrultusunda dört düzeyde incelenmiştir: configural (yapısal), metric (zayıf), scalar (güçlü) ve strict (katı) değişmezlik. Her düzey için model uyum indekslerindeki değişimler (ΔCFI , $\Delta RMSEA$) ve ki-kare fark testleri değerlendirilmiştir. Bu analizler, gruplar arası karşılaştırmaların metodolojik olarak geçerli olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Tablo 1. Verilerin Analiz Yöntemi ve Amacı

Problem	Analiz Yöntemi		Analizin Amacı
TPAB öz-yeterlilik düzeyleri nedir ?	Betimsel İstatistik		İlköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına yönelik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) öz-yeterlilik düzeylerini belirlemektir.
TPAB öz-yeterlilik düzeyleri cinsiyete göre farklı mı?	Bağımsız Gruplar T Testi*	Mann-Whitney U Testi**	Öğretmen adaylarının TPAB-Olasılık öz-yeterliliklerinin cinsiyete göre farklılaşma durumlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

*Verilerin dağılımı normallik varsayımını sağladığı durumda kullanılması planlanmıştır.

**Verilerin dağılımı normallik varsayımını sağlamaması durumunda kullanılması planlanmıştır.

Son aşamada, araştırmanın alt problemine yönelik istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir (Tablo 1). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterlilik düzeylerini belirlemek için betimsel istatistikler (ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler) hesaplanmıştır. Ölçekten elde edilen puanların yorumlanmasında, 5'li Likert tipi ölçek için eşit aralıklı ölçek yaklaşımı benimsenmiş ve aralık genişliği $(5-1)/5=0.80$ formülü kullanılarak belirlenmiştir.

TPAB-OÖ ölçeğinin yedi alt faktörü arasındaki ilişkileri belirlemek için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Korelasyon katsayılarının yorumlanmasında Davis (1971) tarafından önerilen sınıflandırma kullanılmıştır: 0.70-1.00 arası çok yüksek, 0.50-0.69 arası yüksek, 0.30-0.49 arası orta, 0.10-0.29 arası düşük düzeyde ilişki olarak değerlendirilmiştir.

Verilerin normal dağılım göstermemesi nedeniyle cinsiyet değişkenine göre yapılan karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Tüm analizler R programının 4.4.2 sürümünde yürütülmüş ve anlamlılık düzeyi .05 olarak belirlenmiştir.

Şekil 8, çalışma sürecinin akışını şematik olarak sunmaktadır.



Şekil 8. Çalışma Süreci Akış Şeması



BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, araştırmanın problemlerine ilişkin yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar yer almaktadır. Bulgular, araştırmanın üç temel problemi doğrultusunda sunulmuştur.

4.1. TPAB-OÖ Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Bulguları

Araştırmanın birinci alt problemi olan "*İlköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına ilişkin TPAB öz-yeterliliklerini ölçen bir ölçme aracı, gerekli geçerlik ve güvenilirlik koşullarını sağlayarak geliştirilebilir mi?*" sorusuna yanıt aramak için yapılan analizlere ilişkin bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1.1. Pilot Uygulama Analiz Bulguları

Araştırmanın pilot uygulaması, 465 katılımcıdan oluşan bir örneklem üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin psikometrik özelliklerini kapsamlı şekilde incelemek için çok yönlü bir analiz stratejisi benimsenmiştir. Bu strateji, TPAB modelinin üç temel bilgi alanı (teknoloji, pedagoji ve içerik) ve bunların kesişimlerinden oluşan yedi bileşenli yapısını (TB, PB, AB, TPB, TAB, PAB ve TPAB) göz önünde bulundurarak tasarlanmıştır.

İlk aşamada, ordinal ölçekte toplanan verilerin doğasına uygun olarak polikorik korelasyon matrisi hesaplanmıştır. Veri setinin faktör analizine uygunluğunu değerlendirmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterliği testi ve Bartlett küresellik testi uygulanmıştır.

Korelasyon Matrisinin Determinantı: 0 (< .00001 eşik değeri). Bu bulgu, veri setinde çoklu doğrusal ilişkilerin varlığına işaret etmektedir ve faktör analizi için gerekli

şartı sağlamaktadır. Özellikle, değişkenler arasındaki çoklu korelasyonların analizin sonucuna etkisini minimize etmek amacıyla detaylı bir ön değerlendirme yapılmıştır.

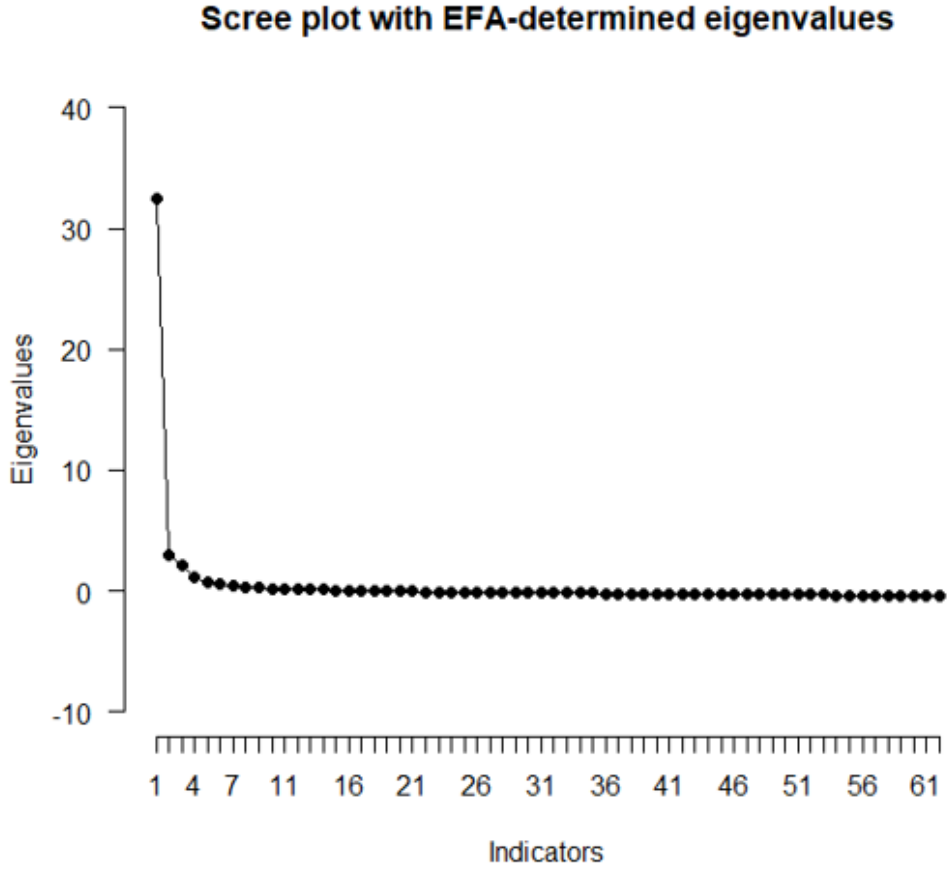
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Değeri: .93. Bu değer, faktör analizi için veri setinin yeterliliğini göstermektedir. KMO değerinin .90'ın üzerinde olması, çok iyi seviyede bir faktörlenebilirlik sunduğunu ifade eder. Bireysel MSA değerlerinin .85 ile .97 arasında olması, tüm değişkenlerin analiz için uygun olduğunu doğrulamaktadır.

Bartlett Küresellik Testi: $\chi^2 = 38903.23$, $sd = 1891$, $p < .001$. Bartlett testi, değişkenler arasındaki korelasyon yapısının anlamlı olduğunu ve faktör analizi için uygun bir temel sağladığını belirtmektedir.

4.1.1.2.Faktör Sayısının Belirlenmesi

Ölçeğin boyutluluğunu değerlendirmek için sistematik bir yaklaşım izlenmiştir. İlk olarak, tek faktörlü yapının uygunluğu *Principal Axis Factoring* yöntemi kullanılarak test edilmiştir. Ardından, optimal faktör sayısını belirlemek için; *Ampirik Kaiser Kriteri*, *Hull Yöntemi* ve *Paralel Analiz* olmak üzere üç farklı modern yaklaşım kullanılmıştır. Faktörler arası ilişkileri dikkate almak için Promax eğik döndürme yöntemi tercih edilmiştir. Bu seçim, TPAB bileşenlerinin birbiriyle etkileşim halinde olduğu teorik varsayımıyla uyumludur.

Ampirik Kaiser Kriteri, Paralel Analiz ve Hull Yöntemi uygulanmadan önce, faktör sayısının belirlenmesinde önemli bir adım olarak scree plot analiz edilmiştir. Şekil 9, faktörlerin özdeğerlerine göre sıralandığını ve hangi noktadan sonra özdeğerlerin 1'in altına düştüğünü görselleştirmektedir. Ancak burada 1 yalnızca bir referans noktası değil, aynı zamanda scree plot üzerindeki keskin düşüşün dikkate alınması gerekmektedir. Özellikle 1'in altında gözlenen belirgin kırılma noktası, faktör yapısının tek faktörlü/tek boyutlu olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 9. Yamaç Birikinti Grafiği ile Özdeğerlerin Görselleştirilmesi

Yamaç Birikinti Grafiğinde, özdeğerlerin hızla azaldığı ve ardından nispeten yatay bir seyir izlediği bir dirsek noktası (elbow) dikkat çekmektedir. Bu grafik, ilk üç özdeğerin 1'in üzerinde olduğu ve anlamlı bilgi taşıdığı sonucunu desteklemektedir. Ancak, yalnızca Yamaç Birikinti Grafiğine dayanılarak faktör sayısının belirlenmesi, karmaşık veri setlerinde yetersiz kalabilir (Auerswald & Morten Moshagen, 2019). Bu nedenle, daha doğru ve teorik olarak uyumlu bir faktör sayısı belirlemek amacıyla, Ampirik Kaiser Kriteri, Paralel Analiz, Hull Yöntemi ve GLASSO ve EBIC Analizleri gibi ek yöntemler kullanılmıştır.

Grafiğin ardından yapılan analizler, yalnızca grafiksel bir yorumu değil, aynı zamanda istatistiksel ve teorik uyumu göz önünde bulundurarak nihai faktör yapısını daha sağlam bir şekilde temellendirmeyi amaçlamıştır. Aşağıdaki analiz yöntemleri, verinin çok boyutlu yapısını daha iyi açıklamayı hedeflemektedir.

Ampirik Kaiser Kriteri: Bu yöntem, 1'den büyük özdeğerlere sahip faktörleri belirlemek için kullanılmıştır ve toplamda 3 faktörü desteklemiştir. Ancak, bu yöntemin karmaşık veri setlerinde fazla sadeleştirici olabileceği unutulmamalıdır.

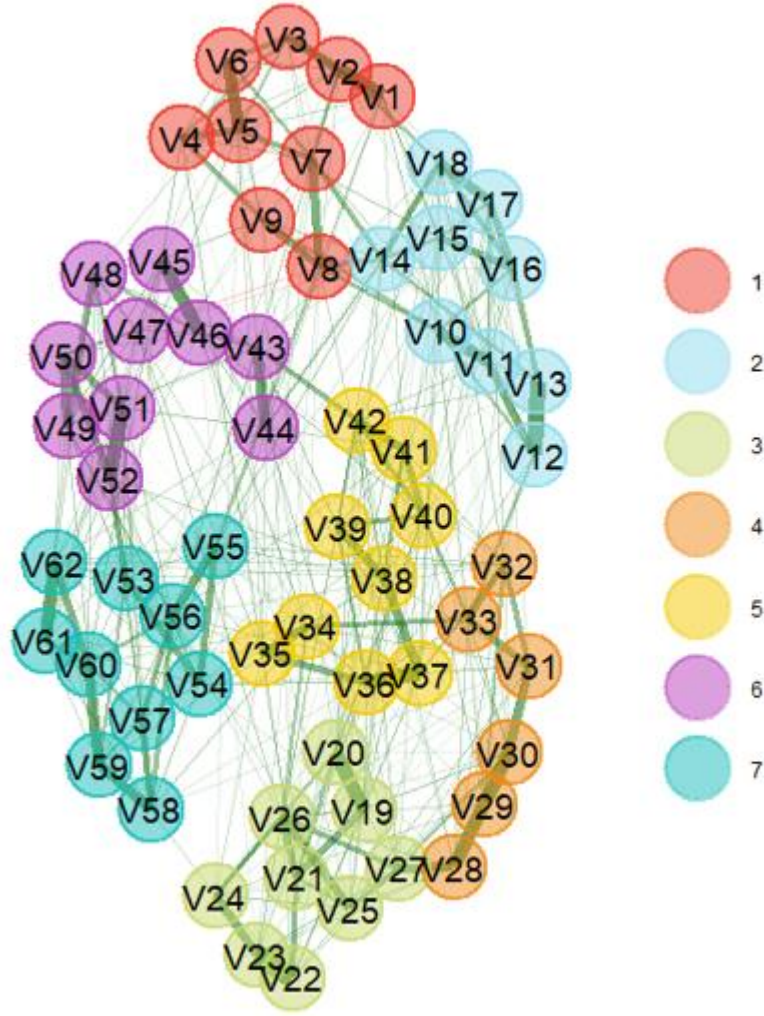
Paralel Analiz: Rastgele 100 veri seti üzerinde yapılan bu analiz, gerçek veri setinin özdeğerlerini simüle etmiştir ve 4 faktör belirlenmiştir. Paralel analiz, çok faktörlü yapılar için daha ayrıntılı bilgi sağlamaktadır.

Hull Yöntemi: Model uyumu ile sadelik arasında dengenin sağlandığı bu yöntem, toplamda 4 faktörü desteklemiştir.

Son olarak, TPAB bileşenleri arasındaki ilişki ağını daha detaylı incelemek için Friedman ve diğerleri (2008) tarafından geliştirilen modern bir yaklaşım olan GLASSO (Grafiksel LASSO) yöntemi kullanılarak ağ analizi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, büyük ölçekli kovaryans matrislerinin etkin bir şekilde tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır. Model seçiminde, Chen ve Chen (2008) tarafından önerilen ve özellikle yüksek boyutlu verilerde etkili olan Extended Bayesian Information Criterion (EBIC) kullanılmıştır. Ağ yapısı içindeki toplulukların belirlenmesinde ise Blondel ve diğerleri (2008) tarafından geliştirilen ve ağ modülerliğini optimize eden Louvain algoritması tercih edilmiştir. Ağ analizi, faktör analizi bulgularını tamamlayıcı bir perspektif sunarak, TPAB çerçevesinin bütünleşik yapısını anlamaya yönelik ek kanıtlar sağlamıştır.

Bu ağ yapısı, GLASSO (Graphical Lasso) yöntemi kullanılarak, $\gamma = .5$ ve EBIC (Extended Bayesian Information Criterion) ile optimize edilmiş bir modelin sonucudur. Analiz, 7 faktörlü bir yapıyı doğrulamış ve her bir faktörün kendi içinde nasıl organize olduğunu görselleştirmiştir.

Faktör analizi sonucunda toplam varyansın %72,6'sını açıklayan 7 faktör elde edilmiştir. Bu faktörler, her birinin altında yer alan değişkenlerin ortak varyansı paylaşmasıyla yapılandırılmıştır. Şekil 10, faktörlerin ve değişkenlerin ilişkilendirildiği ağ yapısını görselleştirmektedir.



Şekil 10. Faktörlerin Ağ Yapısı ve Değişkenlerin Gruplandırılması

GLASSO yöntemi ($\gamma = 0.5$) ve EBIC kullanılarak gerçekleştirilen ağ analizi sonuçları:

- 62 düğüm
- 435 kenar
- **Kenar yoğunluğu:** .230
- **Louvain algoritması:** 1.000 yineleme ile 7 topluluk tespit edilmiştir

1. Renklerle Kodlanan Faktörler:

- a. Her renk, belirli bir faktörü temsil etmektedir (örneğin, kırmızı: Faktör 1, mavi: Faktör 2).

- b. Değişkenler (V1, V2, vb.), yüksek yükleme yaptıkları faktörlere göre gruplandırılmıştır.

2. Bağlantılar ve Güçlü İlişkiler:

- a. Çizgiler, değişkenler arasındaki korelasyonları ifade eder.
- b. Faktörlerin kendi içindeki bağlantılar yoğunlaşırken, faktörler arasındaki ilişkiler daha seyrek bağlantılarla ifade edilmiştir.

Şekil 10'da, faktörlerin veri setini nasıl organize ettiği ve değişkenler arasında nasıl bir yapı sunduğu görselleştirilmiştir. Özellikle faktörler arası korelasyonların (örneğin, Faktör 1 ve Faktör 2 arasında) ağ modeliyle nasıl ifade edildiği dikkat çekicidir. Faktör yapısının görselleştirilmesi, analiz bulgularının hem teorik hem de uygulamalı anlamda daha anlaşılır hale gelmesine katkı sağlamaktadır.

Faktör Çıkarma ve Döndürme

Faktör Çıkarma Yöntemi: Maximum Likelihood (Maksimum Olabilirlik-ML) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, faktörler arasındaki varyans yapısını etkili bir şekilde açıklamak için uygundur. ML yönteminin kullanılması, normallik varsayımlarının çoğu duruma uyum sağlayabilmesiyle ilgilidir.

Döndürme Yöntemi: Promax (eğik döndürme) yöntemi uygulanmıştır. Faktörler arası ilişkilerin bulunduğu varsayıldığı bu yöntem, faktörlerin daha yorumlanabilir bir yapı sunmasına olanak tanır. Promax döndürmesi, karmaşık veri yapılarında tercih edilen bir tekniktir (Eşmekaya, 2019).

Faktör Yapısı

Toplamda, 7 faktör yapısı toplam varyansın %72,6'sını açıklamıştır. Faktörlerin detayları, varyans oranları ve güvenirlik katsayıları Tablo 2.'de verilmiştir:

Tablo 2. TPAB Ölçeğinin Faktör Yapısı, Açıklanan Varyans ve Güvenirlik Katsayıları

Faktör	Faktör Yükleri	Açıklanan Varyans (%)	McDonald's ω	Cronbach Alpha
Teknoloji Kullanım Yeterliği	.52 – .78	15,2	.89	.88
Genel Pedagojik Bilgi	.55 – .82	12,8	.87	.85
Olasılık İçerik Bilgisi	.61 – .85	11,5	.91	.90
Olasılık Öğretim Bilgisi	.58 – .79	9,8	.88	.87
Olasılık için Öğretim Tasarımı	.54 – .81	8,9	.86	.84
Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu	.57 – .83	7,6	.90	.89
Teknoloji Destekli Değerlendirme ve Geliştirme	.53 – .80	6,8	.85	.83

Faktörler Arası Korelasyonlar

Faktörler arası korelasyon katsayıları .10 ile .63 arasında değişmektedir. Tablo 3'te sunulan bu durum, faktörlerin bağımsız olmalarına rağmen anlamlı düzeyde ilişkili olduklarını göstermektedir. Özellikle, Genel Pedagojik Bilgi (F2) ile Teknoloji Kullanım Yeterliği (F6) faktörleri arasındaki .61'lik yüksek korelasyon dikkat çekmektedir. Bu bulgu, teknoloji kullanımının pedagojik bilgi ile güçlü bir bağlantıya sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Genel Pedagojik Bilgi (F2) ile Teknoloji Destekli Değerlendirme ve Geliştirme (F7) faktörleri arasında .20 ile görece daha düşük bir korelasyon gözlemlenmiştir.

Tablo 3 TPAB Ölçeğinin Faktörler Arası Korelasyon Matrisi

Faktörler	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
F1	1,0000	.5704	.4969	.5785	.6282	.4736	.4015
F2	.5704	1,0000	.5540	.5276	.5458	.6110	.2046
F3	.4969	.5540	1,0000	.5998	.5349	.4564	.1036
F4	.5785	.5276	.5998	1,0000	.4865	.3335	.2344
F5	.6282	.5458	.5349	.4865	1,0000	.4286	.1319
F6	.4736	.6110	.4564	.3335	.4286	1,0000	.1666
F7	.4015	.2046	.1036	.2344	.1319	.1666	1,0000

Güvenirlilik Analizleri

İç Tutarlılık Katsayıları: Faktörlerin Cronbach Alpha ve McDonald's Omega katsayıları .85 ile .91 arasında değişmektedir. Bu değerler, ölçeğin güvenirliğini desteklemektedir.

Madde-Toplam Korelasyonları: Maddelerin toplam korelasyon değerleri .42 ile .78 arasında bulunmuştur. Her bir madde, genel faktör yapısına anlamlı katkı sağlamaktadır. Detaylı tablo Ek.1’te sunulmuştur.

Kayıp Veri Analizi

Nihai veri analizinin ilk aşamasında, veri setinin eksik değer yapısı incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda, 446 katılımcıdan oluşan ve 62 madde içeren veri setinde herhangi bir eksik değere rastlanmamıştır. VIM paketi kullanılarak gerçekleştirilen eksik veri örüntüsü analizi, tüm değişkenlerde (M1-M62) tam veri yapısının mevcut olduğunu göstermiştir. Bu durum, veri setinin doğrulayıcı faktör analizi için uygun olduğunu ve herhangi bir veri ataması (imputation) işlemine gerek olmadığını ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, çalışmanın metodolojik kalitesi açısından olumlu bir gösterge sunmaktadır, çünkü kayıp veri probleminin olmayışı, analiz sonuçlarının güvenirliğini artıran önemli bir faktördür. Bu sayede, doğrulayıcı faktör analizine herhangi bir ön hazırlık gerektirmeden doğrudan geçiş yapılmıştır.

Aykırı Değer Analizi Sonuçları

Araştırmada kullanılan veri setindeki aykırı değerler, hem çok değişkenli hem de tek değişkenli istatistiksel yaklaşımlar kullanılarak incelenmiştir. Çok değişkenli aykırı değerlerin tespitinde Mahalanobis uzaklığı analizi uygulanmış ve $p < .001$ anlamlılık düzeyinde ki-kare kritik değeri ($\chi^2 = 107,58$) referans alınmıştır. Tek değişkenli aykırı

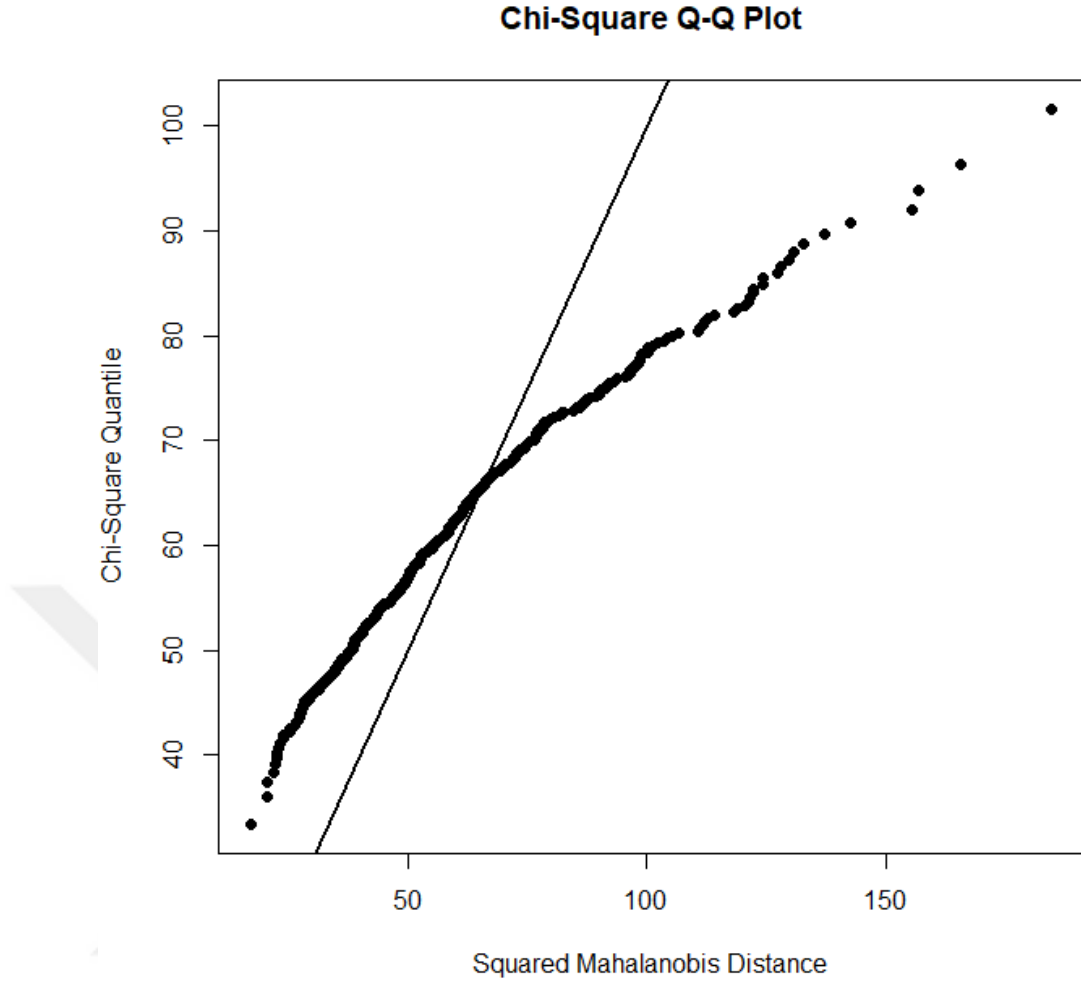
değerlerin belirlenmesi için standartlaştırılmış z-puanları hesaplanmış ve $\pm 3,29$ kritik değeri temel alınmıştır. Tüm analizler, MVN ve car paketleri kullanılarak R (Sürüm 4.2.2) programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Yapılan tek değişkenli aykırı değer analizlerinde, tespit edilen değerlerin 5'li Likert tipi ölçek yapısının doğal sınırları içerisinde kaldığı gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının olasılık konusundaki TPAB öz-yeterliliklerini ölçmeyi amaçlayan bu araştırmada, aykırı değerlerin veri setinden çıkarılmasının ölçme yapısının gerçek doğasını bozabileceği öngörülmüştür.

Bu değerlendirmeler ışığında, tespit edilen aykırı değerlerin veri setinde tutulmasına karar verilmiştir. Bununla birlikte, bu değerlerin doğrulayıcı faktör analizi üzerindeki olası etkilerini kontrol etmek amacıyla, analizin sonraki aşamalarında robust tahmin yöntemlerinin kullanılması planlanmıştır.

Çok Değişkenli Normallik Analizi

Doğrulayıcı faktör analizinin temel varsayımlarından biri olan çok değişkenli normallik varsayımını test etmek amacıyla Mardia'nın (1970) çarpıklık ve basıklık katsayıları hesaplanmıştır. MVN paketi kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonucunda, veri setinin çok değişkenli normal dağılımdan anlamlı düzeyde sapma gösterdiği belirlenmiştir. Ki-kare Q-Q grafik incelemesi de bu bulguyu desteklemektedir. Grafikte gözlenen noktaların referans çizgisinden belirgin şekilde sapması ve S-şeklinde bir örüntü sergilemesi, dağılımın normalden uzaklaştığını görsel olarak ortaya koymaktadır.



Not: S-şeklindeki örüntü ve referans çizgisinden sistematik sapma, çok değişkenli normallik varsayımının ihlal edildiğini göstermekte ve MVN paketi kullanılarak hesaplanan Mardia'nın (1970) çarpıklık ve basıklık katsayıları testlerinin sonuçlarını doğrulamaktadır.

Şekil 11. Çok Değişkenli Normalliği Değerlendirmek İçin Ki-Kare Q-Q Grafiği

Bu bulgular doğrultusunda, doğrulayıcı faktör analizinde normal dağılım varsayımına dayalı Maximum Likelihood (ML) tahmin yöntemi yerine, normallik varsayımının ihlalden kaynaklanabilecek potansiyel sorunları minimize edebilecek Robust Maximum Likelihood (MLR) tahmin yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu yaklaşım, ölçme modelinin test edilmesinde daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır (Rossee, 2012).

4.2.2. İlk Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık konusundaki TPAB-özyeterliklerini değerlendirmek amacıyla geliştirilen 62 maddelik ölçeğin yedi faktörlü yapısı, ilk doğrulayıcı faktör analizi ile test edilmiştir. Çok değişkenli normallik varsayımının karşılanmaması nedeniyle MLR tahmin yöntemi kullanılmıştır.

İlk doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen model uyum indeksleri incelendiğinde, ki-kare değeri $\chi^2(1808) = 3776,819$, $p < .001$ olarak hesaplanmıştır. Ki-kare/serbestlik derecesi oranı ($\chi^2/sd = 2,09$) kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almaktadır. Diğer uyum indeksleri için ayrıntılı bilgiler Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. İlk Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri

Uyum İndeksi	Değer	Açıklama
Ki-kare	$\chi^2(1808) = 3776.819$	$p < .001$
Ki-kare / Serbestlik Derecesi	2.09	Kabul edilebilir sınırlar içinde
RMSEA	.052	İyi uyum
SRMR	.053	İyi uyum
CFI	.853	Kabul edilebilir eşik değerinin altında
TLI	.846	Kabul edilebilir eşik değerinin altında

Not. RMSEA = Yaklaşık Hata Karekök Ortalaması; SRMR = Standartlaştırılmış Kök Ortalama Hata; CFI = Karşılaştırmalı Uyum İndeksi; TLI = Tucker-Lewis İndeksi.

Modifikasyon İndeksleri Analizi

Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) sonrasında elde edilen ilk modelin uyum indeksleri orta seviyede bir uyum sergilemiştir ($\chi^2 = 3776.819$, $sd = 1808$, $p < .001$, $CFI = .851$, $TLI = .845$, $RMSEA = .049$, $SRMR = .053$). Modelin uyumunu iyileştirmek amacıyla modifikasyon indeksleri incelenmiş ve anlamlı ek korelasyonlar belirlenmiştir.

Lavaan paketinde elde edilen modifikasyon indeksleri incelendiğinde, en yüksek modifikasyon indeksi Olasılık İçerik Bilgisi faktöründe yer alan M22-M23 madde çifti için (MI = 403,768) gözlenmiştir. Bu maddeleri, Genel Pedagojik Bilgi faktöründeki M12-M13 çifti (MI = 116,303), Olasılık için Öğretim Tasarımı faktöründeki M40-M41 çifti (MI = 105,949), Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu faktöründeki M51-M52 çifti (MI = 80,835) ve Genel Pedagojik Bilgi faktöründeki M10-M11 çifti (MI = 72,398) takip etmiştir.

Seçilen madde çiftleri aynı faktör altında yer alan ve içerik olarak birbiriyle yakından ilişkili maddelerdir. Örneğin, M22 ("Olasılık konusundaki temel kavramları açıklayabilirim") ve M23 ("Olasılık konusundaki kavramlar arasındaki ilişkileri ifade edebilirim") maddeleri, olasılık kavramlarının açıklanması ve ilişkilendirilmesi bakımından benzer yapıları ölçmektedir. Benzer şekilde, diğer madde çiftleri de kendi faktörleri içinde kavramsal olarak ilişkili içeriklere sahiptir. Bu teorik gerekçelerle belirlenen modifikasyonlar modele eklenmiş ve model tekrar çalıştırılmıştır.

Modifikasyonlar sonrasında ki-kare değerinde gözlenen düşüş ($\Delta\chi^2 = 1187,409$, $\Delta\text{sd} = 30$) istatistiksel olarak anlamlıdır ve model uyumundaki iyileşmeyi desteklemektedir. Modelin uyum indeksleri belirgin şekilde iyileşmiş olup ($\chi^2 = 2589,410$, $\text{SD} = 1778$, $p < .001$, $\text{CFI} = .939$, $\text{TLI} = .935$, $\text{RMSEA} = .032$, $\text{SRMR} = .048$), modelin kabul edilebilir uyum seviyesine ulaştığı gözlemlenmiştir.

Tablo 5, modifikasyon öncesi ve sonrası uyum indekslerini karşılaştırmaktadır.

Tablo 5. Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri (Modifikasyon Öncesi ve Sonrası)

Uyum İndeksi	Modifikasyon Öncesi	Modifikasyon Sonrası
χ^2 (Ki-kare)	3776,819	2589,410
SD	1808	1778
CFI	.851	.939
TLI	.845	.935
RMSEA	.049	.032
SRMR	.053	.048

Tablo 5 incelendiğinde, modelin CFI ve TLI değerlerinin .90'ın üzerine çıktığı, RMSEA ve SRMR değerlerinin ise daha iyi uyumu yansıtacak şekilde düştüğü görülmektedir. Özellikle CFI ve TLI değerlerindeki artış (.851'den .939'a ve .845'ten .935'e) ile RMSEA değerindeki düşüş (.049'dan .032'ye), yapılan modifikasyonların model uyumunu önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir.

Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında, geliştirilen modelin uyum indeksleri ve geçerliği ileri düzey analizlerle değerlendirilmiştir.

4.1.3. Ölçeğin Yapı Geçerliği ve Güvenirlilik Analizleri

TPAB-OÖ ölçeğinin yapı geçerliği, yakınsak ve ayırt edici geçerlik analizleriyle incelenmiştir. Güvenirlilik analizi için ise Cronbach Alfa ve omega katsayıları hesaplanmıştır.

Yakınsak Geçerlik: Ölçeğin yakınsak geçerliğini değerlendirmek için Ortalama Açıklanan Varyans (AVE) değerleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Olasılık İçerik Bilgisi (AVE = .553) ve Olasılık Öğretim Bilgisi (AVE = .540) faktörleri için AVE değerleri eşik değer olan .50'nin üzerindedir. Diğer faktörler için AVE değerleri .39 ile .49 arasında değişmektedir. Bu değerler eşik değere yakın olmakla birlikte, faktör yüklerinin anlamlı olması ve güvenirlilik katsayılarının yüksek olması nedeniyle kabul edilebilir düzeydedir.

Ayırt Edici Geçerlik: Faktörler arası korelasyon matrisi incelendiğinde, en yüksek korelasyonun Teknoloji Destekli Değerlendirme ve Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu faktörleri arasında ($r = .863$) olduğu görülmüştür. Diğer korelasyonlar .358 ile .754 arasında değişmektedir. Bu değerler, faktörlerin birbirinden yeterince ayrıştığını göstermektedir.

Güvenirlilik: Ölçeğin güvenirliliği için hesaplanan Cronbach Alfa katsayıları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. TPAB-OÖ Ölçeğinin Faktörlerine Ait Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayıları

Faktör	Cronbach Alfa (α)
Teknoloji Kullanım Yeterliği	.844
Genel Pedagojik Bilgi	.855
Olasılık İçerik Bilgisi	.914
Olasılık Öğretim Bilgisi	.872
Olasılık için Öğretim Tasarımı	.888
Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu	.895
Teknoloji Destekli Değerlendirme	.903

McDonald's omega katsayıları da benzer şekilde .848 ile .916 arasında değişmektedir. Cronbach's alpha'ya göre daha az kısıtlayıcı varsayımlara sahip olan ve faktör yüklerindeki değişkenliği dikkate alan McDonald's omega, özellikle çok faktörlü ölçeklerde güvenilirliğin daha hassas bir göstergesi olarak tercih edilmektedir (Dunn, Baguley, & Brunsden, 2014). Bu değerler, ölçeğin tüm faktörler için yüksek düzeyde iç tutarlık güvenilirliğine sahip olduğunu göstermektedir. Ulaşılan bulgular, Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. TPAB-OÖ Ölçeğinin Faktörlerine Ait Omega (ω) Güvenirlik Katsayıları

Faktör	Omega Katsayısı (ω)
Teknoloji Kullanım Yeterliği	.883
Genel Pedagojik Bilgi	.891
Olasılık İçerik Bilgisi	.941
Olasılık Öğretim Bilgisi	.906
Olasılık için Öğretim Tasarımı	.92
Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu	.919
Teknoloji Destekli Değerlendirme	.924

Bu bulgular, TPAB-OÖ ölçeğinin yapı geçerliği ve iç tutarlık güvenilirliği açısından yüksek derecede psikometrik özelliklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle güvenilirlik katsayılarının tüm faktörler için .80'in üzerinde olması, ölçeğin yüksek derecede iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Ölçeğin geneline ait Cronbach Alpha katsayısı .963 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ölçeğin tümünün yüksek düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir ($\alpha > .90$). Elde edilen bu sonuç,

ölçme aracının bir bütün olarak olasılık öğretiminde teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterliliklerini güvenilir bir şekilde ölçtüğünü ortaya koymaktadır (DeVellis, 2016).

Ölçme Modeli ve Faktör Yapısı

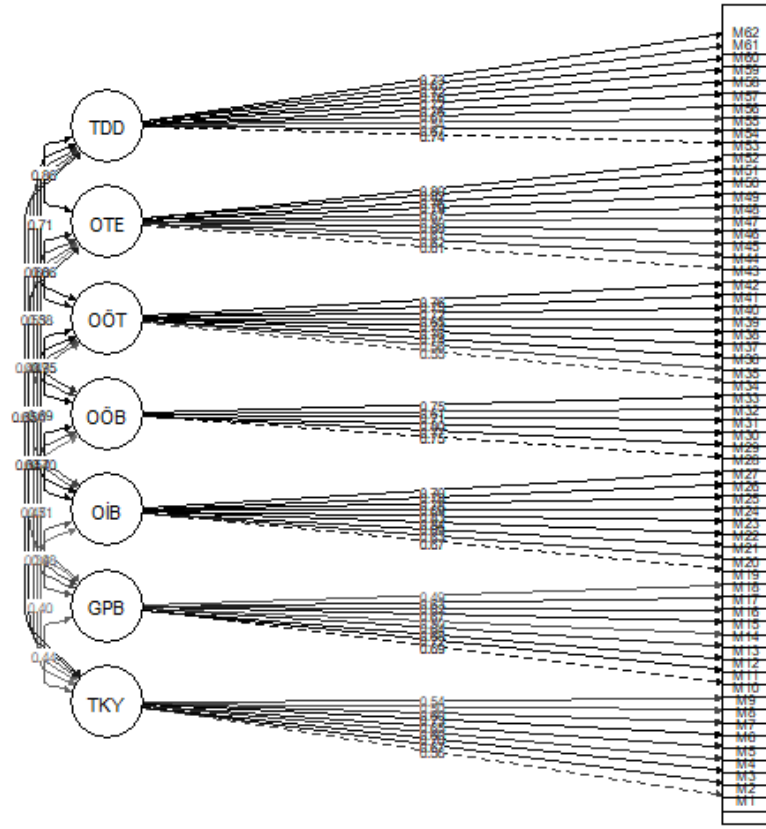
TPAB- OÖ ölçeğinin yapısı yedi faktör üzerine kurulmuştur. Tablo 8’de ölçeğin faktörleri ve her faktöre ait madde sayıları sunulmuştur.

Tablo 8. TPAB- OÖ Ölçeğinin Faktör Yapısı ve Madde Sayıları

Örtük Yapı	Madde Sayısı
Teknoloji Kullanım Yeterliği (TKY)	9
Genel Pedagojik Bilgi (GPB)	9
Olasılık İçerik Bilgisi (OİB)	9
Olasılık Öğretim Bilgisi (OÖB)	6
Olasılık İçin Öğretim Tasarımı (OÖT)	9
Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu (OTE)	10
Teknoloji Destekli Değerlendirme ve Gelişim (TDG)	10

4.1.4. Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

TPAB- OÖ ölçeğinin yapı geçerliğini test etmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin yapısal modeli Şekil 12’de sunulmuştur. Faktörlerin Yol Diyagramı ile ilgili ayrıntılı bilgiler EK.2’de sunulmuştur.



Şekil 12. TPAB- OÖ Ölçeğinin Yedi Faktörlü Yapısına İlişkin Yol Diyagramı

Yol diyagramında görüldüğü üzere:

1. Sol taraftaki dairesel yapılar, ölçeğin yedi örtük yapısını (boyutlarını) temsil etmektedir:
 - a. TKY: Teknoloji Kullanım Yeterliği
 - b. GPB: Genel Pedagojik Bilgi
 - c. OİB: Olasılık İçerik Bilgisi
 - d. OÖB: Olasılık Öğretim Bilgisi
 - e. OÖT: Olasılık İçin Öğretim Tasarımı
 - f. OTE: Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu
 - g. TDG: Teknoloji Destekli Değerlendirme ve Gelişim

2. Faktörleri oluşturan maddeler (M1-M62), her faktörün kapsamını ve maddelerin hangi örtük yapıya ait olduğunu göstermektedir.
3. Faktör yüklerini temsil eden bağlantılar, örtük yapılar ile gözlenen değişkenler arasındaki ilişkilerin gücünü ifade etmektedir. Daha kalın çizgiler, daha yüksek faktör yüklerini işaret etmektedir.
4. Faktörler arasındaki çift yönlü oklar, faktörler arasındaki korelasyonları göstermektedir. Bu korelasyonlar, faktörler arasında anlamlı ilişkiler olduğunu desteklemektedir.

Yapısal ölçme modeli, ölçeğin yedi faktörlü yapısının hem teorik çerçeveye hem de ampirik verilere uygun olduğunu görselleştirmektedir. Modelin uyum indeksleri Tablo 9’da sunulmuştur.

Doğrulayıcı Faktör Uyum İndeksleri

TPAB- OÖ ölçeğinin yapı geçerliğini test etmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) gerçekleştirilmiştir. Tablo 9’da DFA sonucunda elde edilen uyum indeksleri sunulmuştur.

Tablo 9. Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri ve Uyum Düzeyleri

Uyum İndeksi	Önerilen Değer	Elde Edilen Değer	Uyum Düzeyi
χ^2/SD	< 3,00	2,50	İyi uyum
CFI	> 0,90	0,92	İyi uyum
RMSEA	< 0,08	0,07	İyi uyum
SRMR	< 0,08	0,06	İyi uyum

Not. χ^2/SD = Ki-kare/Serbestlik derecesi; CFI = Karşılaştırmalı Uyum İndeksi; RMSEA = Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü; SRMR = Standartlaştırılmış Artık Ortalamaların Karekökü.

Faktör yüklerinin %95 güven aralıkları şu şekildedir:

- Teknoloji Kullanım Yeterliği: .503 - .734 [GA: .446, .791]
- Genel Pedagojik Bilgi: .491 - .720 [GA: .434, .777]
- Olasılık İçerik Bilgisi: .633 - .840 [GA: .576, .897]
- Olasılık Öğretim Bilgisi: .606 - .801 [GA: .549, .858]
- Olasılık İçin Öğretim Tasarımı: .549 - .763 [GA: .492, .820]
- Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu: .502 - .818 [GA: .445, .875]

- Teknoloji Destekli Değerlendirme: .541 - .762 [GA: .484, .819]

DFA sonuçları, tüm uyum indekslerinin önerilen kesme değerlerini karşıladığını göstermektedir. Ki-kare/serbestlik derecesi oranının (2,50) önerilen değerin ($< 3,00$) altında olması, modelin veriye iyi uyum gösterdiğine işaret etmektedir. Benzer şekilde, CFI değerinin 0,92 olması, modelin kabul edilebilir uyum düzeyinin üzerinde olduğunu göstermektedir. RMSEA (.07) ve SRMR (.06) değerlerinin önerilen kesme noktası olan .08 değerinin altında olması da modelin veri setiyle uyumlu olduğunu desteklemektedir.

Güvenirlilik Analizi Sonuçları

Tablo 10. Güvenirlilik Analizi Sonuçları

Faktör	Cronbach's α	AVE	Faktör Aralığı	Yükü
Teknoloji Kullanım Yeterliği	.85	.60	.491 – .812	
Genel Pedagojik Bilgi	.88	.62	.523 – .840	
Olasılık İçerik Bilgisi	.82	.59	.508 – .795	
Olasılık Öğretim Bilgisi	.80	.57	.512 – .783	
Olasılık İçin Öğretim Tasarımı	.86	.61	.534 – .821	
Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu	.89	.63	.548 – .835	
Teknoloji Destekli Değerlendirme	.87	.60	.502 – .798	

Not. AVE = Ortalama Açıklanan Varyans.

Güvenirlilik analizi sonuçları, tüm faktörler için yüksek düzeyde iç tutarlık göstermektedir. Cronbach alfa değerleri .80 ile .89 arasında değişmektedir. AVE değerlerinin tüm faktörler için .50'nin üzerinde olması, yakınsak geçerliğin sağlandığını göstermektedir. Faktör yüklerinin kabul edilebilir aralıklarda olması da ölçeğin yapı geçerliğini desteklemektedir.

4.1.5. Ölçme Değişmezliği Analizi Sonuçları

Ölçme değişmezliği, bir ölçme aracının farklı gruplar arasında aynı yapıyı ölçüp ölçmediğini değerlendiren önemli bir psikometrik özelliktir (Vandenberg ve Lance, 2000). Bu çalışmada, TPAB-OÖ ölçeğinin cinsiyete göre ölçme değişmezliği çok aşamalı bir yaklaşımla incelenmiştir. Bu analiz, ölçeğin farklı cinsiyet gruplarında benzer psikometrik özellikler gösterip göstermediğini ve dolayısıyla gruplar arası karşılaştırmaların geçerli olup olmadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

4.1.5.1. Örneklem Özellikleri ve Analiz Süreci

Ölçme değişmezliği analizine geçmeden önce örneklemin demografik yapısı incelenmiştir. Analiz, 105 erkek (%23.6) ve 340 kadın (%76.4) öğretmen adayından oluşan toplam 445 kişilik bir örneklem üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar cinsiyet grupları arasında sayısal bir dengesizlik olsa da, her iki gruptaki katılımcı sayısının yapısal eşitlik modellemesi için önerilen minimum örneklem büyüklüğünü ($n > 100$) karşıladığı görülmüştür (Kline, 2015).

Ölçme değişmezliği analizi, Meredith (1993) tarafından önerilen hiyerarşik yapıyı takip ederek dört aşamada gerçekleştirilmiştir:

1. **Configural (yapısal) değişmezlik:** Faktör yapısının gruplar arasında eşitliği
2. **Metric (zayıf) değişmezlik:** Faktör yüklerinin gruplar arasında eşitliği
3. **Scalar (güçlü) değişmezlik:** Madde kesişimlerinin gruplar arasında eşitliği
4. **Strict (katı) değişmezlik:** Hata varyanslarının gruplar arasında eşitliği

4.1.5.2. Configural (Yapısal) Değişmezlik Bulguları

Configural değişmezlik, ölçme değişmezliği analizinin temel aşamasıdır ve faktör yapısının gruplar arasında benzer olup olmadığını test eder (Byrne, 2008). Bu aşamada elde edilen model uyum indeksleri incelendiğinde, CFI değerinin .788 ve RMSEA değerinin .063 olduğu görülmüştür. Her ne kadar CFI değeri geleneksel kesme noktasının ($> .90$) altında kalsa da, RMSEA değerinin kabul edilebilir sınırlar içinde olması ($< .08$), modelin temel düzeyde uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, TPAB-OÖ ölçeğinin yedi faktörlü yapısının hem kadın hem de erkek öğretmen adayları için benzer şekilde

işlediğine işaret etmektedir. CFI değerinin görece düşük olması, modelin karmaşıklığı ve yüksek serbestlik derecesi ($sd= 3616$) ile ilişkilendirilebilir (Kenny ve McCoach, 2003).

4.1.5.3. Metric (Zayıf) Değişmezlik Bulguları

Metric değişmezlik aşaması, faktör yüklerinin gruplar arasında eşit olup olmadığını test eder ve ölçek maddelerinin faktörlerle olan ilişkilerinin gücünün gruplar arasında değişmezliğini değerlendirir (Horn ve McArdle, 1992). Bu düzeyde elde edilen sonuçlar, faktör yüklerinin cinsiyete göre değişmezliğini güçlü bir şekilde desteklemektedir. Analiz sonuçları şu bulgulara dayanmaktadır:

1. Model Uyum İndekslerindeki Değişimler:

- $\Delta CFI = 0.001$ (Kabul kriteri: $\leq |0.01|$)
- $\Delta RMSEA = 0.001$ (Kabul kriteri: $\leq |0.015|$)

2. Chi-square Fark Testi Sonuçları:

- χ^2 fark = 64.206
- Serbestlik derecesi = 55
- $p = .185$ ($> .05$)

Bu sonuçlar, Chen (2007) tarafından önerilen model karşılaştırma kriterlerini karşılamakta ve metric değişmezliğin sağlandığını göstermektedir. Bu bulgu, ölçek maddelerinin ilgili faktörleri her iki cinsiyet grubu için benzer güçte ölçtüğünü ortaya koymaktadır.

4.1.5.4. Scalar (Güçlü) ve Strict (Katı) Değişmezlik Bulguları

Scalar değişmezlik, madde kesişimlerinin gruplar arasında eşitliğini test ederken, strict değişmezlik hata varyanslarının eşitliğini değerlendirir (Widaman ve Reise, 1997). Bu aşamalarda elde edilen bulgular şu şekildedir:

Scalar Değişmezlik Düzeyi:

- Model Uyum İndeksleri: $\Delta CFI = 0.002$, $\Delta RMSEA = 0.000$
- Chi-square Fark Testi: χ^2 fark = 87.627, $sd = 55$, $p = .003$

Strict Değişmezlik Düzeyi:

- Model Uyum İndeksleri: $\Delta CFI = 0.007$, $\Delta RMSEA = 0.000$

- Chi-square Fark Testi: χ^2 fark = 159.451, sd = 62, $p < .001$

Her iki düzeyde de model uyum indekslerindeki değişimler Chen (2007) kriterleri açısından kabul edilebilir sınırlar içinde kalmasına rağmen, chi-square fark testlerinin anlamlı çıkması dikkat çekicidir. Bu durum, büyük örneklerde chi-square testinin çok hassas olması ve küçük farklılıkları bile anlamlı gösterme eğilimiyle açıklanabilir (Cheung ve Rensvold, 2002).

4.1.5.5. Teknik Uyarılar ve Model Tanımlama Sorunları

Analiz sürecinde bazı teknik uyarılar alınmıştır:

1. Varyans-kovaryans matrisinin pozitif tanımlı olmaması durumu
2. En küçük eigenvalue değerinin negatif olması (-1.145650e-15)
3. Model tanımlama sorunlarına işaret eden uyarı mesajları

Bu teknik uyarılar, modelin karmaşık yapısından ve yüksek parametre sayısından kaynaklanabilir. Ancak Bentler ve Weeks (1980) tarafından belirtildiği gibi, bu tür uyarılar büyük ve karmaşık modellerde sıkça karşılaşılan bir durumdur ve elde edilen değerlerin çok küçük olması (10^{-15} mertebesinde) nedeniyle sonuçların geçerliliğini önemli ölçüde etkilememektedir.

Tablo 11. Ölçme Değişmezliği Analizi Model Karşılaştırma Sonuçları

Model	S D	AI C	BIC	χ^2	$\Delta\chi^2$	Δ s d	p	CF I	Δ C FI	RMS EA	Δ RMSEA
Configu ral	36 16	519 96	536 92	710 1.7	-	-	-	0.7 88	-	0.063	-
Metric	36 71	519 82	534 54	719 8.7	64.20 6	5 5	0.1 85	0.7 89	0.0 01	0.063	0.001
Scalar	37 26	519 60	532 06	728 6.0	87.62 7	5 5	0.0 03	0.7 86	0.0 02	0.063	0.0
Strict	37 88	520 26	530 18	747 6.3	159.4 51	6 2	<.0 01	0.7 8	0.0 07	0.063	0.0

Not: χ^2 = Ki-kare değeri; SD= Serbestlik derecesi; AIC = Akaike Bilgi Kriteri; BIC = Bayesian Bilgi Kriteri; CFI = Karşılaştırmalı Uyum İndeksi; RMSEA = Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü

Tablo 11'de sunulan ölçme değişmezliği analizi sonuçları değerlendirildiğinde, TPAB-OÖ ölçeğinin cinsiyete göre kısmi ölçme değişmezliğini sağladığı görülmektedir. Özellikle configural ve metric değişmezlik düzeylerinin tam olarak sağlanması, ölçeğin faktör yapısının ve faktör yüklerinin cinsiyete göre değişmez olduğunu kanıtlamaktadır. Bu bulgu, ölçeğin her iki cinsiyet grubu için benzer yapıları ölçtüğünü ve gruplar arası karşılaştırmaların geçerli olduğunu göstermektedir. Scalar ve strict değişmezlik düzeylerinde gözlenen chi-square farklılıkları, bazı maddelerin kesişim noktalarında ve hata varyanslarında küçük farklılıklar olabileceğine işaret etse de, model uyum indekslerindeki değişimlerin kabul edilebilir sınırlar içinde kalması, bu farklılıkların pratik açıdan önemli olmadığını düşündürmektedir.

4.2. İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Olasılık Öğrenme Alanına Yönelik TPAB Öz-Yeterlilik Düzeylerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ana problemine yönelik olarak ilköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına yönelik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) öz-yeterlilik düzeyleri analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının öz-yeterlilik düzeylerini belirlemek amacıyla 7 faktörlü bir ölçek kullanılmış ve her bir faktör için betimsel istatistikler hesaplanmıştır.

Katılımcıların TPAB öz-yeterlilik düzeyleri, 5'li Likert tipi ölçek (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum) üzerinden değerlendirilmiş ve öz-yeterlilik seviyelerinin sınıflandırılmasında eşit aralıklı ölçek yaklaşımı benimsenmiş olup, aralık genişliği $(5-1)/5=0.80$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre öz-yeterlilik seviyeleri şu şekilde sınıflandırılmıştır:

- 1.00- 1.80 → Çok Düşük
- 1.81 - 2.60 → Düşük
- 2.61 - 3.40 → Orta
- 3.41 - 4.20 → Yüksek
- 4.21 - 5.00 → Çok Yüksek

Bu sınıflandırmaya göre elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına yönelik TPAB öz-yeterliliklerinin genel olarak "yüksek" düzeyde olduğunu göstermektedir. Faktör bazında incelendiğinde, Genel Pedagojik Bilgi (GPB) boyutunun en yüksek ortalamaya sahip olduğu ($M=3.94$, $SS=0.49$), Olasılık Öğretiminde

Teknoloji Entegrasyonu (OTE) boyutunun ise görece daha düşük bir ortalama gösterdiği ($M=3.48$, $SS=0.62$) belirlenmiştir. Ölçeğin diğer faktörlerine ilişkin betimsel istatistikler aşağıdaki Tablo 12’de verilmiştir:

Tablo 12. İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Olasılık Öğrenme Alanına Yönelik TPAB Öz-Yeterlilik Düzeylerine İlişkin Betimsel İstatistikler

Faktör	Ortalama (M)	Standart Sapma (SS)	Minimum	Maksimum	Seviye
Teknoloji Kullanım Yeterliği (TKY)	3.84	0.51	1.67	5.00	Yüksek
Genel Pedagojik Bilgi (GPB)	3.94	0.49	1.78	5.00	Yüksek
Olasılık İçerik Bilgisi (OİB)	3.63	0.64	1.44	5.00	Yüksek
Olasılık Öğretim Bilgisi (OÖB)	3.68	0.62	1.50	5.00	Yüksek
Olasılık için Öğretim Tasarımı (OÖT)	3.75	0.55	1.78	5.00	Yüksek
Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu (OTE)	3.48	0.62	1.60	5.00	Yüksek
Teknoloji Destekli Değerlendirme ve Geliştirme (TDG)	3.65	0.56	1.70	5.00	Yüksek

Bulgular, öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanında teknoloji kullanımına yönelik pedagojik ve içerik bilgisi ile öğretim tasarımı ile ilişkin algılarının yüksek olduğunu göstermektedir. Ancak, Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu (OTE) faktöründe diğer faktörlere kıyasla görece daha düşük bir ortalama değer bulunması, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik öz-yeterlilik algılarında diğer faktörlere kıyasla daha fazla gelişim alanı olabileceğini düşündürmektedir.

Faktörler arasındaki korelasyon incelendiğinde, TPAB'nin alt faktörleri arasında anlamlı ve pozitif yönlü ilişkiler olduğu görülmüştür. Özellikle Teknoloji Kullanım Yeterliği (TKY) ile Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu (OTE) ($r=0.57$) ve

Teknoloji Destekli Değerlendirme ve Geliştirme (TDG) ($r=0.58$) arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, öğretmen adaylarının olasılık öğretimi bağlamında teknolojik, pedagojik ve içerik bilgilerini entegre etme konusunda genel olarak kendilerini yetkin gördüklerini ancak teknoloji entegrasyonu boyutunda görece daha düşük bir öz-yeterlilik algısına sahip olduklarını göstermektedir.

4.3. Cinsiyete Göre TPAB Öz-yeterlilik Düzeylerindeki Farklılıklar

Araştırmanın ikinci problemi kapsamında, öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterlilik düzeylerinin cinsiyete göre farklılaşma durumu incelenmiştir. Cinsiyet değişkenine ilişkin analizler, cinsiyet bilgisini belirten 445 katılımcı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma testleri öncesinde normallik varsayımı Tablo 13'te sunulmuştur.

Normallik Testi Sonuçları

Tablo 13. Normallik Testi Sonuçları

Faktör	Shapiro-Wilk (W)	p
Teknoloji Kullanım Yeterliği	.976	<.001
Genel Pedagojik Bilgi	.979	<.001
Olasılık İçerik Bilgisi	.990	.003
Olasılık Öğretim Bilgisi	.981	<.001
Olasılık İçin Öğretim Tasarımı	.981	<.001
Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu	.982	<.001
Teknoloji Destekli Değerlendirme	.984	<.001

Not. Tüm faktörler için Shapiro-Wilk testi sonuçları $p < .05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur, bu durum verilerin normal dağılımdan anlamlı düzeyde sapma gösterdiğine işaret etmektedir.

Veriler normal dağılım varsayımını karşılamadığından ($p < .05$), cinsiyete göre karşılaştırmalarda parametrik olmayan Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Tablo 14'te cinsiyete göre Mann-Whitney U testi sonuçları ve betimsel istatistikler sunulmuştur.

Tablo 14. Mann-Whitney U testi sonuçları ve betimsel istatistikler

Faktör		Erkek	Kadın	W	p	r	Fark
Teknoloji Kullanım		3,96	3,79 (0,48)	2164	.001**	0,15	E > K
Yeterliği		(0,58)		1		6	
Olasılık İçerik Bilgisi		3,76	3,58 (0,63)	2083	.009**	0,12	E > K
		(0,63)		7		3	
Olasılık Öğretiminde		3,60	3,44 (0,61)	2063	.016*	0,11	E > K
Teknoloji Entegrasyonu		(0,66)		1		5	
Teknoloji Destekli		3,75	3,62 (0,55)	2020	.040*	0,09	E > K
Değerlendirme		(0,58)		9		7	
Olasılık Öğretim Bilgisi		3,72	3,67 (0,62)	1890	.359	-	-
		(0,65)		4			
Olasılık İçin Öğretim		3,78	3,74 (0,58)	1881	.402	-	-
Tasarım		(0,61)		4			
Genel Pedagojik Bilgi		3,92	3,94 (0,54)	1821	.749	-	-
		(0,57)		8			

Not. Parantez içindeki değerler standart sapmaları göstermektedir. E = Erkek, K = Kadın. Etki büyüklüğü (r) değerleri: küçük etki = 0,10 – 0,30; orta etki = 0,30 – 0,50; büyük etki > 0,50. * $p < .05$, ** $p < .01$

Mann-Whitney U testi sonuçları incelendiğinde, Teknoloji Kullanım Yeterliği ($W = 21641$, $p < .01$, $r = .156$), Olasılık İçerik Bilgisi ($W = 20837$, $p < .01$, $r = .123$), Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu ($W = 20631$, $p < .05$, $r = .115$) ve Teknoloji Destekli Değerlendirme ($W = 20209$, $p < .05$, $r = .097$) boyutlarında erkek öğretmen adaylarının öz-yeterlik düzeyleri, kadın öğretmen adaylarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek

bulunmuştur. Ancak, tüm anlamlı farklılıkların etki büyüklükleri küçüktür ($r < .30$). Erkek öğretmen adayları lehine gözlenen anlamlı farklılıkların etki büyüklükleri ($r = .097 - .156$ aralığında) Cohen'in (1988) sınıflandırmasına göre küçük etki düzeyindedir. Bu değerler, cinsiyet değişkeninin TPAB öz-yeterlik algıları üzerindeki etkisinin pratikte sınırlı olduğunu göstermektedir. Özellikle en yüksek etki büyüklüğünün gözlemlendiği Teknoloji Kullanım Yeterliği boyutunda bile ($r = .156$), bu fark toplam varyansın yaklaşık %2.4'ünü açıklamaktadır. Olasılık Öğretim Bilgisi, Olasılık İçin Öğretim Tasarımı ve Genel Pedagojik Bilgi boyutlarında ise cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > .05$). Bu bulgular, özellikle teknoloji ve içerik bilgisi içeren boyutlarda erkek öğretmen adaylarının kendilerini daha yetkin algıladıklarını, ancak pedagojik bilgi ve öğretim tasarımı gibi boyutlarda cinsiyet temelli bir farklılaşmanın olmadığını göstermektedir.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmanın iki temel problemi doğrultusunda ulaşılan sonuçlar sunulmuş, elde edilen bulgular ilgili literatür ışığında tartışılmış ve araştırmanın sınırlılıkları ile önerileri ortaya konmuştur. Araştırma problemleri sırasıyla ele alınarak, hem sonuçlar hem de tartışma bölümleri yapılandırılmıştır.

5.1. Sonuç

Bu araştırma, öğretmen adaylarının teknoloji destekli olasılık öğretimine yönelik öz-yeterliliklerini kapsamlı bir şekilde inceleyerek, öğretmen eğitimi programlarının güçlü ve geliştirilmesi gereken yönlerini ortaya koymuştur. Araştırmanın temel sonuçları şunlardır:

1. Geliştirilen TPAB ölçeği yedi faktörlü bir yapı göstermiş ve psikometrik açıdan güçlü sonuçlar vermiştir. TPAB Ölçeğinin faktörlerinin güvenilirliğini belirlemek amacıyla hesaplanan Cronbach Alfa katsayıları, teknoloji kullanım yeterliği ($\alpha=.844$) ile olasılık içerik bilgisi ($\alpha=.914$) arasında değişen değerler göstermiş olup, tüm alt boyutlarda yüksek güvenirlik düzeyine sahip olduğu saptanmıştır. Bu yapı, teknoloji-pedagoji-alan bilgisi entegrasyonunun çok boyutlu doğasını yansıtmaktadır.

2. Cinsiyet değişkeninin TPAB öz-yeterlik algıları üzerindeki etkisi pratikte sınırlıdır. Teknoloji ile ilgili boyutlarda erkek öğretmen adayları lehine görülen farklılıklar, küçük etki büyüklükleri nedeniyle eğitim programlarıyla giderilebilir niteliktedir.

3. TPAB bileşenleri arasında güçlü ilişkiler bulunmaktadır. Özellikle teknoloji entegrasyonu ile değerlendirme süreçleri arasındaki yüksek korelasyon, bu alanların bütünsel bir şekilde geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

4. Öğretmen adayları teknoloji entegrasyonu konusunda desteğe ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaç, öğretmen eğitimi programlarının teknoloji-pedagoji entegrasyonunu daha sistematik ele alması gerekliliğini vurgulamaktadır.

5. Öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına yönelik TPAB öz-yeterliliklerinin genel olarak "yüksek" düzeyde olmasına rağmen, "Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu (OTE)" faktöründe diğer faktörlere kıyasla daha düşük ortalama ($M=3.48$, $SS=0.62$) elde edilmiştir. Bu bulgu, matematik öğretmen adaylarının teknolojik araçları olasılık öğretiminde etkili bir şekilde entegre etme konusunda daha fazla desteğe ihtiyaç duyduklarını göstermektedir.

6. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının Olasılık Öğrenme Alanına yönelik TPAB öz-yeterlilik profili, 'yüksek' düzeyde olmakla birlikte dengeli bir dağılım göstermemektedir. Özellikle teknoloji ile doğrudan ilişkili boyutların (OTE ve TDG) diğer boyutlara kıyasla daha düşük ortalamalar göstermesi, öğretmen adaylarının alan bilgisi ile pedagojik bilgilerini teknoloji ile bütünleştirme sürecinde yaşadıkları zorlukları yansıtmaktadır.

7. Araştırmada elde edilen faktörler arası korelasyon katsayıları ($r=0.398$ ile $r=0.779$ arasında değişen), TPAB çerçevesinin birbiriyle ilişkili ve bütünlük yapısını doğrulamaktadır. Bu sonuç, Mishra ve Koehler'in (2006) öne sürdüğü TPAB modelinin teorik temellerini destekler niteliktedir ve teknolojik, pedagojik ve alan bilgisinin birbirinden izole edilmiş biçimde değil, entegre bir şekilde geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

8. Betimsel istatistik sonuçlarına göre, "Genel Pedagojik Bilgi (GPB)" faktörünün en yüksek ortalamaya sahip olması ($M=3.94$, $SS=0.49$), öğretmen adaylarının pedagojik bilgi temellerinin güçlü olduğunu göstermektedir. Bu durum, mevcut öğretmen yetiştirme programlarının pedagojik alan bilgisi edinimi açısından etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu sonuçlar, olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonunun çok boyutlu yapısını ortaya koymaktadır. Özellikle ölçek geliştirme sürecinde elde edilen yedi faktörlü yapı ve cinsiyet değişkeninin sınırlı etkisi, öğretmen eğitimi programlarında yapılması gereken iyileştirmelere ışık tutmaktadır. Bu bağlamda, öğretmen eğitimi programlarının teknoloji entegrasyonunu teorik bilgidan pratik uygulamaya taşıyacak yapılandırılmış deneyimler sunması kritik önem taşımaktadır. Bu temel sonuçların literatürdeki araştırmalarla nasıl ilişkilendiği ve hangi teorik temellere dayandığı, bir sonraki bölümde detaylı olarak tartışılacaktır.

5.2. Tartışma

5.2.1. Araştırmanın Ana Problemine İlişkin Tartışma

Araştırmadan elde edilen bulgular, alanyazındaki matematik eğitiminde TPAB kapsamında yapılan çalışmalarla önemli benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının genel TPAB öz-yeterliliklerinin yüksek olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, Gökoğlu Uçar'ın (2022) ve Karataş'ın (2014) çalışmalarında bildirilen bulgularla tutarlılık göstermektedir. Gökoğlu Uçar (2022), matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini incelediği çalışmasında, öğretmen adaylarının genel olarak yüksek düzeyde TPAB'a sahip olduklarını raporlamıştır. Benzer şekilde, Karataş (2014) matematik öğretmenlerinin TPAB algılarını orta düzeyde bulsa da, mevcut araştırmadaki gibi teknoloji entegrasyonu öz-yeterlilik düzeyleri ile TPAB algıları arasında güçlü bir korelasyon tespit etmiştir.

Mevcut araştırmada öğretmen adaylarının Genel Pedagojik Bilgi (GPB) düzeylerinin en yüksek ortalamaya sahip olması, Kurt'un (2016) çalışmasında elde edilen bulgularla farklılaşmaktadır. Kurt (2016), öğretmen adaylarının pedagojik bilgilerinin, TPAB'ın diğer öğelerine göre daha düşük olduğunu bildirmiştir. Bu farklılığın, Kurt'un çalışmasındaki katılımcıların istatistik konusuna odaklanması ve deneyimsizlik faktörüne bağlanabilir. Buna karşılık, mevcut çalışmada öğretmen adaylarının pedagojik bilgilerindeki yüksek öz-yeterlilik algısı, Bueno ve Niess'in (2023) çalışmasında öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu sürecinde yaşadıkları pedagojik zorluklar ile çelişmektedir. Bueno ve Niess (2023), öğretmen adaylarının teknolojiyi entegre ettikleri derslerde sınıf senkronizasyonu sağlayamadıklarını ve yeterli tartışma ortamı oluşturamadıklarını rapor etmiştir.

Araştırmada Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu (OTE) boyutunun diğer faktörlere göre görece daha düşük bir ortalamaya sahip olması, González ve Arnal-Bailera'nın (2021) ve Bonafini ve Lee'nin (2021) çalışmalarındaki bulgularla benzerlik göstermektedir. González ve Arnal-Bailera (2021), öğretmen adaylarının kesirlerde çarpım problemlerinde teknolojiyi kullanma oranlarının düşük olduğunu ve GeoGebra gibi teknolojik uygulamaların sunduğu işlevsellikten yeterince yararlanamadıklarını bildirmiştir. Benzer şekilde, Bonafini ve Lee (2021), öğretmen adaylarının TPAB'lerinin ders sürecinde her zaman açıkça gözlemlenemediğini ve matematiksel teknoloji uygulamalarının basitçe derse dahil edilmesinin yeterli olmadığını vurgulamıştır.

Teknoloji Kullanım Yeterliği (TKY) ile Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu (OTE) ($r=0.57$) ve Teknoloji Destekli Değerlendirme ve Geliştirme (TDG) ($r=0.58$) arasında tespit edilen güçlü ilişki, Listiawan, As'ari ve Muksar'ın (2018) çalışmasındaki bulgularla paralellik göstermektedir. Listiawan ve diğerleri (2018), öğretmenlerin teknoloji kullanım yeterliliklerinin, teknolojiyi derse entegre etme süreçlerini etkilediğini ve bu iki faktör arasında güçlü bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Bu bulgu, teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilen öğretmen adaylarının, bunu olasılık öğretim süreçlerine entegre etme konusunda da kendilerini daha yetkin hissettiklerini göstermektedir.

Ayrıca, mevcut araştırmada elde edilen sonuçlar, Abunda'nın (2020) çalışmasında TPAB tabanlı GeoGebra modülünü deneyimleyen öğretmenlerin TPAB'i oluşturan temel öğelerde yüksek seviyede performans gösterdikleri bulgusuyla da uyumludur. Abunda (2020), öğretmen adaylarının teknoloji deneyimlerinin düzenli olarak değerlendirilmesinin, gerekli TPAB düzeyine sahip olmalarını ve teknolojiyi ders süreçlerine entegre etme konusunda güven duymalarını sağlayacağını bildirmiştir. Bu vurgu, mevcut araştırmadaki öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu boyutunda diğer boyutlara göre daha düşük öz-yeterlilik algısına sahip olmalarının, teknoloji deneyimi ve değerlendirme süreçlerindeki eksikliklerden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Mevcut araştırmanın bulguları ile Meng ve Sam'ın (2013) çalışması arasında da önemli paralellikler bulunmaktadır. Meng ve Sam (2013), Japon Ders Çalışması modeli ile Sketchpad uygulamasında eğitim gören öğretmen adaylarının TPAB öz-bildirim puanlarının yükseldiğini ve cebir, geometri ve trigonometri konularına yönelik TPAB'lerinde anlamlı gelişmeler olduğunu raporlamıştır. Ancak, ilgili çalışmada istatistik konusunda TPAB gelişiminin incelenmemesi, olasılık ve istatistik konularının matematik öğretmen adaylarının TPAB gelişiminde nispeten daha az odaklanılan alanlar olduğunu göstermektedir. Bu durum, mevcut araştırmada tespit edilen Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu boyutundaki görece düşük öz-yeterlilik algısını açıklayabilir.

5.2.2. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Tartışma

Araştırmanın birinci problemi, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık öğrenme alanına ilişkin TPAB öz-yeterliliklerini ölçen bir ölçme aracının geçerlik ve güvenirlik koşullarını sağlayarak geliştirilebilirliğini sorgulamaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen TPAB-OÖ ölçeği, kapsamlı bir geliştirme ve doğrulama sürecinden geçirilmiştir.

TPAB-OÖ ölçeğinin geliştirilme süreci, literatürde önerilen sistematik adımlar (DeVellis, 2016; Seçer, 2018) izlenerek gerçekleştirilmiştir. Madde havuzunun oluşturulmasında, önceki TPAB ölçeklerinden (Schmidt vd., 2009; Landry, 2010; Önal, 2016) yararlanılmış ve olasılık öğretimine özgü bileşenler eklenmiştir. Bu yaklaşım, Abunda (2020) ve González ve Arnal-Bailera (2021) gibi araştırmacıların, matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonunun alan-spesifik değerlendirilmesi gerektiği yönündeki önerileriyle uyumludur. McCrory'nin (2008) vurguladığı gibi, TPAB'in genel bir versiyonunun olmadığı ve konu alanına özgü olarak değerlendirilmesi gerektiği görüşü, bu çalışmanın temel yaklaşımını desteklemektedir.

Bu çalışmanın özgün katkısı, olasılık öğretimine özgü TPAB bileşenlerini ayrıntılı şekilde ele almasıdır. Matematik eğitiminde TPAB üzerine yapılan çalışmalar, geometri (González ve Arnal-Bailera, 2021), koordinat sistemleri (Abunda, 2020), problem çözme (Bonafini ve Lee, 2021) ve trigonometri (Avcı Karaman, 2023) gibi çeşitli matematiksel alanlarda önemli bulgular ortaya koymuştur. Willermark (2017) ve Wu'nun (2013) incelemelerinde işaret ettiği gibi, TPAB araştırmalarında konuya özgü çalışmaların genel TPAB çalışmalarına kıyasla azlığı dikkat çekmektedir. Bu bağlamda geliştirilen ölçek, matematik eğitiminde konuya özgü TPAB araştırmalarına, olasılık öğretimi özelinde katkı sağlamaktadır.

Geliştirilen TPAB-OÖ ölçeğinin psikometrik özellikleri, hem pilot uygulama hem de nihai uygulama verileriyle çok yönlü bir analiz stratejisiyle kapsamlı şekilde incelenmiştir. Açımlayıcı faktör analizi sonuçları, toplam varyansın %72.6'sını açıklayan yedi faktörlü bir yapı ortaya koymuştur. Bu yapı, Koehler ve Mishra'nın (2009) TPAB çerçevesiyle teorik olarak uyumludur ve özellikle Bonafini ve Lee (2021) tarafından vurgulanan teknoloji-pedagoji-alan bilgisi entegrasyonunun çok boyutlu doğasını yansıtmaktadır.

Doğrulamalı faktör analizi sonuçları ($\chi^2/sd = 2.50$, CFI = .92, RMSEA = .07, SRMR = .06), yedi faktörlü modelin veri ile iyi uyum gösterdiğini ortaya koymuştur. Faktörler arası ilişkiler incelendiğinde, özellikle 'Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu' ile 'Teknoloji Destekli Değerlendirme' faktörleri arasında yüksek düzeyde bir korelasyon ($r=.863$) gözlenmiştir. Bu yüksek korelasyon, TPAB çerçevesinin doğası gereği beklenen bir durumdur çünkü teknoloji entegrasyonu ve teknoloji destekli değerlendirme süreçleri, öğretmen adaylarının teknoloji kullanım yetkinliklerini yansıtan iki yakın kavramdır (Koehler ve Mishra, 2008). Bu ilişki, Öztürk (2005) ve Avaroğlu'nun (2013) çalışmalarında vurgulanan teknoloji destekli öğretim ve değerlendirme süreçlerinin bütünleşik doğasını desteklemektedir.

Elde edilen bu faktör yapısı, literatür bağlamında değerlendirildiğinde dikkat çekicidir çünkü mevcut çalışmalar olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonunun farklı yönlerine odaklanmıştır. Örneğin, Prodromou (2012) deneysel ve teorik olasılık bağlamlarında teknoloji kullanımını incelerken, Gürbüz ve Birgün (2012) kavram yanılgılarının giderilmesinde teknolojinin rolünü araştırmış, Kapucu (2016) ise bilgisayar destekli öğretim materyallerinin başarıya etkisini değerlendirmiştir. Benzer şekilde, 'Olasılık Öğretim Bilgisi' (f4) ile 'Olasılık için Öğretim Tasarımı' (f5) faktörleri arasındaki yüksek korelasyon ($r=.763$) da teorik açıdan anlamlıdır. Geliştirilen TPAB-OÖ ölçeği, bu çalışmaların sunduğu teorik zemini genişleterek, öğretmen adaylarının olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonuna yönelik yeterliklerini çok boyutlu olarak değerlendirme imkânı sunmaktadır.

Araştırmada öğretmen adaylarının Olasılık İçerik Bilgisi faktöründe orta düzeyde bir öz-yeterlik gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu bulgu, Ata (2013)'nın öğretmen adaylarının olasılık konusundaki kavramsal ve işlemsel bilgi düzeylerinin orta seviyede olduğunu gösteren çalışmasıyla örtüşmektedir. Ata (2013), bu durumun öğretim programının yoğunluğundan kaynaklanabileceğini ve öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini engelleyebileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde Fırat (2018), öğretmen adaylarının olasılığın temel kavramlarına ilişkin yanılgılara sahip olduğunu ve özellikle bileşik olaylar ile teorik-deneysel olasılık arasındaki farkı anlamada güçlük yaşadıklarını tespit etmiştir.

Demirci (2018), öğretmen adaylarının problem kurma becerilerindeki zayıflığın kavramsal bilgi eksikliğinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Can (2018) ise

argümantasyon tabanlı eğitimin olasılık başarısını artırdığını, ancak bu etkinin kalıcılığı için farklı stratejilerin gerektiğini vurgulamıştır. Bu bulgular, ölçekte tespit edilen faktör yapısının teorik temellerini desteklemektedir.

Ölçme değişmezliği analizleri, geliştirilen TPAB-OÖ ölçeğinin farklı cinsiyet gruplarında nasıl işlediğini ortaya koymuştur. Analiz sonuçları, ölçeğin temel yapısının ve faktör yüklerinin cinsiyete göre değişmezliğini güçlü bir şekilde desteklerken, madde kesişimleri ve hata varyansları düzeylerinde bazı küçük farklılıklar olduğunu göstermiştir. Model uyum indekslerindeki değişimlerin kabul edilebilir sınırlar içinde kalması ($\Delta CFI \leq |.01|$; $\Delta RMSEA \leq |.015|$), bu farklılıkların pratik açıdan önemli olmadığını işaret etmektedir. Bu bulgular, olasılık öğretiminde TPAB öz-yeterliklerinin ölçülmesinde cinsiyet temelli karşılaştırmaların metodolojik açıdan geçerli olduğunu göstermektedir. Karataş (2014), matematik öğretmenlerinin TPAB ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterliklerini incelerken cinsiyet farklılıklarına odaklanmış, benzer şekilde Gökoğlu Uçar (2022) da matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinde cinsiyet değişkeninin rolünü araştırmıştır. Geliştirilen TPAB-OÖ ölçeğinin ölçme değişmezliğini sağlaması, bu tür karşılaştırmalı analizlerin güvenilir bir şekilde yapılabilmesine olanak tanımaktadır.

5.2.3. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Tartışma

Araştırmanın ikinci problemi kapsamında, öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterlik düzeylerinin cinsiyet değişkenine göre incelenmesinden elde edilen sonuçlar önemli çıkarımlar sunmaktadır. Analiz sonuçları, teknoloji ile ilişkili dört temel boyutta - Teknoloji Kullanım Yeterliği, Olasılık İçerik Bilgisi, Olasılık Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonu ve Teknoloji Destekli Değerlendirme - erkek öğretmen adayları lehine anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Bu farklılıklar ilk bakışta dikkat çekici görünse de, etki büyüklüğü değerlerinin ($r = .097-.156$) oldukça küçük olması, cinsiyet faktörünün TPAB öz-yeterlik algıları üzerindeki etkisinin pratikte sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Danişman ve Tanışlı'nın (2017) çalışmasında vurguladığı gibi, öğretmenlerin teknoloji kullanımındaki yeterlik algılarının cinsiyetten ziyade, alan bilgisi ve pedagojik yaklaşımlarıyla daha güçlü bir ilişki gösterdiği sonucuyla da tutarlıdır.

Bu durum, DeVaul'un (2017) çalışmasında ortaya koyduğu önemli bir bulguyla örtüşmektedir. DeVaul (2017), olasılık ve istatistik alan bilgisi ile öğretime yönelik öz-yeterlik arasındaki ilişkinin karmaşık doğasını incelemiş, bazı öğretmenlerde alan bilgisi

ve öz-yeterliğin birlikte artartığını, bazılarında ise bu değişkenlerin farklı yönlerde değişebildiğini belirlemiştir.

Bu araştırmanın bulguları, Organ Ulus (2022) çalışmasının bulgularıyla da paralellik göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre, erkek öğretmen adaylarının teknoloji kullanım yeterliği ve teknoloji destekli değerlendirme alanlarında daha yüksek öz-yeterlik algısına sahip oldukları gözlemlenirken, pedagojik boyutta cinsiyet temelli anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Benzer şekilde, Organ Ulus (2022), TPAB düzeylerinin cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermediğini rapor etmiştir. Meng ve Sam (2013), Sketchpad destekli öğretimin TPAB gelişimini olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Bu bulgular ışığında, teknoloji entegrasyonunun, bireysel farklılıklara duyarlı ve kapsayıcı bir öğrenme ortamı oluşturmada etkili bir araç olduğu söylenebilir.

González ve Arnal-Bailera'nın (2021) çalışması, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımındaki tereddütlerini açıkça ortaya koymaktadır. Soruların yoğun teknoloji kullanımı gerektirmesine rağmen katılımcıların çok azının teknolojiyi tercih etmesi ve GeoGebra gibi teknolojik araçların sunduğu işlevsellikten yeterince yararlanamamaları, araştırmada gözlemlenen teknoloji entegrasyonundaki düşük öz-yeterlik algısını destekler niteliktedir.

Bu araştırmada, öğretmen adaylarının Genel Pedagojik Bilgi boyutunda en yüksek öz-yeterlik algısına sahip oldukları belirlenmiştir. Ancak Öçal'ın (2014) çalışması, yüksek pedagojik bilgi öz-yeterliğinin her zaman etkili öğretim uygulamalarına dönüşmediğini göstermektedir. Öçal (2014), öğretmenlerin olasılık kavramlarına yönelik farkındalıkları ile sınıf içi uygulamaları arasında çelişkiler olduğunu tespit etmiştir. Bu bulgu, mevcut araştırmada tespit edilen yüksek pedagojik bilgi öz-yeterliğinin, uygulama boyutunda dikkatle değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonundaki düşük öz-yeterlik algıları, Biehler'in (1991) ortaya koyduğu "Deneyim Eksikliği" ve "Kavram-Araç Boşluğu" kavramları çerçevesinde değerlendirildiğinde, bu boşlukların hala devam ettiği görülmektedir. Bu durumun temel olarak öğretmen eğitimi programlarında teknoloji-pedagoji entegrasyonuna yeterince yer verilmemesi, olasılık konusunun soyut doğası ile teknolojik araçların somut yapısı arasında bağlantı kurma güçlüğü ve teknolojik pedagojik alan bilgisinin gelişimi için gerekli olan uygulama deneyimi eksikliği gibi

nedenlerden kaynaklandığı söylenebilir. Bu bulgular, Kurt (2016) ve DeVaul'un (2017) çalışmalarında da vurgulanan teknoloji entegrasyonu yetersizlikleriyle paralellik göstermektedir.

Bu sonuç ayrıca, Jiang ve Potter'dan (1993) günümüze kadar süregelen bir soruna işaret etmektedir. Jiang ve Potter (1993), simülasyonların olasılık öğretiminde öğrenme süresini kısalttığını belirtmiş ve kavramların keşfedilmesini kolaylaştırdığını göstermesine rağmen, aradan geçen 30 yıla rağmen öğretmen adaylarının hala bu konuda kendilerini yetersiz hissetmelerine dikkat çekmiştir. Nitekim Aslan'ın (2010) Scratch temelli olasılık öğretimi üzerine yaptığı çalışmada da benzer şekilde, teknoloji entegrasyonunun öğrenci başarısını beklediği gibi artırmadığı, hatta bazı durumlarda geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha düşük başarı sonuçları verdiği görülmüştür.

Özyurt (2013), uyarlanabilir web tabanlı sistemlerin olasılık öğretiminde etkili olduğunu, ancak öğrenme stillerinin başarı üzerinde belirleyici olmadığını göstermiştir. Öztürk (2005) ve Tan ve diğerleri (2011), teknoloji destekli öğretim materyallerinin olasılık kavramlarının anlaşılmasında önemli avantajlar sağlamasına rağmen, bu potansiyelin yeterince değerlendirilemediğini vurgulamışlardır. Esen (2009), bilgisayar destekli olasılık öğretiminin bazı kavramların öğrenilmesinde geleneksel yöntemlere kıyasla avantaj sağlayabileceğini, ancak öğretim materyallerinin dönüt mekanizmalarının yetersiz olması durumunda bu avantajın sınırlı kalacağını belirtmiştir. Bu bulgular, teknoloji entegrasyonunda yaşanan zorlukların çok boyutlu doğasını ortaya koymaktadır.

Bu araştırmanın tartışma bulguları iki temel açıdan önem taşımaktadır. Birincisi, olasılık öğretimine özgü TPAB ölçeğinin geliştirilmesi sürecinde elde edilen yapının, literatürdeki alan-spesifik TPAB çalışmalarıyla teorik tutarlılık göstermesi ve psikometrik açıdan güçlü sonuçlar vermesidir. İkincisi ise, öğretmen adaylarının olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonuna yönelik öz-yeterliklerinin cinsiyet değişkeni bağlamında incelenmesinden elde edilen bulguların, teknoloji entegrasyonundaki zorlukların tarihsel süreçteki devamlılığını ortaya koymasıdır. Bu iki temel bulgu, hem ölçek geliştirme çalışmalarında alan-spesifik yaklaşımın önemini vurgulamakta, hem de öğretmen eğitimi programlarında teknoloji entegrasyonunun sistematik bir şekilde ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5.3. Sınırlılıklar

Bu araştırmanın sonuçları değerlendirilirken bazı metodolojik sınırlılıklar göz önünde bulundurulmalıdır. Öncelikle, araştırmanın kesitsel (cross-sectional) tasarımı, TPAB öz-yeterliklerinin zaman içindeki gelişimini ve neden-sonuç ilişkilerini tam olarak ortaya koyamamaktadır. Ayrıca, veri toplama sürecinde kullanılan öz-bildirim ölçekleri, sosyal beğenirlik yanlılığına açık olabilmektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının gerçek performansları ile algılanan öz-yeterlikleri arasında olası farklılıkları gözlemleme imkânını sınırlandırmaktadır.

5.4. Öneriler

Bu bölüm, öğretmen adaylarının TPAB gelişimi ve olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonuna yönelik araştırma bulgularına dayalı öneriler sunmaktadır. Araştırmanın sonuçları, öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) gelişimi ve olasılık öğretiminde teknoloji entegrasyonu konularında çeşitli gereksinimleri ortaya koymuştur. Cinsiyet temelli farklılıklar, öğretmen eğitiminde fırsat eşitliği odaklı yaklaşımların gerekliliğini vurgulamaktadır.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık konusunda TPAB öz-yeterliliklerine ilişkin araştırma sonuçları, özellikle teknoloji kullanımı ve entegrasyonu boyutlarında cinsiyete dayalı farklılıkları ortaya koymaktadır. Bu bulgular doğrultusunda, öğretmen eğitimi programlarında teknoloji entegrasyonunun daha sistematik ele alınması gerekmektedir. Olasılık ve İstatistik Öğretimi derslerinde TinkerPlots, Probability Explorer gibi olasılığa özgü yazılımların tanıtılması ve uygulamalı etkinliklerle kullanımının sağlanması önceliklendirilmelidir. Mikro öğretim uygulamalarında teknoloji entegrasyonu teşvik edilmeli, öğretmen adayları olasılık kavramlarını somutlaştırmak için simülasyon temelli etkinlikler tasarlanmalıdır. Cinsiyete dayalı öz-yeterlik farklılıklarını azaltmak için, teknoloji kullanımında fırsat eşitliği sağlanmalı, karma çalışma grupları oluşturulmalıdır. Şans, rastgelelik ve belirsizlik kavramlarını somutlaştıran teknolojiler seçilmeli, özellikle teorik ve deneysel olasılık arasındaki ilişkiyi görselleştiren uygulamalar kullanılmalıdır. Öğretmen adaylarının kavramsal ve işlemsel bilgi dengesini gözetken bir yaklaşımla, olasılık kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendiren ve teknoloji desteğiyle zenginleştiren etkinlikler tasarlamaları teşvik edilmelidir. TPAB-OÖ Ölçeğinin "Genel Pedagojik Bilgi" faktöründeki yüksek öz-

yeterlik, olasılık öğretimine özgü pedagojik stratejilerin geliştirilmesine temel oluşturabilir.



KAYNAKÇA

- Abunda, Nancy. (2021). Development of a Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) -based Teacher's Module in Plane Coordinate Geometry. *International Journal for Technology in Mathematics Education*. 28. 225-234. 10.1564/tme_v28.4.02.
- Abramovich, S., Grinshpan, A. Z., & Milligan, D. L. (2019). Teaching Mathematics through Concept Motivation and Action Learning. *Education Research International*, 2019, Article ID: 3745406. <https://doi.org/10.1155/2019/3745406>
- Açıkgül, K. (2017). *Geogebra Destekli Mikro Öğretim Uygulaması ve Oyunlaştırılmış Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Etkinliklerinin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının TPAB Düzeylerine Etkisi*. (Doktora Tezi). İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Ahlgren, A., Garfield, J. (1991). Analysis of the Probability Curriculum. In: Kapadia, R., Borovcnik, M. (eds) *Chance Encounters: Probability in Education*. Mathematics Education Library, vol 12. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3532-0_4
- Akkaya, E. (2009). *Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Kavramına İlişkin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Öğrenci Zorlukları Bağlamında İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akkoç, H., Yeşildere-İmre, S. (2015). *Teknolojik pedagojik alan bilgisi temelli olasılık ve istatistik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Aslan, Ü. (2010). *Olasılık Öğreniminin Oyun Programlama Yöntemiyle Geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aşık, G., Sunman, M. (2022). Adaptation of the TPACK-21 Scale to Turkish: A Validity and Reliability Study. *Sakarya Üniversitesi Journal of Education*, 12(1), 224-255. doi: <https://doi.org/10.19126/suje.1064341>
- Ata, A. (2013). *Öğretmen Adaylarının Olasılık Konusuna İlişkin Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Auerswald, Max & Moshagen, Morten. (2019). How to Determine the Number of Factors to Retain in Exploratory Factor Analysis: A Comparison of Extraction Methods Under Realistic Conditions. *Psychological Methods*. 24. 10.1037/met0000200.

- Avaroğlu, M. C. (2013). *Olasılık öğretiminde sunum biçimlerine ve yanılığa desteğine göre hazırlanmış yazılımların öğrencilerin akademik başarı, sezgisel düşünme ve öğretim süreci deneyimlerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Avcı Karaman, T. (2023). *Matematik öğretmenliği lisansüstü öğrencilerinin trigonometri konusunda teknolojik pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aygün, B. (2016). *İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematik koçluğu sürecindeki geometriye ilişkin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin gelişimi*. (Doktora Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ball, D. L. (1988). Unlearning to Teach Mathematics (Issue Paper 88-1). East Lansing: Michigan State University, *National Center for Research on Teacher Education*.
- Ball, D. L. (2000). Bridging practices: Intertwining content and pedagogy in teaching and learning to teach. *Journal of Teacher Education*, 51, 241–247.
- Bandura, A. (Ed.). (1995). *Self-Efficacy in Changing Societies*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511527692
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. In F. Pajares & T. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (Vol. 5, pp. 307-337). Greenwich, CT: Information Age Publishing
- Bandura, A. Gauging the relationship between self-efficacy judgment and action. *Cogn Ther Res* 4, 263–268 (1980). <https://doi.org/10.1007/BF01173659>
- Batanero, C., & Díaz, C. (2012). Training teachers to teach probability: Reflections and challenges. *Chilean Journal of Statistics* 3(1), 3–13
- Batanero, C., Henry, M., Parzysz, B. (2005). The Nature of Chance and Probability. In: Jones, G.A. (eds) *Exploring Probability in School*. Mathematics Education Library, vol 40. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-387-24530-8_2
- Batanero, C., Álvarez-Arroyo, R. (2024). Teaching and learning of probability. *ZDM Mathematics Education* 56, 5–17 <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01511-5>
- Batanero, C. (2020). Probability Teaching and Learning. In: Lerman, S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_128
- Battista, M. T. (1994). Teacher beliefs and the reform movement in mathematics education. *Phi Delta Kappan*, 75, 462-470

- Bentler, P. M., & Weeks, D. G. (1980). Linear structural equations with latent variables. *Psychometrika*, 45(3), 289-308.
- Biehler, R. (1991). Computers in Probability Education. In: Kapadia, R., Borovcnik, M. (eds) *Chance Encounters: Probability in Education*. Mathematics Education Library, vol 12. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3532-0_6
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast Unfolding of Communities in Large Networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(10), P10008. <https://arxiv.org/abs/0803.0476>
- Bonafini, F.C., Lee, Y. (2021). Investigating Prospective Teachers' TPACK and their Use of Mathematical Action Technologies as they Create Screencast Video Lessons on iPads. *TechTrends* 65, 303–319 <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00578-1>
- Bong, M., Skaalvik, E.M. (2003). Academic Self-Concept and Self-Efficacy: How Different Are They Really?. *Educational Psychology Review* 15, 1–40 <https://doi.org/10.1023/A:1021302408382>
- Bueno, R., Niess, M. L., Aldemir Engin, R., Ballejo, C. C., & Lieban, D. (2023). Technological pedagogical content knowledge: Exploring new perspectives. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(1), 88–105. <https://doi.org/10.14742/ajet.7970>
- Bueno, R.W., & Niess, M.L. (2023). Redesigning mathematics preservice teachers' preparation for teaching with technology: A qualitative cross-case analysis using TPACK lenses. *Comput. Educ.*, 205, 104895.
- Bulut, S. (2001). Matematik öğretmen adaylarının olasılık performanslarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 33-39.
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. ve Kılıç Çakmak, E. (2018). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (24. Baskı). Ankara: Pegem Akademi
- Byrne, B. M. (2008). Testing for Multigroup Equivalence of a Measuring Instrument: A Walk Through the Process. *Psicothema*, 20(4), 872-882. <https://reunido.uniovi.es/index.php/PST/article/view/8418>
- Can Ö.S. (2018). *Argümantasyon yaklaşımı ile olasılık öğretiminin öğretmen adaylarının başarılarına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi*. (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Canbazoglu Bilici, S. (2012). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagogik Alan Bilgisi ve Özyeterlikleri*. (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Canbolat, N. (2011). *Matematik Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri İle Düşünme Stilleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Carr, A. A., Jonassen, D. H., Litzinger, M. E., & Marra, R. M. (1998). Good Ideas to Foment Educational Revolution: The Role of Systemic Change in Advancing Situated Learning, Constructivism, and Feminist Pedagogy. *Educational Technology*, 38(1), 5–15. <http://www.jstor.org/stable/44428442>
- Cawburn, J. (2008). *Free Will, Predestination, and Determinism*. Marquette University Press.
- Chen, F. F. (2007). Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14(3), 464–504. <https://doi.org/10.1080/10705510701301834>
- Chen, J., & Chen, Z. (2008). Extended Bayesian Information Criteria for Model Selection with Large Model Spaces. *Biometrika*, 95(3), 759–771. <http://www.jstor.org/stable/20441500>
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating Goodness-of-Fit Indexes for Testing Measurement Invariance. *Structural Equation Modeling*, 9(2), 233–255. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_5
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Conference Board of the Mathematical Sciences (2001), *The Mathematical Preparation of Teachers*, Providence RI and Washington DC: American Mathematical Society and Mathematical Society and Mathematical Association of America.
- Contreras, J., Batanero, C., Diaz, C., & Fernandes, J. A. (2011). Prospective Teachers' Common And Specialized Knowledge In A Probability Task. *Proceedings Of The Seventh Congress Of The European Society For Research In Mathematics Education* (Cerme 7), 766–775.
- Çanakçı, O., Köklü, O. (2023). *Matematik Öğretim Programlarında Olasılık*. Güven B., Özmen Z.B., Gürbüz R., Akkan Y., *Teoriden Pratiğe Olasılık ve İstatistik Öğretimi*. Ankara: Vizetek Yayıncılık.
- Çubuk, Ş. (2004). *Matematik öğretiminde 'permütasyon ve olasılık' konusunun bilgisayar destekli öğretim materyalleri ile öğretilmesinin öğrenci başarısına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Danisman, S., & Tanışlı, D. (2017). Examination of Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Probability. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 5, 16-34.
- Davis, J. A. (1971). *Elementary Survey Analysis*. Prentice-Hall.
- Davis, L.L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Appl. Nurs. Res.* 5, 194–197, [https://doi.org/10.1016/s0897-1897\(05\)80008-4](https://doi.org/10.1016/s0897-1897(05)80008-4).
- Davis, P. J., & Hersh, R. (1986). *Descartes' dream: the world according to mathematics* (First edition). Harcourt Brace Jovanovich.
- Demirci, Ö. (2018). *Matematik öğretmeni adaylarının olasılık konusunda problem kurma becerilerinin gelişiminin incelenmesi*. (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- DeVaul, L. (2017). *A study of strengthening secondary mathematics teachers' knowledge of statistics and probability via professional development* (Order No. 10620715). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1972025115). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/study-strengthening-secondary-mathematics/docview/1972025115/se-2>
- DeVellis, R. F. (2016). *Scale development: Theory and applications* (4th ed.). Sage Publications.
- Dikkartın Övez F., Akyüz G. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi yapılarının modellenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 38(170), 231- 334.
- Doğucu M. (2013). *Matematik Öğretmenlerinin olasılık yaklaşımları ile kavram yanlışlıkları arasındaki ilişki*. (Yüksek Lisans Tezi). Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Duman, H. (2020). *Matematik Öğretmen Adaylarının İntegral Kavramına İlişkin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Senaryo Tekniği ile İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dunn, T. J., Baguley, T., & Brunsdn, V. (2014). From alpha to omega: a practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British journal of psychology* (London, England : 1953), 105(3), 399–412. <https://doi.org/10.1111/bjop.12046>
- Ekici, S., & Yılmaz, B. (2013). FATİH Projesi Üzerine Bir Değerlendirme. *Türk Kütüphaneciliği*, 27(2), 317-339.

- Enon, J. C. (1995). *Teacher efficacy: Its effects on teaching practices and student outcomes in mathematics*. Unpublished doctoral dissertation. University of Alberta.
- Ergene, B. (2011). *Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Kavramına İlişkin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Çoklu Temsiller Bileşeninde İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Esen, B. (2009). *Matematik eğitiminde ilköğretim 6. sınıflarda olasılık konusunun öğretiminde bilgisayar destekli eğitimin rolü*. (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Estrada, A., Batanero, C., & Díaz, C. (2018). Exploring teachers' attitudes towards probability and its teaching. In C. Batanero & E. Chernoff (Eds.), *Teaching and learning stochastics* (pp. 313-332). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72871-1_18
- Eşmekaya, E. (2019). Faktör Analizi. YBS Ansiklopedi, 7(1), 24-35.
- Falk, R. & Konold, C.: 1992, 'The Psychology of Learning Probability', in F. Gordon & S. Gordon (eds.), *Statistics for the Twenty-First Century*, MAA Notes 26, Mathematical Association of America, Washington, DC, 151–164.
- Feiman-Nemser, S., Buchmann, M. (1986). The first year of teacher preparation: Transition to pedagogical thinking?, *Journal of Curriculum Studies*, 18:3, 239-256, DOI: 10.1080/0022027860180302
- Fennema, E., Franke, M. (1992). Teachers' Knowledge and Its Impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 147-164). NY: Macmillan.
- Fırat S. (2018). *Olasılık Öğretme-öğrenme Sürecinin Matematik Öğretmenlerinin Görüşlerine Dayalı Olarak Değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi). İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Fırat, S., Gürbüz, R. (2022). Evaluation of the Probability Teaching-Learning Process Based on Mathematics Teachers' Views. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1621-1641. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2022.22.74506-1192410>
- Fischbein, E. (1975). Introduction. In: *The Intuitive Sources of Probabilistic Thinking in Children*. Synthese Library, vol 85. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-010-1858-6_1
- Freudenthal, H. (1973). *Probability and Statistics*. In: *Mathematics as an Educational Task*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-010-2903-2_18

- Friedman J, Hastie T, Tibshirani R. Sparse inverse covariance estimation with the graphical lasso. *Biostatistics*. 2008 Jul;9(3):432-41. doi: 10.1093/biostatistics/kxm045. Epub 2007 Dec 12. PMID: 18079126; PMCID: PMC3019769.
- Gal, I. (2005). Towards probability literacy" for all citizens: building blocks and instructional dilemmas. In Jones, G., (ed.). *Exploring Probability in Schools: Challenges for Teaching and Learning*. Springer, New York, pp. 39-63.
- Garfield, J., & Ahlgren, A. (1988). Difficulties in Learning Basic Concepts in Probability and Statistics: Implications for Research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 44-63. <http://dx.doi.org/10.2307/749110>
- Garfield, A. J. (1991). Analysis of the Probability Curriculum. In: Kapadia, R., Borovcnik, M. (eds) *Chance Encounters: Probability in Education*. Mathematics Education Library, vol 12. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3532-0_4
- Gigerenzer, G., Swijtink, Z. G., Porter, T. M., Daston, L., Beatty, J., & Krüger, L. (1989). *The empire of chance: How probability changed science and everyday life*. Cambridge University Press.
- González, A., Arnal-Bailera, A. (2021). Prospective Teachers' Difficulties in Integrating Technology Into Problem Solving and Teaching on Rational Numbers. *Acta Scientiae*. 23. 162-192. 10.17648/acta.scientiae.6237.
- Gökkurt Özdemir, B. (2017). Öğretmen Adaylarının Olasılık Kavramlarına İlişkin Alan Bilgileri: Ayırık-Ayırık Olmayan Olaylar, Bağımlı-Bağımsız Olaylar. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(3), 693-713. <https://doi.org/10.18506/anemon.29135>
- Gökoğlu Uçar, B. (2019). *Matematik Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi İle Matematik Öğretim Kaygısı Arasındaki İlişki Üzerine Bir Çalışma*. (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Graham, C., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., Clair, L., & Harris, R. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of in-service science teachers. *TechTrends*, 53(5), 70-79
- Greer, G., Mukhopadhyay, S. (2005). Teaching and learning the mathematization of uncertainty: historical, cultural, social and political contexts. In: G.A. Jones (Eds.)

- Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning*, (pp. 297–324). New York: Springer.
- Guíñez, F., Vásquez, C., Brito, C. ve Martínez, S. (2021). Alice in randomland: A resource for improving attitudes towards probability and its teaching. *Statistics Education Research Journal*, 12(2), Article 14. <https://doi.org/10.52041/serj.v20i2.410>
- Gürbüz, R., ve Birgin, O. (2012). The effect of computer-assisted teaching on remedying misconceptions: The case of the subject “probability”. *Computers and Education*, 58 (3), 931-941
- Hacking I. (1990). *The argument*. In: *The Taming of Chance*. Ideas in Context. Cambridge: Cambridge University Press; 1990:1-10. doi:10.1017/CBO9780511819766.001
- Hacking, I. (2006). *The Emergence of Probability: A Philosophical Study of Early Ideas about Probability, Induction, and Statistical Inference*. Cambridge University Press.
- Haller, S. K. (1997). *Adopting probability curricula: The content and pedagogical content knowledge of middle grades teachers*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota.
- Harris, J. B., Mishra, P. & Koehler, M. J. (2009). Teachers’ technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41 (4), 393-416.
- Highet, G. (1966). *The art of teaching*. New York: A. Knopf
- Horn, J. L., & McArdle, J. J. (1992). A practical and theoretical guide to measurement invariance in aging research. *Experimental Aging Research*, 18(3-4), 117-144. <https://doi.org/10.1080/03610739208253916>
- Howson, G. (1991) *National curricula in mathematics*. Leicester: Mathematical Association
- Hunter, J. (2015). *Technology Integration and High Possibility Classrooms: Building from TPACK*. New York, NY. USA: Routledge.
- International Society for Technology in Education (ISTE) (2008). NETS for teachers 2008. <http://www.iste.org/docs/pdfs/nets-t-standards.pdf?sfvrsn=2>
- İnce, S. (2020). *Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Teknolojik Pedagogik Alan Bilgilerinin Fonksiyon Kavramına İlişkin Çoklu Temsiller Ve*

- Kavram Yanılgıları Bileşenlerinde İncelenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İlgün M. (2013). *İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Olasılık ile İlgili Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Temelinde Yatan Nedenlerin İncelenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Jiang, Z., ve Potter, W. D. (1993). "A Mathematical Microworld to Introduce Students to Probability" *The Mathematics Educator*, 4(1), s.4-12.
- Jones, G.A. (2005). Introduction. In: Jones, G.A. (eds) *Exploring Probability in School.* Mathematics Education Library, vol 40. Springer, Boston, MA.
- Kapucu, T. (2016). *Bilgisayar Destekli Eğitimin 8. Sınıf Öğrencilerinin Permütasyon-Kombinasyon-Olasılık Başarısına ve Öğrencilerin Bilgisayar Destekli Eğitime İlişkin Tutumlarına Etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kayaduman, H., Sırakaya, M., Seferoğlu, S.S. (2011). Eğitimde FATİH Projesi'nin öğretmenlerin yeterlilik durumları açısından incelenmesi. *Akademik Bilişim*, 2-4 Şubat, Malatya.
- Karataş, F.İ. (2014). *Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin ve Teknolojiyi Entegre Etme Öz Yeterliliklerinin İncelenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kenny, D. A., & McCoach, D. B. (2003). Effect of the Number of Variables on Measures of Fit in Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling*, 10(3), 333-351. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM1003_1
- Kerrich, J. E. (1961), "Random Remarks," *The American Statistician*, 15, 16-20
- Kirschner, S., Taylor, J., Rollnick, M., Borowski, A., & Mavhunga, E. (2015). Gathering evidence for the validity of PCK measures: Connecting ideas to analytic approaches. In A. Berry, P. Friedrichsen & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 229-241). Routledge.
- Klassen, R. M., Usher, E. L., & Bong, M. (2010). Teachers' Collective Efficacy, Job Satisfaction, and Job Stress in Cross-Cultural Context. *Journal of Experimental Education*, 78, 464-486.
- Kline, R. B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (4. baskı). The Guilford Press.

- Koehler, M. J., Mishra, P. (2005). What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32, 131-152.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Cam, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *The Journal of Education*, 193(3), 13–19. <http://www.jstor.org/stable/24636917>
- Koehler, M., Mishra, P., Yahya, K. & Yadav, A. (2004). Successful Teaching with Technology: The Complex Interplay of Content, Pedagogy, and Technology. In R. Ferdig, C. Crawford, R. Carlsen, N. Davis, J. Price, R. Weber & D. Willis (Eds.), *Proceedings of SITE 2004--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2347-2354). Atlanta, GA, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved May 5, 2023 from <https://www.learntechlib.org/primary/p/14799/>.
- Koehler, M.J., Mishra, P., & Published by The AACTE Committee on Innovation and Technology, (Eds.). (2008). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315759630>
- Konold, C. (1995). Confessions of a coin flipper and would-be instructor. *The American Statistician*, 49(2), 203–209.
- Kurt, G. (2016). *İlköğretim Matematik Öğretmenliği Adaylarının Teknolojik Pedagogik Alan Bilgisi Gelişimleri: Bir Mikro Öğretim Ders Araştırması*. (Doktora Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kurt Birel, G. (2017). The Investigation of Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Subject Matter Knowledge About Probability. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 348-362. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.306023>
- Landry, G.A. (2010). *Creating and Validating an Instrument to Measure Middle School Mathematics Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*. PhD diss., University of Tennessee, 2010.
- Lahanier-Reuter, D. (1999). *Conceptions du hasard et enseignement des probabilités et statistiques*. Paris : Presses Universitaires de France
- Listiawan, T., As'ari, P., & Muksar, M. (2018). Mathematics teachers technological content knowledge (TCK) in using dynamic geometry software. *Journal of Physics: Conference*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012121>

- Mardia, K. V. (1970). Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications. *Biometrika*, 57(3), 519. doi:10.2307/2334770
- McCrorry, R. (2008). Science, technology, and teaching the topic-specific challenges of tpck in science, in. aacte committee on innovation and technology, *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) For Teaching and Teacher Educators*, (pp. 193-206). Routledge: New York and London.
- Meng, C.C. & Sam, L.C. (2013). Developing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge for teaching mathematics with the geometer's sketchpad through lesson study. *Journal of Education and Learning*, 2(1), 1-8.
- Meredith, W. (1993). Measurement invariance, factor analysis and factorial invariance. *Psychometrika*, 58(4), 525-543. <https://doi.org/10.1007/BF02294825>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mishra, P., Spiro, R. J., & Feltovich, P. J. (1996). Technology, representation, and cognition: The prefiguring of knowledge in cognitive flexibility hypertexts. In H. van Oostendorp & A. de Mul (Eds.), *Cognitive aspects of electronic text processing* (pp. 287-305). Norwood, NJ: Ablex.
- Moore, D. S. (1997). Probability and statistics in the core curriculum. In J. Dossey (Ed.), *Confronting the core curriculum* (pp. 93-98). Washington, DC: Mathematical Association of America.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va. NCTM
- Organ Ulus, S. (2022). *Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Algıları ile Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öçal, M. F. (2014). *Students' intuitively based misconceptions in probability: Teachers' awarenesses and teaching practices in middle and high schools*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Önal, N. (2016). Development, Validity and Reliability of TPACK Scale with Pre-Service Mathematics Teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*.
- Özcan, M. (2011). *Bilgi Çağında Öğretmen Eğitimi, Nitelikleri ve Gücü Bir Reform Önerisi*. Türk Eğitim Derneği Yayınları: Ankara.

- Özdemir, N. (2014), *Teknoloji Destekli Pedagojik Alan Bilgisine İlişkin Matematik Öğretmenlerinin Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özerbaş, M.A., Has Erdoğan, B. (2016) The Effect of the Digital Classroom on Academic Success and Online Technologies Self Efficacy. *Educational Technology & Society*, 483(19 (4)), 203-212. (Yayın No: 2837375)
- Öztürk, G. (2005). *İlköğretim 8. Sınıf Düzeyinde Permütasyon ve Olasılık Ünitesinin Bilgisayar Destekli Tasarımı* (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Öztürk, E. & Horzum, M. B. (2011). Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi Ölçeği'nin Türkçeye Uyarlaması, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12 (3), 255-278.
- Özyurt, H. (2013). *Web Tabanlı Uyarlanabilir Test Sisteminin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi: Olasılık Ünitesi*. (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Pajares, F. (1997). Current Directions in Self-Efficacy Research. In M. Maehr, & P. R. Pintrich (Eds.), *Advances in Motivation and Achievement* (Vol. 10, pp. 1-49). Greenwich, CT: JAI Press
- Pajares, F. (2002). *Overview of social cognitive theory and of self-efficacy*. Retrieved Oct 11, 2024 from <http://www.emory.edu/EDUCATION/mfp/eff.html>
- Pallant, J. (2001). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for windows*. New York: McGraw-Hill/Open University Press.
- Pfannkuch, M. (2005). Probability and Statistical Inference: How Can Teachers Enable Learners to Make the Connection? In: Jones, G.A. (eds) *Exploring Probability in School*. Mathematics Education Library, vol 40. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-387-24530-8_12
- Pratt, D. (2005). How do Teachers Foster Students' Understanding of Probability?. In: Jones, G.A. (eds) *Exploring Probability in School*. Mathematics Education Library, vol 40. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-387-24530-8_8
- Prodromou, T. (2012). Connecting experimental probability and theoretical probability. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 44(7), 855-868. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0469-z>
- Reisoğlu, A. (2019). *Matematik Öğretmeni Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri (TPAB) ile Eğitsel Amaçlı Sosyal Ağ Kullanma Öz Yeterliği Arasındaki*

- İlişkinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.*
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36.
- Schmid, Brianza, Eliana, Petko (2020). Developing a short assessment instrument for Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK.xs) and comparing the factor structure of an integrative and a transformative model. *Computers and Education*, 157 :online.
- Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler & Shin (2009) Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), *Journal of Research on Technology in Education*, 42:2, 123-149, DOI: 10.1080/15391523.2009.10782544
- Seçer, İ. (2018). *Psikolojik test geliştirme ve uyarlama süreci: SPSS ve LISREL uygulamaları*. Anı Yayıncılık.
- Shaughnessy, J.M. (1977) Misconceptions of probability: An experiment with a small-group, activity-based, model building approach to introductory probability at the college level. *Educ Stud Math* 8, 295–316. <https://doi.org/10.1007/BF00385927>
- Shaughnessy, J. M., & Bergman, B. (1993). Thinking about uncertainty: Probability and statistics. In P. S. Wilson (Eds.), *Research ideas for the classroom: High school mathematics* (pp. 177-197). New York: Macmillan Publishing Company
- Shaughnessy, J. M. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 465–494). Macmillan Publishing Co, Inc.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22. <http://dx.doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Sofyan, S., Habibi, A., Sofwan, M. et al. (2023). TPACK–UotI: the validation of an assessment instrument for elementary school teachers. *Humanit Soc Sci Commun* 10, 55 . <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01533-0>
- Sriraman, B., Chernoff, E.J. (2020). Probabilistic and Statistical Thinking. In: Lerman, S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_100003

- Stohl, H. (2005). Probability in Teacher Education and Development. In: Jones, G.A. (eds) *Exploring Probability in School*. Mathematics Education Library, vol 40. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-387-24530-8_15
- Sahin, I. (2011). Development of survey of technological pedagogical and content knowledge (TPACK). *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(1), 97-105.
- Şahin, Z. (2020). *Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Kavramıyla İlgili Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Senaryo Tekniği ile İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şen, N. (2010). *İlköğretim Altıncı Sınıf Matematik Dersinde Bilgisayar Destekli Sezgisel Düşünme Kontrollü Olasılık Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Sezgisel Düşünme Düzeylerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics (6th ed.)*. Pearson.
- Tan, C., Harji M. B. & Lau S. 2011. Fostering positive attitude in probability learning using graphing calculator. *Comput. Educ.* 57, 3 (November, 2011), 2011–2024. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.05.005>
- Taşar, M. F. & Yılmaz Ergül, D. (2023), "Educational Technologies in Physics Teaching Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in Physics Education," in *The International Handbook of Physics Education Research: Teaching Physics*, edited by Sarantos Psycharis [AIP Publishing (online), Melville, New York], available at: https://doi.org/10.1063/9780735425712_001
- Tijms, H. (2017). *Probability: A Lively Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Türk Eğitim Derneği (TED) (2009). *Öğretmen yeterlikleri*. http://portal.ted.org.tr/yayinlar/Ogretmen_Yeterlik_Kitap.pdf adresinden 20 Ekim 2023 tarihinde indirilmiştir.
- Türkyılmaz, T. (2018). *Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Düzeylerinin Öğrenme Stratejileri ve Düşünme Stilleri Açısından İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.
- Tschannen-Moran, M., Woolfolk-Hoy, A. (2001). Teacher efficacy: capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17, 783-805.

- TYÇ. (2015). 2018 Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi. <https://uluslararasi.yok.gov.tr/Sayfalar/avrupa-yuksekokretim-alani-ile-uyum-projesi/yeterlilikler-cercevesi/turkiye-yeterlilikler-cercevesi-tyc.aspx>
- Vandenberg, R. J., & Lance, C. E. (2000). A Review and Synthesis of the Measurement Invariance Literature: Suggestions, Practices, and Recommendations for Organizational Research. *Organizational Research Methods*, 3(1), 4-70. <https://doi.org/10.1177/109442810031002>
- Valtonen, T., Sointu, E., Mäkitalo, K., Kukkonen, J. (2015). Developing a TPACK measurement instrument for 21st century pre-service teachers. *Seminar.net-International journal of media, technology and lifelong learning*. 11. 87-100. [10.7577/seminar.2353](https://doi.org/10.10757/seminar.2353).
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2019). *İlkokul ve ortaokul matematiği: Gelişimsel yaklaşımla öğretim*. (7. Baskı). (Çev. S. Durmuş). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Watson, J.M. (2001) Profiling Teachers' Competence and Confidence to Teach Particular Mathematics Topics: the Case of Chance and Data. *Journal of Mathematics Teacher Education* 4, 305–337. <https://doi.org/10.1023/A:1013383110860>
- Widaman, K. F., & Reise, S. P. (1997). Exploring the measurement invariance of psychological instruments: Applications in the substance use domain. In K. J. Bryant, M. Windle, & S. G. West (Eds.), *The science of prevention: Methodological advances from alcohol and substance abuse research* (pp. 281-324). Washington, DC: American Psychological Association.
- Willermark, S. (2018). Technological Pedagogical and Content Knowledge: A Review of Empirical Studies Published From 2011 to 2016. *Journal of Educational Computing Research*, 56(3), 315-343. <https://doi.org/10.1177/0735633117713114>
- Wu, Y-T. (2013). Research trends in technological pedagogical content knowledge (TPACK) research: A review of empirical studies published in selected journals from 2002 to 2011. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E73-E76
- Yeh, Y., Hsu, Y., Wu, H., Hwang, F., Lin T. (2013). Developing and validating technological pedagogical content knowledge - practical (TPACK-Practical) through the Delphi Survey Technique. *British Journal of Educational Technology*. [10.1111/bjet.12078](https://doi.org/10.1111/bjet.12078).
- Yükseköğretim Kurulu [YÖK], (2018). İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı

https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-Yetistirme-Lisans-Programlari/Ilkogretim_Matematik_Lisans_Programi.pdf



EKLER

EK. 1 TPAB-OÖ Ölçeği Son Hali

Merhaba,

Bu çalışma, **Doç. Dr. Öğr. Üyesi Handan DEMİRCİOĞLU** ve **Doç. Dr. Öğr. Üyesi Emine Nur ÜNVEREN BİLGİÇ** danışmanlığında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Matematik Eğitimi yüksek lisans öğrencisi **Nisa GÖKÇE** tarafından yürütülmektedir. Çalışmada **öğretmen adaylarının olasılık konusuna yönelik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri (TPAB) öz-yeterliliklerinin incelenmesi** amaçlanmaktadır. Bu kapsamda size yöneltilen sorular, sadece sizin kişisel düşüncelerinizi öğrenmek amacıyla hazırlanmıştır ve vereceğiniz cevaplar tamamen gizli tutulacaktır.

Çalışma kapsamında size sorulacak sorular ortalama 30 dakikanızı alacaktır. Bu metni okuduktan sonra çalışmaya devam etmeniz, çalışmaya gönüllü olarak katıldığınız anlamına gelecektir. Çalışma kapsamında sormak istediğiniz herhangi bir husus varsa, araştırmacıyla yoluyla iletişime geçebilirsiniz. Zaman ayırdığınız ve çalışmaya katkıda bulunmayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederim.

Ad Soyad:

Öğrenim gördüğünüz üniversite:

Cinsiyetiniz:

Sınıf düzeyiniz:

Derecelendirme Kriteri

Maddeleri aşağıda belirtilen derecelendirme kriterlerine göre maddeleri cevaplamanız beklenmektedir.

1: Kesinlikle Katılmıyorum 2: Katılmıyorum 3: Kararsızım 4: Katılıyorum 5: Kesinlikle Katılıyorum

Sorular
1. Öğretim amaçlı kullanılacak uygun teknolojileri seçebilirim.
2. Yeni teknolojileri öğretim amaçlı kullanabilirim.
3. Öğrencilere bilgisayarla ilgili yaşayabilecekleri sorunlarda yardımcı olabilirim.
4. Web (2.0, 3.0, 4.0) uygulamalarını (Google Classroom, EBA bloglar, sosyal ağlar, podcast'ler, prompt (yönerge) yazma, yapay zekâ) kullanabilirim.
5. Önemli yeni teknolojileri takip edebilirim.
6. Farklı teknolojiler hakkında bilgi sahibiyim.
7. Teknoloji ile ilgili gelişmelerdeki değişiklikler konusunda rahat ve iyimser bir şekilde uyum sağlayabilirim.

8.	İhtiyacım olan bir konu hakkında güncel bilgi bulmak için web'de isabetli arama yapabilirim.
9.	Bir kelime işlemci programında metin ve grafik içeren bir belge oluşturabilirim.
10.	Bir sınıftaki öğrenci performansını nasıl değerlendireceğime dair yeterli bilgiye sahibim.
11.	Öğrencilerin öğrenmesini çeşitli şekillerde değerlendirebilirim.
12.	Sınıf yönetimini nasıl organize edeceğime dair yeterli bilgiye sahibim.
13.	Sınıf içinde yaşanabilecek olası sorunlara karşı önlem alabilirim.
14.	Öğretim sürecine yönelik yeniliklere açığım.
15.	Belirli bir kavramı öğretmek için en iyi öğretim stratejisini ve yöntemini kullanabilirim.
16.	Öğrencilerin anlık neyi anlayıp anlamadıklarına göre öğretimimi uyarlayabilirim.
17.	Sınıf ortamında çok çeşitli öğretim yaklaşımlarını kullanabilirim (işbirlikçi öğrenme, doğrudan öğretim, sorgulayıcı öğrenme, problem/proje tabanlı öğrenme vb.)
18.	Öğretim sürecinde olası bireysel farklılıkları dikkate alabilirim.
19.	Olasılığın temel prensiplerini bilirim.
20.	Saymanın temel prensibine dair yeterli bilgiye sahibim.
21.	Olasılığın büyük fikirlerine dair (varyasyon, rastgelelik ve bağımsızlık) yeterli bilgiye sahibim.
22.	Permütasyon kavramı ve uygulamalarına dair yeterli bilgiye sahibim.
23.	Kombinasyon kavramı ve uygulamalarına dair yeterli bilgiye sahibim.
24.	Binom teoremi hakkında yeterli bilgiye sahibim.
25.	Olasılıkla ilgili kavramlara (şans, rastgelelik ve belirsizlik) dair yeterli bilgiye sahibim.
26.	Olasılık aksiyomları hakkında yeterli bilgiye sahibim.
27.	Koşullu olasılık hakkında yeterli bilgiye sahibim.
28.	Öğretim programındaki olasılık konusunun içeriğini açıklayabilirim.
29.	Olasılık ile ilgili kazanımları sınıf seviyesine uygun olarak açıklayabilirim.
30.	İşlenecek olasılık konusunun kapsamına karar verebilirim.
31.	Olasılık konusuna yönelik rahatça ders planları tasarlayabilirim.
32.	Öğrencilerin olasılık konusuyla ilgili olarak ne tür öğrenme güçlükleri yaşayabileceklerini belirleyebilirim.
33.	Öğrencilerin olasılık konusu ile ilgili sahip olabilecekleri kavram yanılgılarının üstesinden gelebilirim.
34.	Olasılık öğretiminde ulusal standartlarla eşleşen materyaller oluşturabilirim.

35.	Olasılık öğretiminde ulusal standartlarla eşleşen materyalleri (Buffon iğneleri, Galton tahtası ... gibi) kullanabilirim.
36.	Olasılıkla ilgili problemleri çözmek için çeşitli yol ve stratejileri kullanabilirim.
37.	Öğrencilerin olasılık etkinliklerinden elde edilen ifadeleri yorumlamalarını sağlayabilirim.
38.	Olasılık konusu ile eşleşen etkinlikler seçebilirim.
39.	Öğrencilerin şans bileşeni içeren durumların muhtemel sonuçlarını tahmin etmelerini teşvik edebilirim.
40.	Öğrencilerin olasılık konusuna dair düşünmesini sağlayacak sorular sorabilirim.
41.	Öğrencileri olasılık konusuna ait veriler ve gözlemler hakkında yorum yapmaya ve akıl yürütmeye teşvik edebilirim.
42.	Olasılık etkinliklerinden elde edilen sonuçları değerlendirebilirim.
43.	Olasılık öğrenme alanına yönelik bir ders tasarımıda öğretim yaklaşımlarını geliştiren teknolojileri seçebilirim.
44.	Ders planlaması sırasında olasılığa yönelik olan içerikleri, öğrenme-öğretme stratejilerini ve ilgili yeni teknolojileri dikkate alabilirim.
45.	Bilgisayarlarda hâlihazırda yüklü olan yazılımları (MS Office (Excel), hesap makinesi, paint vb.) olasılık konusu için kullanabilirim.
46.	Bir dersin içeriğine hangi olasılık teknolojilerinin (dijital/analog materyal) uygun olduğunu seçebilirim.
47.	Olasılığı öğretmeye yönelik dijital materyalleri (TinkerPlots, Probability Explorer, VUStat...) kullanmayı biliyorum.
48.	Olasılık öğretiminde teknoloji kullanımının avantajlarını açıklayabilirim.
49.	Öğrencilerin olasılık konusuna yönelik modelleri oluşturmalarına ve manipüle etmelerine olanak tanıyan dijital teknolojileri kullanabilirim.
50.	Toplanması zor olan olasılığa yönelik verileri kaydetmesine olanak tanıyan dijital teknolojileri kullanabilirim.
51.	Öğrencilerin olasılığa yönelik veri toplamak için dijital teknolojileri kullanmalarına yardımcı olabilirim.
52.	Öğrencilerin olasılığa yönelik verilerdeki örüntüleri düzenlemesi ve tanımlaması için dijital teknolojileri kullanmalarına yardımcı olabilirim.
53.	Olasılık problemlerinin çözümünde sürece teknolojiyi entegre edebilirim.
54.	Sınıfımda olasılık konusuna yönelik teknolojiyi nasıl kullanacağım konusunda eleştirel düşünebilirim.
55.	Olasılık konusu ve kavramları için web’de’de isabetli arama yapabilirim.
56.	Derslerimde öğrendiğim olasılık bilgisi, olasılığa yönelik teknoloji ve öğretim yaklaşımlarını birleştiren stratejileri sınıfımda kullanabilirim.
57.	Sınıfımda kullanmak üzere olasılığı öğrencilerin öğrenmesini geliştiren teknolojileri seçebilirim.
58.	Olasılık, teknoloji ve öğretim yaklaşımlarını uygun şekilde birleştiren dersler verebilirim.
59.	Olasılık öğrenme-öğretme sürecini değerlendirirken teknoloji destekli değerlendirme araçlarını kullanabilirim.

60.	Olasılık öğrenme alanına yönelik öğrenci değerlendirme bilgilerini yönetmek için teknolojiyi kullanabilirim.
61.	Öğrencilerin olasılık konusundaki kavram yanlışlarını tespit etmek için teknolojik araçlardan yararlanabilirim.
62.	Olasılık konusuyla ilgili yaygın öğrenci kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak için teknolojiyi kullanabilirim.



EK 2. Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 24.10.2023-350604



T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Eğitim Bilimleri Araştırma Önerisi Etik Değerlendirme Kurulu

Sayı : E-50704946-100-350604
Konu : Etik Kurul Kararı

24.10.2023

Sayın Nisa GÖKÇE

Eğitim Bilimleri Araştırma Önerisi Etik Değerlendirme Kuruluna yapmış olduğunuz 23_10_01 numaralı başvurunuz incelenmiş ve kurulumuz tarafından "*Öğretmen Adaylarının Olasılık Konusunda Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerine Yönelik Öz-Yeterliliklerinin İncelenmesi*" başlıklı araştırmanızın bilimsel araştırma etiği ilkeleri açısından uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bilgilerini rica ederim.

Prof. Dr. Murat BURSAL
Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSF8CPKSH Pin Kodu :01892

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/cumhuriyet-universitesi-ebys>

Adres : Sivas Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Telefon:03462191313 Faks:0 346 219 1110

e-Posta:egitimdek@cumhuriyet.edu.tr Web:egitimbilimst.cumhuriyet.edu.tr

Kep Adresi:cumhuriyetuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Ahmet YILDIRIM

Unvanı: Memur



EK. 3 Tüm Uzman Görüş Listesi

Uygunluk Derecelendirmesi	
1: Madde Uygun Değil	2: Madde Ciddi Olarak Gözden Geçirilmeli
3: Madde Biraz Gözden Geçirilmeli	4: Madde Uygun

Maddeler	1.uzman görüşü	2.uzman görüşü	3.uzman görüşü	KGO
1. Öğretim amaçlı kullanılacak uygun teknolojileri seçebilirim.	4	3	4	2
2. Yeni teknolojileri öğretim amaçlı kullanabilirim.	4	3	3	2
3. Öğrencilere bilgisayarla ilgili yaşayabilecekleri sorunlarda yardımcı olabilirim.	4	3	4	2
4. Web (2.0, 3.0, 4.0) uygulamalarını (Google Classroom, EBA bloglar, sosyal ağlar, podcast'ler, prompt (yönerge) yazma, yapay zeka) kullanabilirim.	4	3	4	2
5. Öğrendiğim teknolojilerin kullanımını olasılık konusuna yönelik farklı öğretim etkinliklerine uyarlayabilirim.	1	4	4	0,50
6. Bir teknolojinin olasılık öğretimi amaçlı nasıl kullanılacağını planlayabilirim.	1	4	4	0,50
7. Önemli yeni teknolojileri takip edebilirim.	4	3	3	2
8. Farklı teknolojiler hakkında bilgi sahibiyim.	4	3	3	2
9. Teknoloji ile ilgili gelişmelerdeki değişiklikler konusunda rahat ve iyimser bir şekilde uyum sağlayabilirim.	4	3	3	2
10. İhtiyacım olan bir konu hakkında güncel bilgi bulmak için web'de isabetli arama yapabiliyorum.	1	3	4	1,33
11. Bir kelime işlemci programında metin ve grafik içeren bir belge oluşturabiliyorum.	3	3	4	2

12. Bir sınıftaki öğrenci performansını nasıl değerlendireceğime dair yeterli bilgiye sahibim.	4	3	4	2
13. Öğrencilerin öğrenmesini çeşitli şekillerde değerlendirebilirim.	4	3	4	2
14. Sınıf yönetimini nasıl organize edeceğime dair yeterli bilgiye sahibim	4	3	4	2
15. Sınıf içinde yaşanabilecek olası sorunlara karşı önlem alabilirim.	4	3	4	2
16. Öğretim sürecine yönelik yeniliklere açığım.	4	3	4	2
17. Belirli bir kavramı öğretmek için en iyi öğretim stratejisini ve yöntemini kullanabilirim.	4	3	4	2
18. Öğrencilerin anlık neyi anlayıp anlamadıklarına göre öğretimimi uyarlayabilirim.	4	3	3	2
19. Sınıf ortamında çok çeşitli öğretim yaklaşımlarını kullanabilirim (işbirlikçi öğrenme, doğrudan öğretim, sorgulayıcı öğrenme, problem/proje tabanlı öğrenme vb.)	4	3	4	2
20. Öğretim sürecinde olası bireysel farklılıkları dikkate alabilirim.	4	4	4	2
21. Olasılığın temel prensiplerini bilirim.	4	4	4	2
22. Saymanın temel prensibine dair yeterli bilgiye sahibim.	4	4	4	2
23. Olasılığın büyük fikirlerine dair (varyasyon, rastgelelik ve bağımsızlık) yeterli bilgiye sahibim.	4	4	3	2
24. Permütasyon kavramı ve uygulamalarına dair yeterli bilgiye sahibim.	4	4	4	2
25. Kombinasyon kavramı ve uygulamalarına dair yeterli kavrama sahibim.	4	4	3	2
26. Binom teoremi hakkında yeterli bilgiye sahibim.	4	4	4	2
27. Olasılıkla ilgili kavramlara (şans, rastgelelik ve belirsizlik) dair yeterli bilgiye sahibim.	4	4	3	2
28. Olasılık aksiyomları hakkında yeterli bilgiye sahibim.	4	4	3	2

29. Koşullu olasılık hakkında yeterli bilgiye sahibim.	4	4	4	2
30. Öğretim programındaki olasılık konusunun içeriğini açıklayabilirim.	4	4	4	2
31. Olasılık ile ilgili kazanımları sınıf seviyesine uygun olarak açıklayabilirim.	4	4	4	2
32. İşlenecek olasılık konusunun kapsamına karar verebilirim.	4	4	4	2
33. Olasılık konusuna yönelik rahatça ders planları tasarlayabilirim.	4	4	4	2
34. Öğrencilerin olasılık konusuyla ilgili olarak ne tür öğrenme güçlükleri yaşayabileceklerini belirleyebilirim.	4	4	4	2
35. Öğrencilerin olasılık konusu ile ilgili sahip olabilecekleri kavram yanılgılarının üstesinden gelebilirim.	4	4	4	2
36. Olasılık öğretiminde ulusal standartlarla eşleşen materyaller oluşturabilirim.	4	4	3	2
37. Olasılık öğretiminde ulusal standartlarla eşleşen materyalleri (Buffon iğneleri, Galton tahtası ...gibi) kullanabilirim.	4	4	4	2
38. Olasılıkla ilgili problemleri çözmek için çeşitli yol ve stratejileri kullanabilirim.	4	4	4	2
39. Öğrencilerin olasılık etkinliklerinden elde edilen ifadeleri yorumlamalarını sağlayabilirim.	4	4	4	2
40. Olasılık konusu ile eşleşen etkinlikler seçebilirim.	4	4	3	2
41. Öğrencilerin şans bileşeni içeren durumların muhtemel sonuçlarını tahmin etmelerini teşvik edebilirim.	4	4	4	2
42. Öğrencilerin olasılık konusuna dair düşünmesini sağlayacak sorular sorabilirim.	4	4	4	2
43. Öğrencileri olasılık konusuna ait veriler ve gözlemler hakkında yorum yapmaya ve akıl yürütmeye teşvik edebilirim.	4	4	4	2
44. Olasılık etkinliklerinden elde edilen sonuçları değerlendirebilirim.	4	4	4	2

45. Olasılık öğrenme alanına yönelik bir ders tasarımında öğretim yaklaşımlarını geliştiren teknolojileri seçebilirim.	4	4	4	2
46. Ders planlaması sırasında olasılığa yönelik olan içerikleri, öğrenme-öğretme stratejilerini ve ilgili yeni teknolojileri dikkate alabilirim.	4	4	4	2
47. Bilgisayarlarda halihazırda yüklü olan yazılımları (MS Office (Excel), hesap makinesi, paint vb.) olasılık konusu için kullanabilirim.	4	4	4	2
48. Bir dersin içeriğine hangi olasılık teknolojilerinin (dijital/analog materyal) uygun olduğunu seçebilirim.	4	4	4	2
49. Olasılığı öğretmeye yönelik dijital materyalleri (TinkerPlots, Probability Explorer, VUStat...) kullanmayı biliyorum.	4	4	4	2
50. Olasılık öğretiminde teknoloji kullanımının avantajlarını açıklayabilirim.	4	4	4	2
51. Öğrencilerin olasılık konusuna yönelik modelleri oluşturmalarına ve manipüle etmelerine olanak tanıyan dijital teknolojileri kullanabilirim.	4	4	4	2
52. Toplanması zor olan olasılığa yönelik verileri kaydetmesine olanak tanıyan dijital teknolojileri kullanabilirim.	4	4	3	2
53. Öğrencilerin olasılığa yönelik veri toplamak için dijital teknolojileri kullanmalarına yardımcı olabilirim.	4	4	4	2
54. Öğrencilerin olasılığa yönelik verilerdeki örüntüleri düzenlemesi ve tanımlaması için dijital teknolojileri kullanmalarına yardımcı olabilirim.	4	4	4	2
55. Olasılık problemlerinin çözümünde sürece teknolojiyi entegre edebilirim.	4	4	4	2
56. Sınıfımda olasılık konusuna yönelik teknolojiyi nasıl kullanacağım konusunda eleştirel düşünebilirim.	4	4	4	2

57. Olasılık konusu ve kavramları için Web'de isabetli arama yapabilirim.	3	4	4	2
58. Derslerimde öğrendiğim olasılık bilgisi, olasılığa yönelik teknoloji ve öğretim yaklaşımlarını birleştiren stratejileri sınıfımda kullanabilirim.	4	4	3	2
59. Sınıfımda kullanmak üzere olasılığı öğrencilerin öğrenmesini geliştiren teknolojileri seçebilirim.	4	4	3	2
60. Olasılık, teknoloji ve öğretim yaklaşımlarını uygun şekilde birleştiren dersler verebilirim.	4	4	4	2
61. Olasılık öğrenme-öğretme sürecini değerlendirirken teknoloji destekli değerlendirme araçlarını kullanabilirim.	4	4	4	2
62. Olasılık öğrenme alanına yönelik öğrenci değerlendirme bilgilerini yönetmek için teknolojiyi kullanabilirim.	4	4	4	2
63. Öğrencilerin olasılık konusundaki kavram yanlışlarını tespit etmek için teknolojik araçlardan yararlanabilirim.	4	4	4	2
64. Olasılık konusuyla ilgili yaygın öğrenci kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak için teknolojiyi kullanabilirim.	4	4	4	2

EK. 4 Madde-Toplam Korelasyonları

Maddeler (1.sütun)	Korelasyon (1.sütun)	Maddeler (2.sütun)	Korelasyon (2.sütun)	Maddeler (3.sütun)	Korelasyon (3.sütun)
M1	0.6746	M22	0.7279	M43	0.7921
M2	0.6886	M23	0.7319	M44	0.7755
M3	0.5842	M24	0.6846	M45	0.6789
M4	0.5886	M25	0.7278	M46	0.7243
M5	0.6764	M26	0.737	M47	0.4948
M6	0.5847	M27	0.7548	M48	0.6734
M7	0.6456	M28	0.7363	M49	0.7454
M8	0.6627	M29	0.7463	M50	0.6832
M9	0.5638	M30	0.7564	M51	0.7648
M10	0.6842	M31	0.7629	M52	0.7457
M11	0.6769	M32	0.782	M53	0.7362
M12	0.6345	M33	0.7611	M54	0.7744
M13	0.6421	M34	0.7132	M55	0.732
M14	0.6889	M35	0.6724	M56	0.765
M15	0.6819	M36	0.807	M57	0.7451
M16	0.6588	M37	0.8183	M58	0.7346
M17	0.6895	M38	0.7968	M59	0.7506
M18	0.7215	M39	0.7784	M60	0.7469
M19	0.735	M40	0.7893	M61	0.7213
M20	0.7305	M41	0.8069	M62	0.7438
M21	0.7086	M42	0.7876		

Ek 5. Yol Diyagramı

