

Bilim ve Sanat Merkezlerinde Çalışan Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin İstatistiksel Araştırma Sürecine Yönelik Deneyimlerinin Desteklenmesi*

Esat Avcı**, İffet Elif Yetkin Özdemir***, Sibel Kazak****

Makale Geliş Tarihi:02/10/2024

Makale Kabul Tarihi:17/04/2025

DOI: 10.35675/befdergi.1560090

Öz

İstatistiksel araştırma süreci, istatistiksel bir araştırma sorusu oluşturabilme, istatistiksel araştırma sorusu doğrultusunda veri toplama planı yapabilme, verileri analiz edebilme ve elde edilen bulgular doğrultusunda yorum yapabilme aşamalarından oluşmaktadır. Bu süreç bireylerin verileri anlamlandırabilmesi ve bulgulara eleştirel bakabilmesi için önemlidir. Bu çalışmada, bilim ve sanat merkezlerinde görev yapan ortaokul matematik öğretmenlerinin istatistiksel araştırma sürecine yönelik mesleki gelişimlerini sağlamak amaçlanmıştır. Çalışma grubu bir bilim ve sanat merkezinde görev yapan 3 ortaokul matematik öğretmenidir. Çalışma kapsamında öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecine yönelik önceki deneyimlerinden yola çıkarak öğretmenlerin mesleki gelişimini desteklemeye yönelik izlenecek yola dair hedefler belirlenmiş, hedefler doğrultusunda mesleki gelişim için izlenecek yol ve kullanılacak araçlar geliştirilmiştir. Bu yol ve araçlarla öğretmenler istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemiştir. Uygulanan mesleki gelişim programının, öğretmenlerin mesleki gelişimlerini sağlamaya yönelik hedeflere ulaşmaya katkı sunduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstatistiksel araştırma süreci, istatistik alan bilgisi, teknolojik istatistik bilgisi

Supporting the Experiences of Middle School Mathematics Teachers Working in Science and Art Centers Regarding the Statistical Investigation Process

Abstract

The statistical research process consists of the stages of formulating a statistical research question, making a data collection plan in line with the statistical research question, analyzing the data, and interpreting the findings. This process is important for individuals to make sense

* Bu çalışmanın özeti VIII. Ulusal Üstün Yeteneklilerin Eğitimi Kongresinde (ÜYEK 2023) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Çalışma, birinci yazarın doktora tez çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir.

**Yenişehir Belediyesi BİLSEM, Mersin, Türkiye. esatuavci@gmail.com ORCID: [0000-0003-2366-4515](https://orcid.org/0000-0003-2366-4515) 

*** Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye. ozdemiry@hacettepe.edu.tr ORCID: [0000-0001-8784-0317](https://orcid.org/0000-0001-8784-0317) 

**** Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye. skazak@metu.edu.tr ORCID: [0000-0003-1710-8272](https://orcid.org/0000-0003-1710-8272) 

Kaynak Gösterme: Avcı, E., Yetkin Özdemir, İ. E., & Kazak, S. (2025). Bilim ve sanat merkezlerinde çalışan ortaokul matematik öğretmenlerinin istatistiksel araştırma sürecine yönelik deneyimlerinin desteklenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(46), 533-567.

of the data and to approach the findings critically. This study aims to support the professional development of middle school mathematics teachers working in science and art centers regarding the statistical research process. The study group consists of three middle school mathematics teachers working in a science and art center. Within the scope of the study, objectives were determined for supporting teachers' professional development based on their previous experiences with the statistical investigation process. In line with these objectives, the trajectory to be followed for professional development and the tools to be used were developed. Through these methods and tools, participants experienced the statistical research process. It was observed that the implemented professional development program contributed to achieving the goals aimed at supporting the participants' professional development.

Keywords: Statistical research process, statistical content knowledge, technological statistical knowledge

Giriş

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte görsel, dijital ve sosyal medyanın yaygın kullanımı, ekonomiden eğitime, sanattan spora birçok alanda istatistiksel verilerle daha sık karşılaşılmasına neden olmuştur. Bu verileri anlamlandırabilmek ve eleştirel bakış açısı geliştirebilmek için bireylerin istatistiksel araştırma sürecine hâkim olması önemlidir (Gattuso & Ottaviani, 2011). Bu süreç, istatistiksel bir araştırma sorusu oluşturmayı, veri toplama planı hazırlamayı, verileri analiz etmeyi ve elde edilen bulgularla soruya yanıt vermeyi içerir. İstatistiksel araştırma sürecini açıklayan yaklaşımlardan bazıları PPDAC (Problem, Plan, Data, Analysis, Conclusion) (Wild & Pfannkuch, 1999), İstatistiksel Araştırmalara Öğrenci Yaklaşımları (İAÖY) (Students' Approaches to Statistical Investigations) (Lee & Tran, 2015) ve İstatistiksel Problem Çözme Süreci'dir (Statistical Problem-Solving Process) (Bargagliotti vd., 2020). Bu yaklaşımların istatistiksel araştırma sürecine yönelik tanımladıkları aşamalar Şekil 1'de özetlenmiştir.

PPDAC (Problem, Plan, Data, Analysis, Conclusion) (Wild & Pfannkuch, 1999)	İstatistiksel Araştırmalara Öğrenci Yaklaşımları (Students' Approaches to Statistical Investigations) (Lee & Tran, 2015).	İstatistiksel Problem Çözme Süreci (Statistical Problem-Solving Process) (Bargagliotti, vd., 2020).
• Problem: Sorunu anla ve tanımla. • Plan: Neyin nasıl ölçüleceğine, örneklemen nasıl belirleneceğine, çalışmanın tasarımı, verilerin toplanması ve kaydedilmesi sürecini nasıl yürüteceğine karar ver. • Veri: Verileri toplama ve analize hazır hale getir. • Analiz: Verilere uygun tablo ve grafikler oluştur, verileri keşfet, örüntü ara. • Sonuç: Sonuçları yorumla, yeni fikirler oluştur.	• Soru Sor: Verilere dayalı yanıtlanması beklenen bağlama dayalı sorular oluştur, değişebilirliği kontrol et ve açıkla. • Verileri Topla: Soruyu yanıtlamak için bağlamdaki niteliklerin en iyi nasıl ölçüleceğine, veritoplama araçlarına ve verilerin yönetimine, örneklemen büyüklüğüne ve seçimine karar ver. • Analiz Et: Uygun temsilleri seç, dağılımları yorumlayabilmek için grafikleri ve istatistiksel hesaplamaları koordine et, değişkenler içinde ve arasında örüntü ve ilişkileri ara. • Sonuçları Yorumla: Bağlam doğrultusunda yorum yap, belirsizliği hesaba kat, öne sürülen savın doğruluğuna şüpheci yaklaş.	• İstatistiksel Araştırma Soruları Oluşturma: Sorunu netleştir, verilerle cevaplanabilecek sorular oluştur. • Verileri Toplama ve Değerlendirme: Uygun verileri toplamak için plan yap, verileri toplamak için bu planı kullan. • Verileri Analiz Etme: Uygun grafik gösterimleri ve sayısal yöntemleri belirle, verileri analiz ederken bu yöntemleri kullan. • Sonuçları Yorumlama: Analiz sonuçlarını yorumla ve araştırma sorusuyla ilişkilendir.

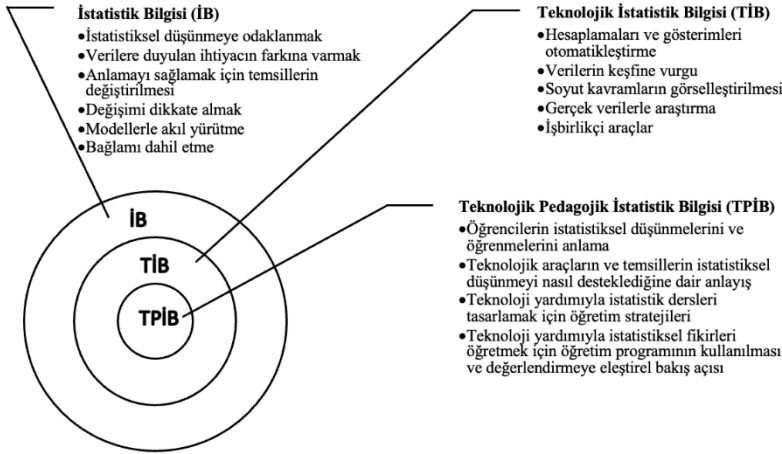
Şekil 1. İstatistiksel araştırma sürecine yönelik bazı yaklaşımlar

Her üç yaklaşım, istatistiksel araştırma sürecinin aşamalarının birbiriyle bağlantılı ve bütüncül bir yapıda ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu süreci deneyimlemeyen öğrenciler, istatistiksel kavramları zor ve karmaşık bulabilir (Ben-Zvi & Garfield, 2004) ve gerçek yaşam verileriyle akıl yürütürken hatalar yapabilirler (Garfield & Ben-Zvi, 2008). Araştırmalar öğrencilerin merkezi eğilim ve yayılım ölçülerini işlemsel olarak hesaplayabilse de kavramsal anlamada zorlandıklarını (Budayasa vd., 2018), araştırma sorusu oluşturma, grafik okuma, dağılımlar hakkında akıl yürütme ve bulguları verilen bağlam içinde yorumlamada güçlük çektiklerini göstermektedir (Cooper, 2018; Delmas vd., 2007; Santos & Ponte, 2014; Whitaker & Jacobbe, 2017). Ulusal araştırmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Ortaokul öğrencileri genellikle ortalamayı sadece işlemsel bir kavram olarak görmekte (Toluk Uçar & Akdoğan, 2009), grafiklerin kullanım alanlarını belirleyememekte, uç değerlerin yer aldığı dağılımlarda merkezi değeri aritmetik ortalama ile cevaplamakta (Doğdu vd., 2023), grafiklerde satır ve sütunların neyi temsil ettiğini belirlemekte, grafiklerdeki genel eğilimleri ve ilişkilendirme gerektiren grafikleri yorumlamakta güçlük yaşamaktadırlar (Altunsaray & Baltacı, 2023; Güler & Didiş Kabar, 2021; Tosun vd., 2023). Ayrıca öğrenciler araştırma sorusu oluşturma, veri toplama yöntemine karar verme ve istatistiksel ölçümlerin amacını kavramada, genel olarak istatistiksel araştırma sürecinin tüm aşamalarında güçlük yaşamaktadırlar (Hacısalıhoğlu Karadeniz, 2016; Öz & Işıksal Bostan, 2021).

Öğrencilerin istatistik öğrenmede yaşadığı zorlukların nedenlerinden biri, öğretmenlerin istatistik öğretimine yaklaşımlarıdır. Öğretmenler, istatistik öğretimi için uygun öğrenme ortamları tasarlamakta zorlanmakta ve süreci çoğunlukla matematiksel bir bakış açısıyla ele almaktadır (Burrill & Biehler, 2011; Rossman vd., 2006; Schoen vd., 2019). Oysa istatistik öğretiminde matematik öğretiminden farklı olarak bağlam, değişebilirlik ve belirsizlik gibi kavramlar büyük önem taşımaktadır ve istatistiğin doğasından kaynaklanan bu farklılıkların öğrenme ortamlarına yansıtılması gerekmektedir. Türkiye’de de öğretmenlerin, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını geliştirmeye yönelik öğrenme ortamı tasarımında zorlandığı görülmektedir (Batur & Baki, 2022). Öğretmenler, istatistik eğitimi için kritik olan bağlam, değişim ve çıkarım kavramlarını yeterince ele almamakta, işlemsel yaklaşımla sınırlı kalmakta ve ortalama kavramını yalnızca aritmetik ortalamayla ilişkilendirerek öğrencilerde ortanca ve tepe değerini de ortalamayı temsil edebileceği fikrini oluşturmamaktadır (Özmen vd., 2023).

İstatistiksel konu ve kavramların anlaşılmasında yaşanan zorluklardan biri de teknolojinin etkin şekilde kullanılmamasıdır. Oysa teknoloji, istatistik öğretimi için önemli bir bileşendir ve öğrencilerin hesaplamalar yerine istatistiksel yorumlamaya odaklanmasını, kavramları görselleştirmesini ve soyut fikirleri anlamasını destekler (Ben-Zvi vd., 2018). Ancak öğretmenler, teknolojinin işlem becerilerini körelteceğini düşünerek, öğrencilerin elle grafik çizmeleri ve temel istatistiksel hesaplamalar yapmalarını öncelikli görmektedir (Avcı & Coşkuntuncel, 2019). Bu nedenle öğretmenler, kavramsal öğrenmeyi destekleyen teknolojiyi sınırlı şekilde, çoğunlukla

işlemsel amaçlarla kullanılmaktadırlar (Özmen vd., 2023). İstatistik öğretiminde teknolojinin önemine vurgu yapan Lee ve Hollebrands (2011), istatistik alan bilgisi, teknoloji bilgisi ve istatistik öğretimine dair pedagoji bilgisini birleştiren Teknolojik Pedagojik İstatistik Bilgisi (TPİB) çerçevesini tanımlamıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Teknolojik pedagojik istatistik bilgisi çerçevesi (Lee & Hollebrands, 2011)

TPİB çerçevesi istatistik öğretiminde teknolojik araçların kullanımını; istatistik bilgisi, istatistiksel fikirleri keşfetmek için teknolojinin kullanımı ve istatistik öğretimine dair pedagoji bilgisi ile ilişkilendirmektedir. Çerçeve, öğretmenlerin istatistik bilgisine odaklanan bir temel üzerinden kavramsallaştırıldığı için iç içe geçmiş üç katman şeklindedir (Lee & Hollebrands, 2011).

İstatistik öğretimine yönelik öğrenme ortamlarını etkileyen bileşenlerden biri de öğretim programları ve ders kitaplarıdır, çünkü öğretmenler bu kaynakları temel olarak tasarım yapmaktadır. Ancak birçok öğretim programı ve ders kitabı, öğrencilere hesaplama yapma ve verileri grafiklerle temsil etme görevleri verirken, kavramsal anlayışı destekleyen etkinliklere yeterince yer vermemektedir (Visnovska & Cobb, 2019). Özellikle merkezi eğilim ölçülerinin yüzeysel veya işlemsel yaklaşımla ele alınması, öğrencilerin bu kavramları anlamlandırmasını zorlaştırmaktadır (Landtblom, 2023). Türkiye'nin 2018 ortaokul matematik öğretim programında istatistiksel araştırma sürecine dair göstergeler yer alsa da (MEB, 2018; Özmen & Baki, 2019), sürecin bütüncül bir yapıda ele alınmadığı görülmektedir. Öğrencilerden problem durumu oluşturmaları ve veri toplamaları beklenirken, veri toplama yöntemleri ve örneklem seçimi gibi kritik konulara yeterince vurgu yapılmamaktadır. Ayrıca veri analizi sonrası yorumlamanın problem bağlamına uygun yapılması gerektiği göz ardı edilmektedir (Özmen & Baki, 2019). Matematik öğretim programındaki istatistik kazanımları, GAISE II raporundaki üç düzeyden (A, B ve C) en temel olan A düzeyinde yoğunlaşmaktadır (Batur vd., 2021). Ortaokul ders

kitaplarının da gerçek veri kullanımı, örneklemden elde edilen sonuçlarla istatistiksel çıkarım yapma gibi konularda yetersiz olduğu belirtilmektedir (Batur vd., 2019).

2024-2025 eğitim öğretim yılında yürürlüğe giren ortaokul matematik öğretim programı (MEB, 2024), her sınıf seviyesinde bütüncül bir yaklaşımla istatistiksel araştırma sürecini ele almakta ve öğretmenlerin bu alandaki bilgi ve becerilerini geliştirmeye yönelik araştırmaları önemli kılmaktadır. Öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini bütüncül olarak kavraması ve bu süreci deneyimlemesi gerekliliği (Arnold & Pfannkuch, 2019; Burgess, 2011) istatistik alan bilgilerinin gelişimi açısından önemlidir (Burgess, 2011; Makar & Fielding, 2011). Öğretmenlerin teknolojiyi daha çok işlem odaklı kullandıkları düşünüldüğünde (Callingham & Watson, 2024), teknolojik istatistik bilgilerinin desteklenmesi de gerekmektedir. Bu destek, teknolojinin istatistiksel kavramların anlaşılmasına ve verilerin keşfine katkı sağlayacak şekilde kullanımını teşvik etmelidir. Ayrıca, öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemelerini sağlamak için, yaşadıkları zorlukları ve öğretme yaklaşımlarındaki iyileştirme alanlarını belirlemeye yönelik anket veya görüşmelerle sürece dahil edilmeleri önemlidir (Souza vd., 2015; Zinger vd., 2017).

Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, ortaokul matematik öğretmenlerinin istatistik alan ve teknolojik istatistik bilgilerinde iyileştirilmesi gerekenleri belirlemek, belirlenen ihtiyaçlardan yola çıkarak öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemelerini sağlayacak araçlar geliştirmek ve geliştirilen araçların öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemelerine nasıl destek olduğunu incelemektir. Çalışmanın amacı doğrultusunda oluşturulan araştırma soruları şu şekildedir:

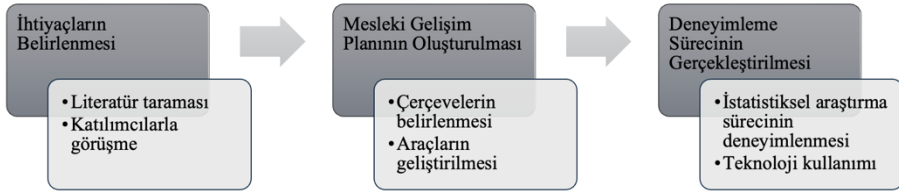
- 1- İstatistiksel araştırma sürecine yönelik öğretmenlerin mevcut istatistik alan ve teknolojik istatistik bilgileri nasıldır?
- 2- Öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemesi için geliştirilen araçlar, öğretmenlerin istatistiksel araştırma süreci yürütmelerine nasıl destek olmuştur?

Yöntem

Bu çalışma, bilim ve sanat merkezlerinde görev yapan ortaokul matematik öğretmenlerinin istatistik öğretimine yönelik öğrenme ortamları geliştirmelerini desteklemeyi amaçlayan tasarım tabanlı bir araştırmanın, öğretmenlerin teknoloji kullanımıyla birlikte istatistiksel araştırma sürecini deneyimledikleri bölümüne odaklanmaktadır.

Araştırmanın Modeli

Çalışmanın odaklanılan bölümünde yürütülen süreç adımları Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. Çalışma kapsamında yürütülen sürecin adımları

Çalışmada, istatistiksel araştırma sürecinde yaşanan sorunları belirlemek için literatür taraması yapılmış ve öğretmenlerle bireysel ön görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerle istatistiksel alan ve teknolojik istatistik bilgileri açısından desteklenmesi gereken alanlar tespit edilerek sürece yön verecek teorik çerçeveler belirlenmiştir. Bunlardan biri, öğrencilerin istatistiksel düşüncelerini desteklemeye katkı sunmak amacıyla öğretmenlerle çalışılarak geliştirilen İAÖY çerçevesidir (Lee & Tran, 2015). Bu çerçeve öğrenci düşüncelerini dikkate alarak öğretmenlerle geliştirilen bir çerçeve olması, istatistiksel araştırma sürecini öğrenme ortamlarını destekleyecek bir yapıda olması ve dolayısıyla öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecine yönelik mesleki gelişimlerine yön verebilecek bir yapıda olması nedeniyle tercih edilmiştir. Kullanılan diğer çerçeve istatistik bilgisi, teknoloji kullanımı ve pedagojiyi ilişkilendiren TPİB çerçevesidir, ancak bu çalışmada sadece istatistik alan ve teknolojik istatistik bilgisi bileşenleri ele alınmıştır (Lee & Hollebrands, 2011). Her iki çerçeve, öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemelerine yönelik araçların geliştirilmesinde ve verilerin analizinde kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Çalışma grubu bir bilim ve sanat merkezinde görev yapan üç ortaokul matematik öğretmenidir. Öğretmenlerin mesleki kıdemleri, BİLSEM’de görev yapma süreleri ve öğrenim durumları Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1.

Öğretmenlerin Mesleki Kıdemleri ve Öğrenim Durumları

Öğretmen	Mesleki Kıdem	BİLSEM’deki Görev Süresi	Öğrenim Durumu
Gülümser	10 yıl	5 yıl	Matematik Eğitimi alanında yüksek lisans mezunu
Sema	15 yıl	3 yıl	Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme alanında yüksek lisans mezunu
Sarp	12 yıl	5 yıl	Eğitim Yönetimi alanında yüksek lisans mezunu

Çalışmada amaçlı örneklem türlerinden ölçüt örnekleme tercih edilmiştir. Bu tür örnekleme, araştırma amacına uygun kritik konular hakkında detaylara ulaşmak için kullanılır (Patton, 2002). Tasarım tabanlı araştırmanın öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimleme aşamasını içeren bu çalışmanın bir sonraki aşamasında öğretmenlerin öğrencileriyle birlikte istatistiksel bir araştırma yürütmesi amaçlanmıştır. Bu sebeple uygulamanın yapılacağı ortamın böyle bir araştırma sürecine uygun olacak şekilde seçilmesine karar verilmiştir. Bu çalışmanın yapıldığı dönemde resmi ve özel ortaokullarda uygulanan matematik öğretim programının (MEB, 2018) istatistiksel araştırma sürecini bütüncül ele almaması nedeniyle çalışma grubu bilim ve sanat merkezi öğretmenlerinden seçilmiştir. Öğretmenlerin gerçek isimleri kullanılmamıştır.

Öğretmenlerin Mesleki Gelişimini Desteklemek İçin Geliştirilen Araçlar

Öğretmenlerin mesleki gelişimini desteklemeye yönelik izlenecek yola dair hedefler ve bu hedeflere ulaşmayı sağlayacak araçlar tasarlanmıştır. Tablo 2’de belirlenen hedefler ve bu hedefler doğrultusunda tasarlanan araçlar yer almaktadır.

Tablo 2.

Öğretmenlerin Mesleki Gelişimlerini Desteklemek İçin Belirlenen Hedefler ve Hedefler Doğrultusunda Tasarlanan Araçlar

Mesleki Gelişim Programı Hedefleri	Geliştirilen Araçlar
1- İstatistik öğretiminde teknolojinin nasıl kullanılacağına yönelik öğretmenlerin istatistik alan ve teknolojik istatistik bilgilerinin gelişimini sağlamak	CODAP (Common Online Data Analysis Platform) uygulaması: Programın tanıtımına ve Teknolojik Pedagogik İstatistik Bilgisi (Lee & Hollebrands, 2011) çerçevesinin İstatistik Bilgisi ve Teknolojik İstatistik Bilgisi bileşenleri doğrultusunda kullanımına yönelik eğitim tasarımı
2- Öğretmenlerin istatistiksel araştırma sorularında bulunması gereken kriterleri dikkate alarak deneysel bir çalışma bağlamı doğrultusunda istatistiksel araştırma soruları oluşturmalarını sağlamak	Hedefi Nereye Koyalım? Etkinliği: İstatistiksel araştırma sürecinin tüm aşamalarını içeren, deneysel bir araştırma örneği tasarımı
3- Öğretmenlerin veri toplama planında bulunması gerekenleri dikkate alarak deneysel çalışmaya yönelik veri toplama planı oluşturmalarını sağlamak	İstatistiksel Araştırma Süreci Poster (İASP): İAÖY çerçevesini (Lee & Tran, 2015) görünür kılan poster
4- Öğretmenlerin topladıkları verilerin analizini teknoloji kullanarak yapmalarını sağlamak	Kontrol formu: İAÖY Çerçevesi (Lee & Tran, 2015) doğrultusunda bir kontrol formu
5- Öğretmenlerin elde ettiği sonuçları yorumlamalarını sağlamak	

Tablo 2’de görülen hedefler doğrultusunda geliştirilen araçlar aşağıda açıklanmıştır.

CODAP Eğitimi

Mesleki gelişim programının birinci hedefi kapsamında öğretmenlerin istatistik alan ve teknolojik istatistik bilgilerini geliştirmek amacıyla CODAP programı tanıtılmıştır. Program, istatistik öğretimi için geliştirilmiş olması, Türkçe ara yüzü, ücretsiz ve web tabanlı çalışması nedeniyle tercih edilmiştir. Eğitim tasarımı iki aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada, fasulye bitkilerinin boy uzunluğu ve memelilere ait özelliklerden oluşan iki hazır veri seti kullanılmıştır. Öğretmenlerden bu verilerle araştırma soruları

oluşturmaları istenmiş, ardından CODAP'ta analizler yapılarak menü ve işlevler tanıtılmıştır. İkinci aşamada, CODAP'ın kavramsal öğrenmeye katkısı vurgulanmıştır. *Memeliler* veri seti üzerinden Teknolojik Pedagojik İstatistik Bilgisi çerçevesi doğrultusunda programın dinamik yapısının kavramsal öğrenmeye nasıl destek sağladığı ele alınmıştır.

Mancınık etkinliği

Mesleki gelişimin 2., 3., 4. ve 5. hedeflerine ulaşmak için geliştirilen araçlardan biri, müdahaleden kaynaklı değişebilirliği içeren Mancınık Etkinliğidir. Etkinlik, bir mancınıkla yapılan atışların test edilmesi, ardından mancınık üzerinde bir değişiklik yapılarak tekrar test edilmesi ve elde edilen verilerin karşılaştırılması üzerine kuruludur. Amaç, bir yarışmada hangi mancınıkla yapılan atışlara daha fazla puan verilmesi gerektiğini belirlemektir. Bağlam sunularak öğretmenler için uygulama görevleri tanımlanmıştır. Etkinlikteki uygulamalar, bu uygulamaların amacını özetleyen süreç adımları, kullanılan araçlar ve çerçeveler Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3.
Mancınık Etkinliğinin Genel Yapısı

İstatistiksel Araştırma Süreci Aşamaları	Uygulama	Amacı	Kullanılan Araçlar
Soru Sorma	Mancınıkla fırlatılan bir nesnenin kat ettiği mesafeyi etkileyebilecek değişkenlerin tartışılması	Öğretmenlerin verilerde değişebilirliğe neden olacak değişkenlerin farkında olması	Mancınıkların çalışma prensibini anlatan iki adet video
	Bağlamanın incelenmesi	Öğretmenlerin oluşturacakları istatistiksel araştırma soruları için kendilerine verilen bağlamı anlamaları	İAÖY Çerçevesi (Lee & Tran, 2015) doğrultusunda hazırlanan etkinliğe ait bağlam
	İstatistiksel araştırma sorularının oluşturulması ve tartışılması	Öğretmenlerin oluşturdukları istatistiksel araştırma sorularının, istatistiksel araştırma sorularında bulunması gereken özellikler doğrultusunda tartışılması	İstatistiksel araştırma sorusu kriterleri (Arnold, 2013) İASP Kontrol formu
Veri Toplama	Veri toplama planının oluşturulması ve tartışılması	Öğretmenlerin oluşturdukları istatistiksel araştırma soruları doğrultusunda veri toplama planı yapmaları ve verileri toplamaları	İASP Kontrol formu
	Verilerin toplanması		

Analiz Etme	Veri analizlerinin yapılması ve tartışılması	Toplanan verilerin CODAP aracılığıyla analiz edilmesi	İASP
			CODAP programı
			Kontrol formu
Sonuçları Yorumlama	Sonuçların yorumlanması ve tartışılması	Analizlerden elde edilen sonuçların yorumlanması	İASP
			CODAP programı
			Kontrol formu

Etkinlikte tanımlanan görevler, bu görevler doğrultusunda oluşturulacak istatistiksel araştırma soruları, veri toplama süreci, analizler ve sonuçların yorumlanması Lee ve Tran (2015) tarafından geliştirilen İAÖY çerçevesinin ilk iki düzeyine göre yapılandırılmıştır. Çerçeveye göre müdahaleden kaynaklı değişebilirlik içeren istatistiksel araştırma sürecinin birinci düzeyinde;

- (a) grup içi değişebilirliği açıklamaya yönelik soruların sorulması,
- (b) basit bir deneyden veri toplanması,
- (c) değişebilirlik ve grup eğilimlerinin aritmetik ortalama, ortanca ve açıklık ile ölçülerek ve grup içi değişebilirliğin görülebilmesi için uygun temsiller kullanılarak verilerin analiz edilmesi ve
- (d) verilerin toplandığı gruba yönelik çıkarımlar yapılması beklenmektedir (Lee & Tran, 2015).

İkinci düzeyinde ise;

- (a) grup içi veya gruplar arası değişebilirliği açıklamaya yönelik soruların sorulması,
- (b) karşılaştırmalı deneylerden veri toplanması,
- (c) değişebilirlik ve grup eğilimlerinin merkezi eğilim ve yayılım ölçüleri ile ölçülerek ve histogram, daire grafiği, kutu grafiği, vb. temsiller kullanılarak gruplar arası karşılaştırmanın yapılması ve
- (d) farklı koşullara sahip iki grup arasındaki farka odaklanarak çıkarım yapılması beklenmektedir (Lee & Tran, 2015).

Bu doğrultuda Mancınık etkinliğinde yer alan görevler ve bu görevlerin İAÖY çerçevesindeki düzeylere göre yapılandırılması Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4.

İAÖY Çerçevesine Göre Mancınık Etkinliğindeki Görevler

Görev	Görevin İAÖY Çerçevesi Düzeylerine Göre Yapısı
1. Görev: Firma tarafından verilen örnek model mancınıkla atılan bilyelerin kat edebileceği	Etkinlik tasarımında yer alan birinci ve ikinci görevler; - Firma tarafından verilen örnek model mancınıkla ve örnek model mancınıkta yapılan değişiklik sonrası

mesafeleri incelemeniz ve elde ettiğiniz verilerle birinci hedefin yerini belirlemenizdir.	yapılan atışlardan elde edilen verilerin analiz edilmesiyle grup içi değişebilirliği açıklamaya
2. Görev: Firma tarafından verilen örnek model mancının ilk aşamadaki yerini sabit tutarak ve mancınık üzerinde tek bir değişiklik yaparak atılan bilyelerin kat edebileceği mesafeleri incelemeniz ve elde ettiğiniz verilerle ikinci hedefin yerini, birinci hedeften daha uzak olacak şekilde belirlemenizdir.	- Mancınık düzeneği ile veri toplamayı gerektirmesi nedeniyle basit bir deneyden veri elde etmeye, - Her iki grubun değişebilirlik ve grup eğilimlerini, atışlardan elde edilen verilerin aritmetik ortalama, ortanca ve açıklık değerlerini kullanarak ölçmeye, - Her iki grubun verilerindeki değişebilirliği ve grup eğilimlerini nokta grafiği oluşturarak merkezi eğilim değerleri üzerinden anlamlandırmaya, - Verilerin toplandığı grup için çıkarım yapmaya
	yöneliktir.
	Etkinlik tasarımında yer alan üçüncü görev;
3. Görev: Firmanın her iki hedefe yapılacak atışlar için vereceği puanları belirleyebilmesi için hangi hedefe yapılan atışların daha isabetli olduğunu belirlemenizdir.	- Firma tarafından verilen örnek model mancınıkla ve örnek model mancınıkta yapılan değişiklik sonrası yapılan atışlardan elde edilen verilerin karşılaştırılmasıyla gruplar arası değişebilirliği açıklamaya, - Mancınıkla toplanan verilerden oluşturulan iki veri grubunu karşılaştırmayı gerektirdiğinden karşılaştırmalı deneyden veri elde etmeye, - Her iki grubun değişebilirlik ve grup eğilimlerini, atışlardan elde edilen verilerin merkezi eğilim ve yayılım ölçülerini kullanarak ölçmeye, - Her iki grubun verilerindeki değişebilirliğin ve grup eğilimlerinin nokta grafiği oluşturarak merkezi eğilim yayılım değerleri üzerinden karşılaştırılmasına, - Farklı koşullara sahip iki grup arasındaki farka odaklanarak çıkarım yapmaya,
	yöneliktir.

Poster

Öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecinin aşamalarını ve alt süreçlerini bütüncül olarak görebilmeleri için araştırmacı öğretmen tarafından İstatistiksel Araştırma Süreci Poster (İASP) hazırlanmıştır. İAÖY çerçevesinin (Lee & Tran, 2015) görsel bir tasarımı olan bu poster, uygulama sınıfına asılarak öğretmenlerin süreci anlamlandırmaları için kullanılmıştır. Örneğin, araştırma sorusu oluşturma aşamasında araştırmacı öğretmen, öğretmenleri posterin “Soru Sor” bölümüne yönlendirerek burada yazılanları dikkate alarak sorular oluşturmalarını istemiştir. Şekil 4’te uygulama sınıfına asılan poster yer almaktadır.



Şekil 4. İstatistiksel araştırma süreci posteridir

Kontrol formu

Araştırmada, araştırmacı öğretmen rehberliğinde, müdahaleden kaynaklanan değişebilirlik içeren deneysel bir istatistiksel araştırma süreci yürütülmüştür. Deneysel istatistiksel araştırma sürecinde olası hataları önlemek ve sürecin eksiksiz ilerlemesini sağlamak amacıyla bir kontrol formu geliştirilmiştir. Beş bölümden oluşan formda yer alan maddeler Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5.

Kontrol Formundaki Örnek Maddeler

Kontrol Formunun Bölümleri	Bölümlerde Yer Alan İfade Örnekleri
Giriş	Mancınıkların yapılış ve kullanım amaçları, çalışma prensipleri, türleri vb. üzerine video izlendi.
Soru Sorma	Bireysel olarak yazılan sorular tüm öğretmenler tarafından okundu. İstatistiksel bir araştırma sorusunun hangi niteliklere sahip olması gerektiği öğretmenlere soruldu ve tartışma yapıldı.
Veri Toplama	Mancınıkla fırlatılan bilyenin kat ettiği mesafenin nasıl ölçüleceğinin planlaması yapıldı.
Analiz Etme	CODAP'ta oluşturulan nokta grafikleri ile dağılımlara bakıldı.
Sonuçları Yorumlama	Bireysel olarak yazılan maddeler, tüm öğretmenler tarafından okundu ve verilerin analizinden çıkarılan sonuçlar üzerine tartışma yapıldı.

Kontrol formu, öğretmenler istatistiksel araştırma sürecini deneyimlerken araştırmacı öğretmen tarafından kullanılmıştır. Örneğin, "Mancınıkların yapılış, kullanım amacı ve çalışma prensipleriyle ilgili video izlendi." ifadesi gerçekleştirildiğinde işaretlenmiştir. Ancak, "Mancınıkla fırlatılan bilyenin kat ettiği mesafenin nasıl ölçüleceği planlandı." ifadesi, öğretmenlerin karar vermesine yardımcı olacak

sorularla yönlendirmeler yapıp, öğretmenler ölçme planına karar verdikten sonra işaretlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Birinci araştırma sorusu kapsamında öğretmenlerin istatistik alan ve teknolojik istatistik bilgileri ile önceki deneyimlerini derinlemesine anlamak için bireysel ön görüşmeler yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak 10 açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış “Bireysel Görüşme Formu” kullanılmış ve görüşmeler ses kaydına alınmıştır. Örneğin, “İstatistik ile matematik arasında nasıl bir ilişki olduğunu düşünüyorsunuz? Benzer ya da ayrılan yönleri var mıdır?” sorusu ile öğretmenlerin istatistik ve matematik alanlarını farklılaştıran bağlam, değişebilirlik, belirsizlik kavramlarına yönelik bilgileri anlaşılacak istenmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin okullarda istatistiksel araştırma sürecini nasıl ele aldıklarını anlamak amacıyla “Öğrencilerinizle herhangi bir istatistiksel bir araştırma yaptırдыңız mı? İzlediğiniz süreçlerden bahsedebilir misiniz?” gibi sorular yöneltilmiştir.

İkinci araştırma sorusu kapsamında yürütülen istatistiksel araştırma sürecinde, öğretmenlerin bireysel ve grup olarak oluşturdukları araştırma sorularını ve veri toplama planlarını yazdıkları formlar veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Süreç boyunca öğretmenlerin deneyimleri ses ve video kaydına alınmıştır.

Verilerin Analizi

Veri analizi için önceden belirlenmiş çerçevelere göre temaların oluşturulabildiği durumlarda tercih edilen betimsel analiz yöntemi (Yıldırım & Şimşek, 2011) kullanılmıştır. Bireysel görüşmelerden elde edilen veriler, İAÖY (Lee & Tran, 2015) ve TPİB (Lee & Hollebrands, 2011) çerçevelerine göre oluşturulan tema ve kodlarla yorumlanmıştır. Örneğin, istatistiksel araştırma sürecinin soru sorma aşamasında öğretmenlerin istatistik alan bilgilerini belirlemek için “Soru sorma” teması altında “bağlamı dikkate alma”, “değişkenleri görme” ve “değişebilirliği dikkate alma” gibi kodlar oluşturulmuştur. Kodlama sürecinde, önceden belirlenmemiş ancak görüşmelerde ortaya çıkan yeni kodlar (bağlamı çeşitlendirme gibi) da eklenmiştir. “İstatistiksel araştırma sürecini bütüncül olarak ele alma” ve “İstatistiksel araştırmaları genel olarak anket yoluyla veri toplanan araştırmalar olarak görme” gibi istatistiksel araştırma sürecinin genel yapısı ile ilişkili görünen kodlar ise “Genel” teması altında toplanmıştır. Bireysel görüşmelerden elde edilen veriler önceden belirlenen ve yeni oluşan kodlar doğrultusunda ilgili temalar altında toplanmış ve yorumlanmıştır. Bulguları desteklemek için öğretmen görüşmelerinden kesitler doğrudan alıntı olarak sunulmuştur.

Öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecindeki deneyimlerinden elde edilen veriler, geliştirilen araçların mesleki gelişimlerine katkısını değerlendirmek için incelenmiştir. Örneğin, uygulamada öğretmenlerin istatistiksel araştırma sorusu kriterlerine uygun sorular oluşturması desteklenmiş ve İAÖY çerçevesi (Lee & Tran, 2015) ile Arnold’un (2013) kriterlerine göre değerlendirme yapılmıştır.

Öğretmenlerin yazdığı sorular ve veri toplama planları Tablo 6’da belirlenen kriterlere göre değerlendirilmiş, eksik yönler tartışılmıştır.

Tablo 6.
İstatistiksel Araştırma Sorusu Kriterleri ve Veri Toplama Planında Bulunması Gerekenler

İstatistiksel Araştırma Sorusu Kriterleri	Veri Toplama Planında Bulunması Gerekenler
• Veri toplamayı gerektiren bağlama yönelik sorular olması. • Değişebilirliği açıklaması ve kontrol etmeye çalışması. • Değişkenin/değişkenlerin net olması. • Amacın açık ve net olması. • Veri toplamayı gerektirmesi. • İlgilenilen grubun/örneklem grubunun görülmesi • Firmanın istediği duruma katkı sunmaya hizmet etmesi. • Tüm veri grubunun analizini kapsamı (Arnold, 2013; Lee & Tran, 2015).	• Mancının her atışta aynı yay gerginliğinde olmasını sağlamak için alınacak önlemler. • Mancının her atışta aynı hızda atış yapması için alınacak önlemler. • Verileri toplama esnasında yapılacak iş bölümü (Atışları ve ölçümleri yapacak kişilerin belirlenmesi, bunları aynı veya farklı kişilerin yapmasının toplanan verileri nasıl etkileyeceğinin tartışılması) • Bilyenin kat ettiği mesafenin nasıl ölçüleceğinin belirlenmesi. Doğru bir ölçüm yapmak veya hata payını en aza indirmek için nasıl ölçüm yapılacağına belirlenmesi. • Bilyenin kat ettiği mesafeyi ölçüm için başlangıç noktasının belirlenmesi. • Kaç atış yapılacağına belirlenmesi. • Elden kayma, mancınk kolunun gerginleştirilmeden elden çıkması vb. durumlarda yapılan atışlarda çok yakına düşen bilyelerin kat ettiği mesafeleri veri olarak kaydedilip kaydedilmeyeceğinin belirlenmesi. • Toplanan verilerin ne şekilde kaydedileceğinin ve analize hazır hale getirmek için ne yapılacağına belirlenmesi.

Benzer şekilde, veri analizi ve sonuçları yorumlama aşamaları da İAÖY (Lee & Tran, 2015) ve TPİB (Lee & Hollebrands, 2011) çerçevelerine göre analiz edilmiştir. Örneğin, TPİB çerçevesinin teknolojik istatistik bilgisi bileşeni doğrultusunda, öğretmenlerin merkezi eğilim ve yayılım ölçülerini bir arada kullanma becerileri değerlendirilmiş ve geliştirilen araçların bu süreci ne ölçüde desteklediği incelenmiştir.

Araştırmacı Öğretmen ve Öğretmenlerin Roller

Bu çalışmada ilk yazar “araştırmacı öğretmen” rolündedir. Araştırmacı öğretmen, öğretmenlerin mesleki gelişimini desteklemek için süreç ve araçları tasarlamış, öğretmenlerle iş birliği yaparak aktif rol almıştır. Süreç boyunca öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda tartışmalar başlatmış ve karar alma süreçlerine katılım sağlamıştır. Öğretmenlerse öğrenen öğretmenler rolünde, araştırmacı öğretmen tarafından kendi ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilen tasarımın uygulanması sürecinde aktif rol almıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmanın geçerliğini sağlamak için öğretmenlere verilen bağlamla ilgili istatistiksel araştırma soruları ve veri toplama planı yazdırılmış, bu metinler araştırmacı öğretmen tarafından toplanarak doğrudan alıntılarla bulgular kısmında

sunulmuştur. Mesleki gelişimi destekleyen araçlar detaylı şekilde açıklanmış, öğretmenlerin ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilerek farklı araştırmalara uyarlanabilir hale getirilmiştir. Güvenirliği sağlamak için bireysel görüşmelerde ses kaydı, süreç boyunca ses ve video kaydı alınmıştır. Bireysel görüşmelerin analizinde oluşturulan kod listesi ve üç öğretmenin yazıya dökülmüş görüşme kayıtlarının %10'u, veri analizinde uzman iki kişiye gönderilmiş, uzmanlarla araştırmacının kodlamaları karşılaştırılarak uyum yüzdesi değerlendirilmiştir. Değerlendirmede uyum yüzdesinin %76 olduğu görülmüştür. Uzmanlarla bir araya gelerek üzerinde görüş birliği olmayan kodlar üzerine görüşülmüş ve kodlar üzerinde görüş birliği sağlanmıştır. Öğretmenlerin mesleki gelişimi için geliştirilen etkinlik tasarımı, kontrol formu ve CODAP eğitim programı, iki matematik eğitimcisinin görüşüne sunulmuş, geri bildirimler doğrultusunda son haline getirilmiştir. Etkinlik ve kontrol formunun geliştirilmesi sırasında, araştırmada yer almayan üç farklı matematik öğretmeniyle pilot uygulama yapılmış, eksiklikler tespit edilerek gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Bulgular ve Yorum

Bu bölümde öncelikle öğretmenlerin mevcut istatistik alan ve teknolojik istatistik bilgilerine yönelik bulgular sunulmuştur. Sonrasında CODAP eğitimi ve istatistiksel araştırma sürecini deneyimleme aşamasında elde edilen bulgular istatistiksel araştırma süreci aşamaları doğrultusunda bir arada yorumlanmıştır.

Öğretmenlerin Mevcut İstatistiksel Alan ve Teknolojik İstatistik Bilgileri

Birinci araştırma sorusu kapsamında öğretmenlerin istatistiksel araştırma süreciyle ilgili mevcut bilgi ve deneyimleri (istatistiksel alan bilgisi ve teknolojik istatistik bilgisi) İstatistiksel Araştırma Öğrenme Yörüngesi (İAÖY) (Lee & Tran, 2015) ve Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi (TPİB) (Lee & Hollebrands, 2011) çerçeveleri doğrultusunda analiz edilmiştir. Ön görüşme verilerinin bu çerçeveler yoluyla analizi sonucunda ortaya çıkan kod ve temalara göre öğretmenlerin durumları Tablo 7'de özetlenmiş ve bulgular ilgili temalara göre alt başlıklar halinde sunulmuştur.

Tablo 7.

Bireysel Ön Görüşmelerde Ortaya Çıkan Kodlar ve Temalar

Temalar	Kodlar	Öğretmenler		
		Gülümser	Sarp	Sema
Soru Sorma	Bağlamı dikkate alma/bir amaç içermesi	+	+	+
	Bağlamı çeşitlendirme	-	-	-
	Değişkenleri belirtme	-	+	-
	Veri toplamayı gerektirmesi/Değişebilirliği dikkate alma	-	-	-
	İlgilenilen grubu/örnekleme belirtme	-	+	-
Veri Toplama	Veri toplama araçları (görüşme)	+	-	-
	İlgilenilen grubu/örnekleme belirleme	+	-	+
	Değişkenleri belirleme ve kontrol altına alma	-	-	-
	Hesaplama odaklı yaklaşma	+	+	+

Verileri Analiz Etme	Uygun temsilleri seçme	-	-	-
	Veri özetleme ve görselleştirme araçlarını dağılımları yorumlamak için bir arada kullanma	-	-	-
	Verileri düzenleme, ölçümleri hesaplama, grafikleri oluşturma süreçlerinde teknolojiyi kullanma	-	-	-
	Kavramsal öğrenme ve verilerin keşfi için teknolojiyi kullanma	-	-	-
Sonuçları Yorumlama	Bağlam doğrultusunda yorum yapma	+	+	+
	Yorumlamada belirsizliği dikkate alma	-	-	-
Genel	İstatistiksel araştırma sürecini bütüncül olarak ele alma	-	-	-
	İstatistiksel araştırmaları genel olarak anket yoluyla veri toplanan araştırmalar olarak görme	+	+	+

Tablo 7 incelendiğinde öğretmenlerin istatistiksel araştırma süreci aşamalarına yönelik mevcut bilgi ve deneyimlerinin geliştirilmesi gerektiği görülmektedir. Bu duruma yönelik ayrıntılı açıklamalar aşağıda başlıklar altında sunulmuştur.

İstatistiksel araştırma sorusu oluşturma

Aşağıda verilen görüşme kesitlerinde görüldüğü gibi, öğretmenlerin istatistiksel araştırma sorusu oluşturma sürecinde bağlamı dikkate aldıkları ve araştırma sorusunun belirli bir amaca yönelik olmasıyla ilişkilendirdikleri anlaşılmaktadır.

Gülümser “Bence bağlam amacı belirler. Yani ne için araştırma yapıyorsan ya da çalışmayı ne amaçla yapıyorsan, o bağlamı bence en başta belirlemek lazım.”

Sema “Aslında yine amaca geliyoruz. Oraya verilen cevap direkt amaca hizmet ediyor mu etmiyor mu? Ona bakıyorduk aslında.”

Sarp “Sınıfınızdaki öğrencilerin ya da okulunuzdaki 6.sınıf öğrencilerinin sevmiş olduğu renkleri ya da işte kardeş sayıları.”

Bağlamın matematik ve istatistik açısından ne anlama geldiği sorulduğunda ise öğretmenlerin bu kavramı araştırmacı öğretmene sorması ve açıklamadan sonra görüş belirtebilmeleri bağlamın tanımına dair net bir algılarının olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, öğrenme ortamında ele aldıkları bağlamların çeşitlilik göstermediği, genellikle öğretim programında veya ders kitaplarında sunulan örneklerle sınırlı kaldıkları görülmüştür. Nitekim öğretmenlerin tamamı, 2018 yılında uygulanmaya başlayan ortaokul matematik öğretim programında (MEB, 2018) yer alan “*En sevilen renk*” örneğini kullandıklarını belirtmiştir.

Öğretmenlerin değişebilirlik kavramına yönelik bilgilerinin de sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Aşağıdaki görüşme kesitleri bu durumu desteklemektedir.

Gülümser “Mesela değişken olmasaydı, nasıl diyeyim, tek bir alanda yapmış olurdu. Mesela kadın erkek çalışması, oradaki değişkenler kadın erkek olmuyor mu?”

Sema “Evet, değişen bir şey var orada ama biz gerçek sonuçlara ulaşmak isteriz. Sonuçta onu nasıl seçtiğimiz ve nasıl topladığımız önemli. Değişkenlik dediğimiz şey her bir değer in değişkenliğini çağrıştırıyor bende ama seçtiğim örnekleme göre sonucun değiştiğini çağrıştırıyor.”

Bu ifadeler, öğretmenlerin değişken ve değişebilirlik kavramlarını ayırt edemediklerini göstermektedir. Gülümser’in değişebilirliği değişken kavramıyla karıştırdığı, Sema’nın ise değişebilirliği açıklamaya çalışmasına rağmen, örneklemin sonucu değiştirmeyeceğini vurgulaması nedeniyle kavramı tam olarak anlamlandıramadığı görülmektedir.

Ayrıca öğretmenlerin istatistiksel bir araştırma sorusunda değişkenlerin yer alması gerektiğini açıkça ifade etmedikleri belirlenmiştir. Sarp’ın “Örnekleme temsil etmesine dikkat ettik. Ayrıca kullandığımız değişkenleri de kapsayacak şekilde bir araştırma problemi oluşturmaya çalıştık.” ifadesi dışında diğer öğretmenlerin değişkenlerin araştırma sorusunda açıkça belirtilmesine ilişkin vurgu yapmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, öğretmenlerin hiçbiri istatistiksel araştırma sorusunun veri toplamayı gerektirme özelliğine dair bir yorumda bulunmamıştır.

Veri toplama

Öğretmenlerin veri toplama sürecine dair bilgi ve deneyimleri incelendiğinde, veri toplama planında bulunması gereken tüm unsurlara değinmedikleri görülmektedir. Aşağıdaki ifadeleri bu durumu desteklemektedir.

Gülümser “Problem durumunu en iyi tanımlayacak örnekleme belirlemek gerekiyor. Ama önce problem durumunu belirleyip, görüşme sorularını oluşturmak lazım.”

Sarp “Sorduğunuz sorulara verilen yanıtları bir not defterine ya da bir kâğıda işaretleyerek kayıt altına almak önemli.”

Sema “Araştırma sorusunu belirlerken sınırlandırmak önemli. Atıyorum, okullarda ama hangi okullarda?”

Öğretmenlerin yorumları genellikle örneklem belirleme ve görüşme soruları oluşturma ile sınırlıdır. Ayrıca değişebilirlik kaynaklarını belirleme ve kontrol altına alma konusunda herhangi bir vurgu yapmamışlardır.

Veri analizi ve teknoloji kullanımı

Öğretmenlerin veri analizine yaklaşımı ağırlıklı olarak hesaplama odaklı olup merkezi eğilim ve yayılım ölçülerine işlemsel anlamda yaklaştıkları ve veri dağılımını bütüncül olarak incelemedikleri belirlenmiştir. Aşağıdaki ifadeleri bu durumu desteklemektedir.

Sema “O an öğrendikleri istatistiksel işlemleri uygulıtyordum. Açıklık, mod, medyan, hepsini hesaplatıtyordum.”

Sarp “Beşinci ya da altıncı sınıfta daha çok aritmetik ortalama hesaplatıtyordum. Yedinci sınıfta biraz daha ortanca ve tepe değere yöneliyorduk.”

Gülümser “Herhangi bir program kullanmadılar. Ben de çok hâkim değelim. Çetele tablosu yaptılar, sonra sayıp gösterdiler.”

Sema “Teknoloji kullanmayı öğreniyorlar ama teknolojik araçlar olmadan da istatistik öğrenebilir bence.”

İfadelerden görüldüğü gibi öğretmenlerin istatistik öğretiminde teknolojik araçların kullanılmasına ilişkin bakış açıları da sınırlı kalmaktadır.

Sonuçların Yorumlanması

Öğretmenler, analizlerden elde edilen sonuçların araştırma problemi doğrultusunda yorumlanması gerektiğinin farkındadır. Ancak, öğretmenlerin yorumlama sürecinde istatistiksel sonuçların değışebilirlikten kaynaklanan belirsizlikleri de dikkate alarak olasılıksal bir dil kullanmaları gerektiğine dair bir vurgu yapmadıkları görülmektedir. Aşağıdaki ifadeleri bu bulguları desteklemektedir.

Gülümser “Sonuçları amaca uygun şekilde yorumlamak gerekiyor.”

Sarp “Veriler toplanır, analiz edilir ve buradan elde edilen bulgular yorumlanır.”

Genel değerlendirme

Ön görüşme bulguları, öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini bütüncül olarak ele almadıklarını göstermektedir. Aşağıdaki ifadeler, öğretmenlerin programın kademeli yapısına eleştirel yaklaştıklarını göstermektedir.

Gülümser “Aslında sarmal yapı dense de arada belki kazanımlar arasında kopukluklar olabilir doğru. Ama araştırma problemi işte beşte öğrenilmiş gibi düşünülüyor. Ama sonuçta bunlar çocuk. Tekrardan araştırma problemi oluşturup aslında o sürecin tekrar başa sarması lazım. Belki daha hızlandırılmış bir şekilde yapılması lazım.”

Sarp “Ama aslında bunları dediğim gibi beş altı yedi sekiz hepsini birbirine bağlı bir süreç olarak ele alıp beşte oluşturduğu problemi altı da işte birazcık daha aritmetik ortalamasını ya da açıklığını hesaplayabilir. Yedide işte bunu birazcık daha farklı modu medyayı nedir onu belki öğretip sekizde standart sapmasını hesaplatıp kendince bir yorum oluşturulabilir.”

Görüşmeler sonrasında öğretmenlerin istatistiksel araştırmaları genel olarak anket veya ölçek yoluyla veri toplanan araştırmalar olarak gördükleri tespit edilmiştir. Deneyysel çalışmalardan elde edilecek verilerle de istatistiksel araştırmalar

yapılabileceğine dair fikirlerinin olmadığı görülmektedir. Öğretmenlerin verdiği bazı örnekler aşağıda yer almaktadır.

Gülümser “Ondan sonra ne olabilir başka? Başarı durumu çok basit kalıyor. Sıradan olmuş olur, sevdiği dersler olabilir, ilgi duyduğu ders. Buna yaş şeyi de eklenebilir. Sınıf seviyesi eklenebilir. Başka ayakkabı numarası olabilir, kilo olabilir gibi.”

Sarp “Yani insanların algısı, bir şeye karşı tutumu, ilgisine yönelik bir araştırmanın sonuçları olarak ele alabiliriz.”

Sonuç olarak, öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecine dair bazı temel kavramları eksik veya yüzeysel şekilde ele aldıkları, bağlamı çeşitlendirme, değişebilirlik kavramını anlama, teknoloji kullanımı ve belirsizliği dikkate alarak yorum yapma konularında gelişime ihtiyaç duydukları belirlenmiştir.

Öğretmenlerin İstatistiksel Araştırma Süreci Deneyimlerini Destekleme

İkinci araştırma sorusu kapsamında mesleki gelişim programı kapsamında geliştirilen araçların ve izlenen yolların (CODAP eğitimi, mançınık etkinliği, poster ve kontrol formu) öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemesine nasıl yardımcı olduğu incelenmiştir. Öğretmenlerin CODAP eğitimi ve mançınık etkinliği sırasında ve sonrasında yaptıkları çalışmalar ve ortaya koydukları ürünler ile bu çalışmalar sırasında alınan ses ve video kayıtlarından elde edilen veriler, İstatistiksel Araştırma Öğrenme Yörüngesi (İAÖY) (Lee & Tran, 2015) ve Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi (TPİB) (Lee & Hollebrands, 2011) çerçeveleri doğrultusunda analiz edilmiştir. Bulgular istatistiksel araştırma sürecinin dört aşaması temel alınarak alt başlıklar halinde sunulmuştur.

İstatistiksel araştırma sorusu oluşturma deneyimi

Öğretmenler CODAP eğitimi sırasında hazır veri setleri üzerinden bir grubu betimlemeyi amaçlayan istatistiksel bir araştırma sorusu oluşturma deneyimi yaşamışlardır. Mançınık etkinliğinde ise deney yaparak kendilerinin veri toplaması gereken bir bağlam sunulmuş; hem betimleyen hem de karşılaştıran sorular oluşturmaları istenmiştir. Bu etkinliklerde öğretmenler önce bireysel olarak sorularını yazmış, sonra bu sorular İAS posterindeki kriterler dikkate alınarak grupça tartışılmıştır. Tartışma sonrası grup olarak ortak sorularını oluşturmuşlardır.

Öğretmenlerin CODAP eğitimi sırasında memelilerin özelliklerine yönelik bireysel olarak yazdığı sorular incelendiğinde, bazılarının istatistiksel araştırma sorusu kriterlerini tam olarak karşılamadığı görülmüştür. Şekil 5'teki örneklerde üç sorunun da bağlama yönelik yazıldığı belirlenmiştir. Sema'nın “Memelilerin yükseklikleri kaç cm'dir?” sorusu, kriterlere en yakın soru olarak değerlendirilmiştir. Araştırmacı öğretmen, veri seti göz önünde bulundurduğunda, “memeliler” kelimesinin geniş bir evreni kapsayıp kapsamadığını sorgulamış ve araştırma sorusunda örneklemin

veya ilgilenilen grubun açıkça belirtilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Öğretmenler, tabloda 27 memeli türü bulunduğunu dikkate alarak, araştırma sorusunun bu veriyle sınırlı olması gerektiğine karar vermiştir. Grupça “Tablodaki 27 memeli hayvanın ortalama yüksekliği kaç metredir?” sorusunu oluşturmuşlardır. Bunun yanı sıra, Gülümser’in sorusunun iki grubun karşılaştırılmasına iyi bir örnek olduğu belirtilmiştir. Sarp’ın sorusunun ise tüm veri seti içinde belirli bir gruba odaklandığı ve genele yönelik olmadığı görülmüştür.

Memelilerin <u>yüksekliklerini</u> incelemenizi gerektirecek bir araştırma sorusu oluşturunuz.	GÜLÜMSER
Araştırma Sorunuz: Faylı türdeki farklı memeli hayvanlarının yükseklikleri arasında bir farklılık var mıdır?	
Memelilerin <u>yüksekliklerini</u> incelemenizi gerektirecek bir araştırma sorusu oluşturunuz.	SEMA
Araştırma Sorunuz: Memelilerin yükseklikleri kaç cm'dir?	
Memelilerin <u>yüksekliklerini</u> incelemenizi gerektirecek bir araştırma sorusu oluşturunuz.	SARP
Araştırma Sorunuz: Yükseklikleri 1m ile 3m arasında olan memeli hayvanlar nelerdir?	

Şekil 5. Öğretmenlerin Yazdığı Araştırma Sorularından Örnekler

Mancınık etkinliğinin istatistiksel araştırma sorusu oluşturma sürecinin başında etkinlikte verilen görev üzerine tartışmak ve mancınının çalışma prensiplerini anlamak için izlenen videolar, öğretmenlerin mancınıkla yapılan atışlarda fırlatılan nesnenin kat edeceği mesafeleri etkileyecek değişkenlere odaklanmalarını sağlamıştır. Öğretmenler mesafelerin mancınık koluna uygulanan kuvvet, mancınının kol uzunluğu ve hava koşullarından etkileneceğini ifade etmişlerdir. Çalışmada ele alınan veya alınması gereken değişkenler üzerine düşünme, öğretmenlere hem araştırma sorusu oluşturma hem de deneyi tasarlama aşamalarında bu değişkenlere dikkat etmeleri konusunda yardımcı olmuştur. Öğretmenler tarafından bireysel olarak yazılan sorulara örnekler aşağıda sunulmuştur.

Sema “Mancınığa uyguladığımız kuvvete göre top kaç cm ileri gitmektedir?” (Birinci görev)

Sarp “Firma tarafından verilen örnek model mancınının yeri sabit tutulup ve mancınık üzerinde tek bir değişiklik ile atılan bilyelerin kat edeceği mesafenin ortalaması nedir?” (İkinci görev)

Gülümser “Örnek model Mancınıkla değişiklik yapılan hali arasında bilyelerin aldıkları mesafeleri karşılaştıran” (Üçüncü görev)

Öğretmenlerin yazdığı sorular incelendiğinde, birinci ve ikinci göreve yönelik soruların betimleyici, üçüncü göreve yönelik ifadenin ise istatistiksel soru şeklinde yapılandırılmadığı görülmekle birlikte karşılaştırmaya dayalı olduğu ve bağlama uygun şekilde oluşturulduğu görülmektedir. Bu durum, Mancınık Etkinliğinde verilen görevlerin öğretmenler tarafından anlaşıldığını ve onları verilen bağlama ve görevlere uygun istatistiksel araştırma soruları oluşturmaya yönlendirebildiğini göstermektedir.

Sarp ve Gülümser, yazdıkları soruda “bilyeler” ifadesini kullanarak birden çok deneme gerektiren ve ilgilenilen grubu vurgulayan sorular oluşturmuştur. Buna karşılık, Sema’nın “top” ifadesini “toplar” şeklinde ifade etmemesi, sorusunun tek bir atışla yanıtlanabileceğini göstermektedir. Bu farklılık, Sema’nın sorusunun veri toplamayı gerektirmediğini, ancak Sarp ve Gülümser’in sorularının veri toplamayı gerektirdiğini ve değişebilirliği yansıttığını ortaya koymaktadır. Özellikle Sarp’ın sorusundaki “mesafenin ortalaması” ifadesi, farklı denemelerden elde edilen sonuçları dolayısıyla değişebilirliği vurgulama açısından önemlidir.

Her üç öğretmen de sorularında bilyelerin kat ettiği mesafe değişkenine odaklanmıştır. Ancak deneysel çalışmalarda sabit tutulması gereken değişkenlere yeterince vurgu yapılmadığı görülmüştür. Örneğin, Sema’nın sorusundaki “uygulanan kuvvet” ve Sarp’ın “mancının yeri sabit tutulup” ifadeleri sabitlenmesi gereken değişkenlere örnek teşkil etse de farklı değişkenlere yeterince yer verilmemiştir.

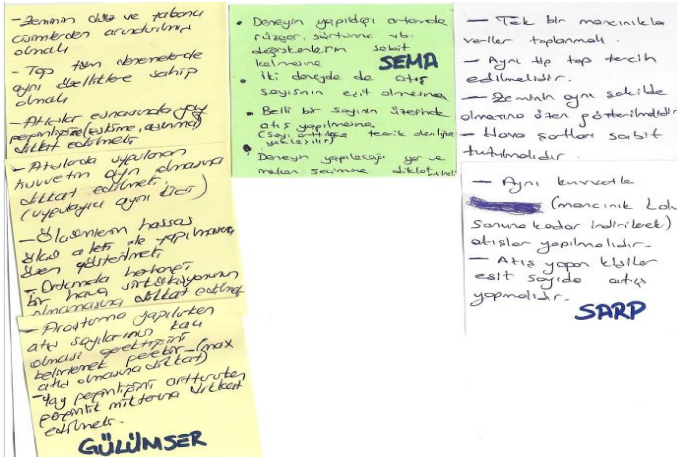
Araştırmacı öğretmen, kontrol formunda yer alan “soru sorma” aşaması ve istatistiksel araştırma sorularında bulunması gereken kriterler doğrultusunda öğretmenlerin bireysel olarak yazdığı tüm araştırma sorularını tartışmaya açmıştır. Bu tartışmalar sonucunda, öğretmenler birinci göreve yönelik araştırma sorusunu şu şekilde yeniden oluşturmuştur:

“Örnek model Mancınının yerini sabit tutarak, aynı yay gerginliğinde, aynı hava koşullarında, aynı zeminde ve kuvveti sabit tutarak atılan aynı büyüklükteki bilyelerin kat edeceği mesafenin ortalaması ne kadardır?”

Bu sorunun bağlama uygun olduğu, betimleyici bir yapıya sahip olduğu için amacının net olduğu görülmektedir. Soruda yer alan “bilyeler” ve “mesafenin ortalaması” ifadeleri, soruyu cevaplayabilmek için birden çok deneme yapılması gerektiğini ve dolayısıyla veri toplamayı gerektiren bir soru oluşturulduğunu göstermektedir. Ayrıca, soruda ilgilenilen grubun (denemelerde kullanılacak aynı büyüklükteki bilyeler) da açıkça belirtildiği görülmektedir. Benzer süreç Mancınık Etkinliğindeki diğer görevler için de yürütülmüş ve öğretmenler, her üç görev için de istatistiksel araştırma sorusu kriterlerini karşılayan sorular oluşturmaya başarmıştır.

Veri toplama deneyimi

Öğretmenler CODAP eğitimi sırasında hazır veri setlerinin CODAP programına nasıl yükleneceği, bu veri setleri üzerinden değişkenlerin nasıl tanımlanacağı ve CODAP programına nasıl girileceği hakkında bilgi almışlar ve hazır bir veri setini CODAP programına kendileri yüklemişlerdir. Mancınık etkinliği ise öğretmenlerin bizzat kendilerinin bir deney tasarlayarak veri toplama planı oluşturmalarını gerektiren bir etkinliktir. Bu aşamada öğretmenlerin bireysel hazırladıkları veri toplama planları İAS posterindeki ölçütler dikkate alınarak grupça tartışılmış ve bu tartışma sonucunda ortak bir veri toplama planı oluşturulmuştur. Aşağıda öğretmenlerin bireysel olarak hazırladıkları veri toplama planları görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Öğretmenlerin Oluşturduğu Veri Toplama Planları

Öğretmenlerin veri toplama planları incelendiğinde, genel olarak İAS posterindeki “değişkenleri dikkate alma” ilkesine odaklandıkları görülmektedir. Örneğin, Gülümser “Top tüm denemelerde aynı özelliklere sahip olmalı, Atışlar esnasında yay gerginliğine dikkat edilmeli” derken, Sema “Deneyin yapıldığı ortamda rüzgâr, sürtünme vb. değişkenlerin sabit kalmasına, Deneyin yapılacağı yer ve mekân seçimine dikkat edilmesi” ifadesini kullanmıştır. Sarp ise “Aynı tip top tercih edilmelidir, Aynı kuvvetle atışlar yapılmalıdır” diyerek olası değişebilirlik kaynaklarını kontrol etmeye yönelik stratejiler geliştirdiklerini göstermiştir.

Ayrıca, Gülümser ve Sema’nın belirli bir atış sayısına vurgu yapmaları, veri toplama planlarında “Örneklem büyüklüğünü göz önünde bulundurun” ilkesini dikkate aldıklarını göstermektedir. Gülümser, “Araştırma yapılırken atış sayılarının kaç olması gerektiği belirlenmeli, maksimum atış olmasına dikkat edilmeli” Sema “Belirli bir sayının üzerinde atış yapılmalı.” diyerek bu durumu vurgulamış ancak deneme sayısının kaç olacağına dair bir sayı belirtmemişlerdir. Araştırmacı

öğretmenin “Atış sayınız kaç olacak? Kaç deneme yapacaksınız?” sorusu üzerine öğretmenler arasında şu konuşmalar geçmiştir:

Gülümser: Bence şöyle yapalım. Nerede sabitleşti, bir grafik gibi düşünürsek, nerede sabitleşti orada bırakılabilir.

Sema: Di mi? Artık aynı olmaya başlayacak.

Sarp: Sabit?

Gülümser: Sabit değil de böyle yakın değerler gidince orada bırakılabilir.

Bu ifadeler, öğretmenlerin önceden belirlenen bir sayı yerine verilerin yığılmaya başladığı noktada denemeleri sonlandırmayı tercih ettiklerini göstermektedir. Ancak süreç sonunda deneme sayısını 50 olarak belirlemişler, fakat gerektiğinde artırabileceklerini belirtmişlerdir. Bireysel ön görüşmelerde veri toplama sürecini anket ve ölçek kullanımı ile sınırlı gören ve evren ve örneklem büyüklüğünün nasıl belirlendiğine dair net bir fikri olmayan öğretmenlerin deney tasarımı planlarken deneme sayısına karar verme üzerine düşündükleri görülmektedir.

Öğretmenler, veri toplama sürecine ilişkin ölçüm ve iş bölümü konularında da tartışmalar yürütmüştür:

Sarp: Üç kişiyeşek, örneğin herkes onar atış yapsın.

Gülümser: Uygulayıcının aynı kişi olması lazım. Kişilerin kuvveti değişebilir.

Sema: Ama tek kişide de sona doğru bıkkınlık olabilir.

Sarp: Üçünün ortalaması onu minimize eder sanki. Şimdi burada amacımız bir hedef belirlemek ya doğru bir hedefi koyabilmek için o kişinin veri sayısının artması daha doğru yere getirir. Teorik olasılığa yaklaşması bakımından. [Tek kişinin veri sayısının artması daha doğru olabilir.]

Bu tartışmalar sonucunda öğretmenler, atışları aynı kişinin yapmasına, ancak kuvvetin sabit tutulmasına karar vermiştir. Mancınık kolunun belli bir referans noktasından serbest bırakılmasının, uygulanan kuvvetin sabitlenmesine yardımcı olacağı sonucuna varmışlardır. Ayrıca hatalı atışların (örneğin, mancınının yanlış kullanımı nedeniyle geriye giden atışlar) veri olarak kaydedilmeyeceğine karar verilmiştir. Araştırmacı öğretmenin “Ölçümleri ne ile yapacaksınız?” sorusuna öğretmenler “Şerit metreyle ölçüm yapacağız.”, “Toplanan verileri nasıl kaydedeceksiniz?” sorusuna ise “Önce elle tabloya, sonra CODAP programına gireceğiz.” şeklinde yanıt vermiştir. Tüm bu tartışmaların sonunda öğretmenler, veri toplama planlarını nihai hale getirmiştir.

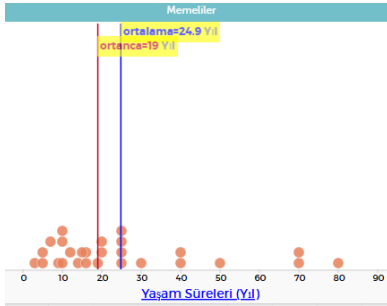
Öğretmenlerin sürecin başında izledikleri videolar doğrultusunda, mancınıkla gerçekleştirilen atışları etkileyen değişkenleri belirlemeleri; kendi deneylerini yürütürken kullanacakları örnek model mancınığı deneme atışları yaparak

incelemeleri, veri toplama planlarında değişkenlere odaklanmalarını ve bu değişkenleri kontrol altına almaya yönelik stratejiler geliştirmelerini sağlamıştır. Bunun yanı sıra, öğretmenlerin veri toplama planlarında değişkenleri belirleme ve bu değişkenleri kontrol altına almaya yönelik stratejiler oluşturma sürecinde, İstatistiksel Araştırma Süreci Poster'i'nde yer alan "Soruyu yanıtlamak için bağlamdaki özellikleri/değişkenleri en iyi nasıl ölçeceğinizi düşünün" ifadesini dikkate aldıkları söylenebilir.

Nitekim öğretmenlerle gerçekleştirilen bireysel görüşmelerin bulguları incelendiğinde, öğretmenlerin veri toplama planına yönelik olarak yalnızca görüşme sorularının hazırlanması ile evren ve örneklemin belirlenmesi hususlarına değindikleri, bunun dışında herhangi bir unsura vurgu yapmadıkları görülmüştür. Benzer şekilde, Gülümser ve Sema'nın veri toplama planlarında kaç atış geliştirmeleri gerektiğine ilişkin ifadeler kullanmaları, İstatistiksel Araştırma Süreci Poster'i'nde yer alan "Örneklem büyüklüğünü göz önünde bulundurun" ifadesiyle ilişkili olarak değerlendirilebilir. Öğretmenlerin planlarında değinmedikleri durumlarsa yönlendirme sorularıyla yürütülen tartışma süreci sonrasında netleştirilmiş ve öğretmenlerce grupça oluşturdukları plana eklenmiştir.

Veri analizi ve teknoloji kullanımı deneyimi

Öğretmenler veri analizi ve teknoloji kullanımı CODAP Eğitimi ve Mancınık Etkinliği yoluyla deneyimlemişlerdir. CODAP eğitiminde memelilerin yaşam süresine yönelik verilerden yola çıkılarak oluşturulan nokta grafiği Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Memelerin Yaşam Süreleri

Bu grafik üzerinden gidilerek yapılan tartışmalar öğretmenlerin merkezi eğilim ölçülerini seçerken dağılımın yapısını dikkate aldıklarını göstermiştir. Öğretmenlerin dağılımın merkezini belirlemede (memelilerin ortalama yaşam süresi) ilk yaklaşımları, doğrudan bir merkezi eğilim ölçüsünü seçme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Gülümser ve Sarp, aritmetik ortalama kavramına yönelirken ("*Bence ortalamaya bakılması gerekir.*", "*Aritmetik ortalama gibi.*"), Sema ortancanın daha uygun olabileceğini belirtmiştir ("*Ortanca daha mantıklı geliyor bana burada.*")

“Şurada fazla yığılma var. O yüzden.”). Sema’nın kararını gerekçelendirme biçimi, öğretmenlerin sadece merkezi eğilim ölçülerini seçmekle kalmayıp, dağılımın yapısına dayalı bir analiz yapma eğiliminde olduklarını ortaya koymaktadır. Sema, dağılımın yığıldığı noktayı dikkate alarak ortancayı tercih etmiştir. Bu durum, öğretmenlerin merkezi eğilim ölçülerini belirlerken sadece hesaplamalara dayalı bir yaklaşım sergilemediklerini, aynı zamanda verilerin dağılımını görsel olarak inceleme ve anlamlandırma sürecine de girdiklerini göstermektedir.

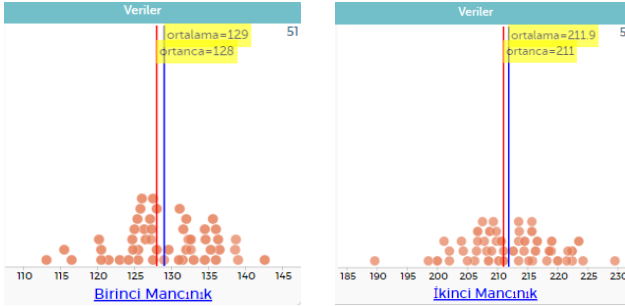
Bu süreçte, araştırmacı öğretmenin yönlendirmesiyle öğretmenler, aritmetik ortalama ile ortanca arasındaki farkın neden kaynaklandığını sorgulamış ve bu farkın aykırı değerlerle ilişkili olabileceğini tartışmışlardır. Böylece, bir veri setinin merkezi eğiliminin belirlenmesinde aritmetik ortalama ve ortanca arasındaki farkları değerlendirme sürecine girmişlerdir. Öğretmenlerin aykırı değerlerin merkezi eğilim ölçüleri üzerindeki etkisini değerlendirme biçimi, analiz sürecinde sistematik bir karşılaştırma yapmaya yöneldiklerini göstermektedir. Aykırı değerleri merkeze doğru sürükleyerek aritmetik ortalamanın ortancaya yaklaştığını gözlemlemeleri, ortancanın aykırı değerlerden daha az etkilendiğini fark etmelerini sağlamıştır. Bu bağlamda, öğretmenlerin istatistiksel kavramları deneysel manipülasyonlar yoluyla anlamlandırmaya çalıştıkları söylenebilir.

Öğretmenlerin bu süreçte kavramsal genellemelere yöneldikleri de gözlenmektedir. Sarp’ın “Uç değerler sıkıntı demek ki bizim için.” ve Gülümser’in “Uç değerler olduğunda mı ortancaya bakmak lazım o zaman?” şeklindeki çıkarımları, öğretmenlerin analiz sürecinde bağlamsal bir durumu genelleyerek merkezi eğilim ölçülerinin seçiminde bir karar verme stratejisi geliştirmeye çalıştıklarını göstermektedir.

Öğretmenlerin aykırı değerleri tamamen gizleyerek analizlerini tekrar yapma isteği, yalnızca tek bir analiz adımına bağlı kalmadıklarını, farklı bakış açıları geliştirerek veri setini alternatif biçimlerde değerlendirme eğiliminde olduklarını da göstermiştir. Bu adım, öğretmenlerin dağılımın genel yapısını inceleme ve merkezi eğilim ölçülerinin birbirine yaklaşmasını gözleme sürecini daha derinlemesine analiz etmelerine olanak sağlamıştır.

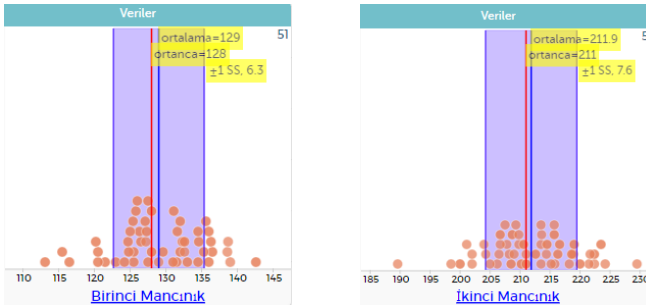
CODAP eğitiminde olduğu gibi mancınık etkinliğinin analiz sürecinde de öğretmenlerin öncelikli olarak merkezi eğilim ölçülerinden aritmetik ortalama ve ortanca üzerinde yoğunlaştıkları görülmektedir. İlk görevde öğretmenler mancınıkla yapılan atışların mesafelerini nokta grafiğinde göstermiş, aritmetik ortalama ve ortanca değerlerini hesaplatmış, bu iki ölçümün birbirine yakın olması nedeniyle her ikisinin de dağılımın merkezini temsil etmekte uygun olduğu sonucuna varmışlardır. İkinci görevde, mancınının lastik gerginliği artırılarak yeni bir veri seti oluşturulmuştur. Öğretmenler, önceki ve yeni veri setlerinde merkezi eğilim ölçülerini karşılaştırarak, aritmetik ortalama ve ortancanın yine birbirine yakın olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu, öğretmenlerin merkezi eğilim ölçütlerinin dağılım yapısına bağlı olarak değişip değişmediğini anlamaya çalıştıklarını ve kararlarını bu

karşılaştırmalara dayandırdıklarını göstermektedir. Öğretmenler her iki görev için aritmetik ortalama ve ortanca değerlerinin birbirine yakın olmasını dikkate alarak hedefin yerini belirlemeye çalışmışlardır. Öğretmenlerin her iki mançınkla topladıkları verilere yönelik oluşturdukları nokta grafikleri Şekil 8’de görülmektedir.



Şekil 8. Mancınık Etkinliği: Ortalama ve Ortanca Hesaplama (Nokta Grafiği)

Üçüncü görevde, öğretmenler farklı mançınıklarla yapılan atışların tutarlılığını karşılaştırırken değişebilirlik ölçülerinden standart sapmaya odaklanmışlardır. CODAP programı verilerin aritmetik ortalama etrafında ne şekilde toplandığını ± 1 standart sapma değeriyle göstermektedir. Öğretmenler mançınıklara ait dağılımların aritmetik ortalamaları etrafında ± 1 standart sapma değerlerini Şekil 9’daki gibi oluşturmuşlardır.



Şekil 9. Mancınık Etkinliği: Standart Sapma Hesaplama (Nokta Grafiği)

Tartışma sırasında öğretmenlerin standart sapma değeri ile aritmetik ortalama arasındaki ilişki konusunda kavram yanlışları gözlemlenmiştir. Örneğin, Sema “İkincisi daha tutarlı olmuş. Gerçi bilmiyorum daha mı tutarlı. Standart sapma değeri daha büyük ama şey de aritmetik ortalama da daha büyük.” diyerek standart sapma değerinin büyüklüğünü aritmetik ortalamasının yüksek olmasına bağlamıştır. Aynı şekilde Sarp da “Evet daha büyük olduğu için standart sapması değeri de doğal olarak büyük çıkacak.” diyerek aynı kavram yanlışısını sürdürmüştür. Gülümser ise dağılımın yapısını daha bütüncül bir şekilde ele alarak standart sapma değerinin

aritmetik ortalama değerinin büyüklüğünden bağımsız olarak verilerin aritmetik ortalamadan ± 1 standart sapma değeri etrafına yığıldığını ve dağılımın genel yapısıyla ilişkili olduğunu vurgulamaya çalışmıştır: “*Sanki aynı dağılım. Verilerin dağıldığı yere göre söylüyorsak bence ikisi aynı tutarlılıkta. Lastik bence çok değiştirmemiş. Sadece gideceği mesafeyi değiştirmiş.*” Araştırmacı öğretmen, öğretmenleri standart sapmanın anlamını daha derinlemesine incelemeye yönlendirmiştir. Bu süreçte, ± 1 standart sapma değerinin düşük olduğu dağılımda verilerin aritmetik ortalamaya daha yakın olduğu, dolayısıyla atışların daha tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenler, ilk mançınıkla yapılan atışların ± 1 standart sapma değerinin daha düşük olmasının, bu mançınıkla yapılan atışların daha isabetli olduğunu gösterdiğini fark etmişlerdir. Bu noktada her iki mançınık verilerinden grafikler oluştururken, grafiklerin ayrı ayrı oluşturulması yerine tek bir grafik oluşturulması da önemlidir. CODAP programında iki farklı grafik oluşturulduğunda ölçeklendirme farklılığı yanlış oluşturabilmektedir. Öğretmenlerin kavram yanlışlığı aritmetik ortalama değerinin yüksek olmasının standart sapma değerini etkilediği şeklinde olsa da tek grafik ile aynı anda gösterim farklı yanlış anlaşılmanın önüne geçecektir.

Öğretmenler, nokta grafikleri aracılığıyla araştırma sorularına yanıt verirken merkezi eğilim ve değişebilirlik ölçülerini birlikte kullanmış; özellikle birinci ve ikinci araştırma sorularına yönelik analizlerini gerçekleştirirken yönlendirilmeye ihtiyaç duymamışlardır. Öğretmenler, verilerde meydana gelen değişimlerin merkezi eğilim ve değişebilirlik ölçülerini nasıl etkilediğini gözlemleyerek, tüm değerleri bir arada değerlendirip dağılımı anlamlandırmaya çalışmıştır. Bu durum, CODAP eğitiminin öğretmenlerin veri analizi sürecini desteklemedeki etkisinin oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, soru sorma ve veri toplama aşamalarında olduğu gibi, veri analizi sürecinde de araştırmacı öğretmenle yürütülen iş birliği ve grup çalışması, öğretmenlerin mesleki gelişimine katkı sağlamaktadır. Özellikle üçüncü görev doğrultusunda toplanan verilerin analizine yönelik tartışmalar, ortaya çıkan kavram yanlışlıklarının giderilmesinde uzman desteğinin ve grup etkileşiminin mesleki gelişim açısından taşıdığı önemi ortaya koymaktadır.

Sonuçları yorumlama deneyimi

İstatistiksel sonuçların bağlam içinde doğru bir şekilde yorumlanmasının önemi Mancınık Etkinliğinde ortaya çıkmıştır. Öğretmenler puanlama konusunda bir karar vermeye çalışırken Sema, “*Bence bu 5 (birinci mançınık) bu 3 (ikinci mançınık). Bunun standart sapmasına baktığımızda*” diyerek, standart sapması daha büyük olan mançınığa daha az puan verilmesi gerektiğini savunmuştur. Ancak Gülümser, “*Ben aralık olarak düşünmedim. Verilerin dağılımı olarak değerlendirdim.*” diyerek, standart sapma aralığının yalnızca sayı olarak değil, dağılımın geneli bağlamında değerlendirilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir. Araştırmacı öğretmenin yönlendirmesiyle birlikte, öğretmenler standart sapmanın anlamı üzerine yeniden düşünmeye başlamışlardır. Özellikle Gülümser’in “*İşte hedefi vurmak daha zor aslında. Sapiyorsa vurmak daha zor. Daha zorsa puan daha yüksek.*” ifadesi, standart

sapmanın dağılımın yayılımını gösterdiğini ve hedefe isabet etme olasılığıyla doğrudan ilişkili olduğunu kavradığını göstermektedir. Bu noktada Sarp, “*Gerçi orada şu var doğru. Aynı top üzerinden bahsediyoruz. Aynı topu atıyoruz. Onun sapma durumunu düşününce evet.*” diyerek kavrayışında bir değişim yaşadığını ifade etmiştir. Öğretmenler, analiz süreçleri sonunda araştırma sorularına bağlamsal olarak uygun ve ölçülebilir ifadelerle yanıtlar vermişlerdir. Bu süreç, öğretmenlerin verileri sadece istatistiksel ölçütlere dayanarak değil, aynı zamanda bağlam içinde değerlendirerek karar verdiklerini göstermektedir.

Öğretmenlerin analiz süreci sonunda araştırma sorularına cevap oluştururken belirsizliği dikkate alarak soruları cevapladığı görülmüştür. Örneğin öğretmenler herhangi bir yönlendirme olmadan “*Örnek model Mancınığın yerini sabit tutarak, aynı yay gerginliğinde, aynı hava koşullarında, aynı zeminde ve kuvveti sabit tutarak atılan aynı büyüklükteki bilyelerin kat edeceği mesafenin ortalaması ne kadardır?*” şeklinde oluşturdukları birinci araştırma sorusunun cevabını “*Örnek model Mancınığın yerini sabit tutarak, aynı yay gerginliğinde, aynı hava koşullarında, aynı zemine, kuvveti sabit tutarak atılan aynı büyüklükteki bilyelerin kat ettiği mesafe yaklaşık 128 cm’dir*” şeklinde cevaplamışlardır. Cevapta “yaklaşık” ifadesinin kullanılması, öğretmenlerin araştırma sorusunu oluştururken veri toplamayı gerektiren bir soru oluşturmalarıyla ilişkilidir. Öğretmenlerin bu durumu dikkate olarak araştırma sorusu oluşturma araştırma sorusuna cevap ararken belirsizliğin de soruda görülmesine katkı sunmuştur.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, öğretmenlerin istatistiksel problem çözme sürecine yönelik bilgi ve deneyimlerini istatistiksel alan ve teknolojik bilgileri odağında incelemeyi ve öğretmenlerin bu bilgi ve deneyimlerini geliştirmeye yönelik araçlar ve yollar geliştirmeyi amaçlamıştır. İlk araştırma sorusu kapsamında öğretmenlerle bireysel görüşmelerden elde edilen bulgular, öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecinde bağlam ve değişebilirlik gibi önemli fikirler hakkında sınırlı düzeyde bilgi sahibi olduklarını, veri toplama sürecini örneklem belirleme ve görüşme soruları oluşturma ile sınırlı gördüklerini, veri analizi süreçlerine yaklaşımlarının ise ağırlıklı olarak hesaplama odaklı olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğretmenlerin istatistiksel araştırmaları daha çok anket veya ölçek yoluyla veri toplanan çalışmalar olarak gördükleri ve teknolojik araçları etkin kullanma konusunda yeterli donanıma sahip olmadıkları gözlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda katılımcı öğretmenlerin istatistiksel araştırmalarda bağlam çeşitliliğini artırma, değişebilirliği anlama, teknoloji kullanımı ve belirsizliği dikkate alarak yorum yapma konularında mesleki gelişim desteğine ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir.

Birinci araştırma sorusundan elde edilen bulgulara dayanılarak tasarlanan mesleki gelişim çalışmasında öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneysel bir çalışma ile deneyimlemeleri ve bu süreçte teknoloji kullanımına yönelik

desteklenmeleri amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda CODAP eğitim programı ve Mancınık Etkinliği geliştirilmiş, istatistiksel araştırma sürecinin öğretmenler ve araştırmacı öğretmen tarafından takibini sağlamak için İAS poster ve kontrol formu hazırlanmıştır. İkinci araştırma sorusu kapsamında elde edilen bulgular geliştirilen bu araçların ve izlenen yolların öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemelerine nasıl katkı sağladığını ortaya koymuştur.

Öğretmenler, CODAP eğitimi sırasında hazır veri setlerini kullanarak istatistiksel araştırma soruları oluşturma deneyimi kazanmış; araştırma sorularının betimleyici ya da karşılaştırmalı olup olmadığını belirleme, bağlamı daraltma ve değişkenleri tanımlama gibi konular tartışmalar sırasında öne çıkmıştır. Bu süreçte, araştırmacı öğretmenin yönlendirmeleri ve grup tartışmaları, öğretmenlerin sorularını gözden geçirerek istatistiksel araştırma kriterlerine uygun hale getirmelerini sağlamıştır. Matematik öğretmenlerinin istatistiksel araştırma sorusu hazırlamakta güçlük yaşadıkları, soru oluştururken bağlamı dikkate almadıkları, problem veya etkinlikleri bir bağlam içinde hazırlamaktan çok sadece işlem gerektiren problemler veya etkinlikler şeklinde hazırladıkları (Arnold & Pfannkuch, 2019; Çomarlı & Gökkuş Özdemir, 2019; Özmen vd., 2023) dikkate alındığında gerçekleştirilen mesleki gelişim çalışması öğretmenleri deneysel veri toplama gerektiren istatistiksel araştırma sorusu hazırlama yönünde desteklemiştir.

Öğretmenlerin veri toplama sürecine ilişkin deneyimleri hem hazır veri setleriyle çalışma hem de kendi deneylerini tasarlama bağlamında gerçekleşmiştir. CODAP eğitimi, öğretmenlere hazır verilerle çalışma ve değişkenleri tanımlama konusunda teknik beceriler kazandırırken, Mancınık etkinliği öğretmenlerin veri toplama sürecini daha derinlemesine deneyimlemesini sağlamıştır. Deney tasarımı sabit tutulması gereken değişkenleri belirleme sürecinde grup tartışmalarının kritik bir rol oynadığı ve öğretmenlerin bireysel olarak belirlediği değişkenlerin grup sürecinde daha sistematik hale getirildiği görülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin deneysel süreçlerde örneklem büyüklüğünü belirleme konusunda daha esnek ve veri odaklı düşünmeye başladıkları gözlenmiştir. Öğretmenler veri toplama sürecinde ölçüm teknikleri ve iş bölümü konularında da tartışmalar yürütmüş, bu tartışmalar öğretmenlerin ölçüm sürecine ilişkin farkındalıklarını artırmıştır. Bu bulgular, öğretmenlerin veri toplama sürecine ilişkin başlangıçtaki algılarının deneyim yoluyla geliştiğini ve giderek daha bilinçli veri toplama planları oluşturduklarını göstermektedir. Deney sürecini doğrudan yaşamaları, onların değişkenler, ölçüm süreci ve örneklem büyüklüğü konularında daha bilinçli kararlar almalarına katkı sağlamıştır. Bu durum araştırmacılarca ifade edilen, veri toplama planı yapmayan, verilerini kendileri toplamayan öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecine yönelik mesleki gelişimlerinin sağlanamaması bulgusuyla örtüşmektedir (Green vd., 2018).

CODAP eğitiminde ve Mancınık etkinliği sırasında teknoloji kullanarak veri analizi sürecini deneyimlemeleri öğretmenlerin veri dağılımını görsel olarak analiz ederek karar vermelerine yardımcı olmuştur. Özellikle dağılımın yapısını dikkate

alarak ortanca ve aritmetik ortalama arasındaki farkları sorgulamaları, aykırı değerlerin etkisini anlamaya çalışmalarını sağlamıştır. Öğretmenlerin merkezi eğilim ölçüleri konusunda bağlamsal genellemelere yönelmeleri, istatistiksel kavramları yalnızca tanımlayıcı düzeyde değil, anlamlandırarak kullanmaya başladıklarını göstermektedir. Bu süreçte standart sapma ile aritmetik ortalama arasındaki ilişkiye dair gözlenen kavram yanılgıları araştırmacı öğretmenin desteği ile tartışma konusu olmuş; dağılımın yayılımını analiz etme ve standart sapmanın merkezden uzaklaşan değerlerle ilişkili olduğunu fark etme süreci, öğretmenlerin kavramsal gelişimi açısından kritik bir adım olmuştur. Bu bulgular, öğretmenlerin teknoloji destekli veri analizi ortamlarında istatistiksel kavramları keşfederek anlamlandırma sürecine girdiğini ve istatistiksel düşünme becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Mancınık etkinliği sırasında öğretmenlerin istatistiksel sonuçları bağlam içinde yorumlama becerilerinde de gelişim gözlenmiştir. Etkinlik sürecinde yapılan tartışmalar ve araştırmacı öğretmenin yönlendirmesiyle, standart sapmanın dağılımın genel yapısını ve değişkenliğini yansıtan bir ölçü olduğu fark edilmiş ve standart sapma değeri etkinlikte hedefi vurma olasılığıyla ilişkilendirilebilmiştir. Bu bulgular, öğretmenlerin istatistiksel sonuçları yorumlarken yalnızca hesaplamalara ve doğrudan çıkarımlara dayanmadıklarını, aynı zamanda bağlamı dikkate alarak daha derinlemesine değerlendirmeler yaptıklarını göstermektedir. Araştırmacılar öğretmenlerin, merkezi eğilim ve değişebilirlik ölçülerini kavramsal olarak ele almadıklarını, işlemsel odaklı yaklaşıtlarını, değerleri hesaplamakta sorun yaşamazken bu değerleri anlamlandırma ve yorumlamada sorun yaşadıklarını, ortalama kavramını sadece aritmetik ortalama ile ilişkilendirdiklerini belirtmektedir (Avcı & Coşkuntuncel, 2019; Gürel, 2016; Özmen vd., 2023; Turan vd., 2023). Bu doğrultuda bakıldığında elde edilen bulgular, yürütülen mesleki gelişim çalışmasının, öğretmenlerin veri analizine yönelik yaşadıkları araştırmacılarca ifade edilen zorlukların giderilmesini sağladığını göstermektedir.

Geliştirilen araçların yanında mesleki gelişim çalışmasının amacına ulaşmasını sağlayan durumlardan biri de mesleki gelişim çalışmasının öğretmenlerin ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulması, öğretmenlerin sürecin içinde aktif olarak yer alması, zümre iş birliğiyle grup tartışmaları yapması, yansıtma çalışmalarında ve sürecin tamamında araştırmacı öğretmence uzman desteğinin sunulmasıdır. Araştırmacılar, öğretmenlerin ihtiyaçlarına göre geliştirilen (Elçiçek & Yaşar, 2022; Zinger vd., 2017), aktifkatılımlarının sağlandığı ve düşüncelerinin tartışıldığı (MacDonald, 2008; Zinger vd., 2017) ve uzman desteğiyle yönlendirilen (Elçiçek & Yaşar, 2022) mesleki gelişim çalışmalarının başarılı olacağını ifade etmektedir. Grup çalışmasıyla yürütülen tartışmaların (Leavy & Frischmeier, 2022), öğretmenlere verilen geri bildirimlerin (Zinger vd., 2017) mesleki gelişim sürecini desteklediği vurgulanmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini deneyimlemesine yönelik geliştirilen araçlarla birlikte (CODAP eğitimi, Mancınık etkinliği, İAS poster ve kontrol formu) uzman rehberliğinde öğretmen düşüncelerinin grupça tartışmasının öğretmenlerin istatistik alan ve

teknolojik istatistik bilgilerini geliştirmeye katkı sunduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, gelecekteki mesleki gelişim programlarında öğretmenlerin istatistiksel araştırma sürecini aktif olarak deneyimleyebileceği benzer etkinliklerin tasarlanması önerilmektedir. Ayrıca, öğretmenlerin deneysel süreçlerde değişken kontrolü ve örneklem büyüklüğü gibi kavramlara daha fazla odaklanmalarını sağlamak için ek yönlendirmeler yapılabilir. Özellikle farklı dağılım türleri üzerinde çalışarak standart sapma, ortalama ve ortancanın birbirleriyle ilişkisini daha iyi kavramaları desteklenebilir. Bunlara ek olarak bağlamsal verilerin analiz edilerek farklı istatistiksel ölçülerle nasıl yorumlanabileceğini anlamaya yönelik etkinlikler, öğretmenlerin bu süreçte daha bilinçli ve eleştirel düşünme becerileri geliştirmelerine katkı sağlayabilir. Bu tür etkinliklerin, öğretmenlerin sadece istatistiksel araştırma sürecini anlamalarına değil, aynı zamanda sınıf içinde bu süreçleri daha etkili şekilde uygulamalarına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Etik Kurul Beyanı

Bu çalışma için Hacettepe Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler etik kurulundan (12.11.2021 tarih ve E-35853172-300-00001863684 sayı) etik açıdan uygunluk izni alınmıştır.

Yazar Çatışması ve Etik Bildirimi

Yazarlar, arasında çıkar çatışması bulunmadığını ve yazarların çalışmaya katkı sunduğunu beyan etmiştir. Yazarlar tüm etik kurallara uyduklarını bildirmişlerdir.

Kaynakça

- Altunsaray, D. & Baltacı, S. (2023). Examining the data organization and display process for the data processing learning area in statistics. *Technology, Innovation and Special Education Research*, 3(1), 50-72.
- Arnold, P. (2013). *Statistical investigative questions—An enquiry into posing and answering investigative questions from existing data* [Doctoral dissertation, The University of Auckland- Auckland].
- Arnold, P., & Pfannkuch, M. (2019). Posing comparative statistical investigative questions. In G. Burrill & D. Ben-Zvi (Eds.), *Topics and trends in current statistics education research* (pp. 173–195). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03472-6_8
- Avcı, E., & Coşkuntuncel, O. (2019). Middle school teachers' opinions about using vustat and tinkerplots in the data processing in middle school mathematics. *Pegeim Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 9(1), 1–36. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2019.001>
- Bargagliotti, A., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Johnson, S., Perez, L., & Spangler, D. A. (2020). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education II (GAISE II): A framework for statistics and data science education*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GAISEIIPreK-12_Full.pdf
- Batur, A., & Baki, A. (2022). Öğrencilerin istatistik okuryazarlık düzeyleri ile istatistik okuryazarlık öz yeterlik algıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 47(209), 171-205. <https://doi.org/10.15390/EB.2022.9970>

- Batur, A., Baydar, H. E., & Güven, B. (2019, 26-28 Eylül). Ortaokul matematik ders kitaplarının GAISE raporu açısından incelenmesi. 4. Uluslararası Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu, İzmir, Türkiye.
- Batur, A., Özmen, Z. M., Topan, B., Akoğlu, K., & Güven, B. (2021). A cross-national comparison of statistical curricula. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(1), 187–201. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.793285>
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 3–15). Kluwer Academic Publisher. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_1
- Ben-Zvi, D., Gravemeijer, K., & Ainley, J. (2018). Design of statistics learning environments. In D. Ben-Zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 473–502). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_16
- Burgess, T. A. (2011). Teacher knowledge of and for statistical investigations. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics—Challenges for teaching and teacher education* (pp. 259–270). Springer.
- Burrill, G., & Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics—Challenges for teaching and teacher education* (pp. 57–69). Springer.
- Callingham, R. & Watson, J. (2024). Statistics education research at the school level in Australia and New Zeland: a 30-year journey. *Mathematics Education Research Journal*, 36(1), 91-122. <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00470-0>
- Cooper, L. L. (2018). Assessing students' understanding of variability in graphical representations that share the common attribute of bars. *Journal of Statistics Education*, 26(2), 110–124. <https://doi.org/10.1080/10691898.2018.1473060>
- Çomarlı, S. K. & Gökkurt Özdemir, B. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin veri işleme öğrenme alanına yönelik serbest problem kurma becerilerinin incelenmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1600-1637. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2019.174>
- Delmas, R., Garfield, J., Ooms, A., & Chance, B. (2007). Assessing students' conceptual understanding after a first course in statistics. *Statistics Education Research Journal*, 6(2), 28–58.
- Doğdu, A., Özcan, H. & Aliustaoğlu, F. (2023). 8. sınıf öğrencilerinin veri işleme öğrenme alanındaki hataları ve kavram yanlışları. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 7(4), 139-163.
- Elçiçek, Z., & Yaşar, M. (2022). Öğretmenlerin mesleki gelişimi nasıl olmalı: Uygulamalı bir model geliştirme çalışması. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1684-1716. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2022.22.74506-1003202>
- Garfield, J. B., & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8383-9>
- Gattuso, L., & Ottaviani, M. G. (2011). Complementing mathematical thinking and statistical thinking in school mathematics. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics—Challenges for teaching and teacher education* (pp. 121–132). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_15
- Green, J. L., Smith, W. M., Kerby, A. T., Blankenship, E. E., Schmid, K. K. & Carlson, M. A. (2018). Introductory statistics: preparing in-service middler-level mathematics teachers for classroom research. *Statistics Education Research Journal*, 17(2), 216-238.
- Güler, H. K., & Didiş Kabar, M. G. (2021). Ortaokul öğrencilerinin istatistiksel grafikleri okuma ve yorumlama düzeylerinin incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 10(1), 23-52. <https://doi.org/10.30703/cije.677238>

- Gürel, R. (2016). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin merkezi eğilim ve yayılım ölçülerine ilişkin öğretim bilgilerinin incelenmesi* (Tez No. 443569) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Hacısalıhoğlu Karadeniz, M. (2016). Beşinci sınıf öğrencilerinin veri işleme konusundaki kazanımlara ulaşabilme durumlarının belirlenmesi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 6(1), 221-236. <https://doi.org/10.13114/MJH.2016119300>
- Landtblom, K. (2023). Opportunities to learn mean, median, and mode afforded by textbook tasks. *Statistics Education Research Journal*, 22(3), 1-17. <https://doi.org/10.52041/serj.v22i3.655>
- Leavy, A., & Frischemeier, D. (2022). Developing the statistical problem posing and problem refining skills of prospective teachers. *Statistics Education Research Journal*, 21(1), 1-27. <https://doi.org/10.52041/serj.v21i1.226>
- Lee, H. S., & Hollebrands, K. F. (2011). Characterising and developing teachers' knowledge for teaching statistics with technology. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics—Challenges for teaching and teacher education* (pp. 323–333). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_34
- Lee, H. S., & Tran, D. (2015). Framework for supporting students' approaches to statistical investigations: A guiding framework for the Teaching Statistics through Data Investigations. In *Teaching Statistics Through Data Investigation MOOC*-Ed. Friday Institute for Educational Innovation, NC State University. https://s3.amazonaws.com/fi-courses/tsdi/unit_3/SASI%20Framework.pdf
- MacDonald, R. (2008). Professional development for information communication technology integration: Identifying and supporting a community of practice through design-based research. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(4), 429-445. <https://doi.org/10.1080/15391523.2008.10782515>
- Makar, K. & Fielding-Wells, J. (2011). Teaching Teachers to Teach Statistical Investigations. C. Batanero, G. Burrill and C. Reading (Ed.). *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education* in (pp. 347-358). New York, Springer.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445-MATEMATİK%20ÖĞRETİM%20PROGRAMI%202018v.pdf>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programmat5678Onayli.pdf>
- Öz, Ö. & Işıksal Bostan, M. (2021). Yedinci sınıf öğrencilerinin istatistiksel süreçlerinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(15), 90-112.
- Özmen, Z. M., & Baki, A. (2019). 5-8. sınıf matematik dersi öğretim programının istatistik okuryazarlığı bağlamında incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(2), 1063-1082. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.603569>
- Özmen, Z. M., Baki, A., Güven, B., Topan, B., Bukova Güzel, E. & Gürbüz, R. (2023). Ortaokul matematik öğretmenlerinin istatistik öğretimlerinin değerlendirilmesi: İhtiyaç analiz çalışması. *Manisa Celal Bayar University Journal of the Faculty of Education*, 11(2), 261-279.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3er ed.). Thousand Oaks. CA: Sage.
- Rossmann, A., Chance, B., & Medina, E. (2006). Some key comparisons between statistics and mathematics and why teachers should care. In G. Burrill & P. C. Elliott (Eds.), *Thinking and reasoning with data and chance* (pp. 323-334). NCTM.

- Budayasa, I. K., & Juniati, D. (2018). An analysis of statistical reasoning process of high school students in solving the statistical problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028, 012125. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1028/1/012125>
- Santos, R., & Ponte, J. P. (2014). Learning and teaching statistical investigations: A case study of a prospective teacher. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9)*. Flagstaff, Arizona, USA: Voorbung, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Schoen, R. C., LaVenja, M., Chicken, E., Razzouk, R., & Kisa, Z. (2019). Increasing secondary-level teachers' knowledge in statistics and probability: Results from a randomized controlled trial of a professional development program. *Cogent Education*, 6(1), 1–26. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2019.1613799>
- Souza, L. O., Lopes, C. E., & Pfannkuch, M. (2015). Collaborative Professional Development for Statistics Teaching: A Case Study of Two Middle-School Mathematics Teachers. *Statistics Education Research Journal*, 14(1), 112-134.
- Toluk Uçar, Z., & Akdoğan, E. N. (2009). 6.-8. sınıf öğrencilerinin ortalama kavramına yüklediği anlamlar. *İlköğretim Online*, 8(2), 391-400.
- Tosun, T., Özen Ünal, D., & Aksu, G. (2023). Ortaokul öğrencilerinin grafik algıları ve grafik oluşturma yeterlikleri: Bir durum çalışması. *Journal of Computer and Education Research*, 11(22), 866-897. <https://doi.org/10.18009/jcer.1344147>
- Turan, Ö., Kaleli Yılmaz, G., & Ezentaş, R. (2023). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin istatistiksel akıl yürütme becerilerinin incelenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 6(2), 617-653. <https://doi.org/10.33400/kuje.1335697>
- Visnovska, J., & Cobb, P. (2019). Supporting shifts in teachers' views of a classroom statistical activity: Problem context in teaching statistics. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(4), 285-305. <https://doi.org/10.1080/10986065.2019.1576003>
- Whitaker, D., & Jacobbe, T. (2017). Students' understanding of bar graphs and histograms: Results from the LOCUS assessments. *Journal of Statistics Education*, 25(2), 90–102. <https://doi.org/10.1080/10691898.2017.1321974>
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265. <https://doi.org/10.2307/1403799>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Zinger, D., Naranjo, A., Gilbertson, N., & Warschauer, M. (2017). A design-based research approach to improving professional development and teacher knowledge: The case of the Smithsonian Learning Lab. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 17(3), 388-410.

Extended Abstract

The statistical investigation process necessitates the ability to formulate a statistical research question, plan data collection accordingly, analyze data, and interpret findings. This process is crucial for individuals to make sense of data and critically evaluate it (Gattuso & Ottaviani, 2011). Consequently, it is essential for mathematics teachers to design learning environments that align with the nature of statistics instruction. However, teachers may approach the learning environment for statistics from a mathematical perspective (Burrill & Biehler, 2011; Rossman et al., 2006; Schoen et al., 2019). In learning environments that do not reflect the nature of statistical instruction, students tend to expect numbers, calculations, and formulas,

seeking a single definitive answer, similar to mathematics (Ben-Zvi & Garfield, 2004). This perspective often leads to discomfort regarding the inherent uncertainty in statistics, the lack of definitive results, and the necessity of interpreting statistical findings (Rossman et al., 2006).

Thus, research is needed to enhance teachers' conceptual understanding of formulating statistical research questions (Arnold & Pfannkuch, 2019) and to help them experience the statistical research process in its entirety (Burgess, 2011). In this context, the aim of this study is to develop methods and tools that support the professional development of middle school mathematics teachers working in a Science and Art Center concerning the statistical research process. The study group consisted of three middle school mathematics teachers employed at a Science and Art Center. The areas requiring support were identified based on the participants' prior experiences with the statistical research process, and objectives were set accordingly. Methods and tools for professional development were then developed in alignment with these objectives, allowing participants to experience the statistical research process first hand. At the conclusion of the study, the developed methods and tools were evaluated.

The developed tools included the introduction of the CODAP program and an instructional design based on the Statistical Technological Pedagogical Knowledge (TPSK) framework (Lee & Hollebrands, 2011), an activity design encompassing all stages of the statistical investigation process, the Student Approaches to Statistical Research (SASI) Framework (Lee & Tran, 2015), poster, and a control form. Data collection instruments consisted of audio and video recordings and field notes from both the participants and the teacher-researcher. The study employed a descriptive analysis method, with data analyzed in accordance with the four stages of the SASI framework (Lee & Tran, 2015) and the components of the TPSK framework (Lee & Hollebrands, 2011). The first author acted as a teacher-researcher, while the participants assumed the role of learners. The teacher-researcher played an active role by collaborating with participants throughout their professional development. The developed toolset was presented to two mathematics education experts, and the tools were refined based on their feedback. The activity and control formats were also piloted with three mathematics teachers who were not part of the primary study.

Findings from individual interviews with teachers revealed that they had limited knowledge of key statistical concepts, such as context and variability in the statistical investigation process. Teachers perceived data collection as merely selecting samples and designing interview questions, while their approaches to data analysis were predominantly calculation-based. Moreover, teachers viewed statistical research primarily as studies involving data collection through surveys or scales and lacked sufficient expertise in utilizing technological tools effectively.

To address these challenges, the professional development study was designed to enable teachers to experience the statistical investigation process through an

experimental approach while integrating technology. In alignment with this goal, the CODAP training program and the Catapult Activity were developed, and statistical investigation process poster and control form were designed to facilitate the systematic engagement of teachers and the teacher-researcher with the statistical investigation process. Findings related to the second research question demonstrated how these tools and methods contributed to teachers' engagement with the statistical research process.

During the CODAP training, teachers gained experience in formulating statistical research questions using pre-existing datasets. Discussions focused on distinguishing between descriptive and comparative research questions, narrowing the scope of inquiry, and defining variables. Teachers engaged in both working with pre-existing datasets and designing their own experiments in the data collection process. While the CODAP training provided technical skills in handling pre-existing datasets and defining variables, the Catapult Activity enabled teachers to engage more deeply with data collection.

Teachers' experiences with data analysis involved utilizing technology within CODAP training and the Catapult Activity, which facilitated decision-making through visual exploration of data distributions. Notably, teachers examined differences between median and arithmetic mean, taking distribution shape into account, and sought to understand the effects of outliers. The tendency of teachers to make contextual generalizations about central tendency measures indicated a shift from merely descriptive use of statistical concepts to deeper conceptual understanding.

Beyond the developed tools, the effectiveness of the professional development study was reinforced by its alignment with teachers' needs, their active participation, engagement in collaborative discussions, and expert guidance provided by the teacher-researcher throughout the process.

In this context, future professional development programs should incorporate similar activities that allow teachers to actively experience the statistical investigation process. Additional guidance should be provided to encourage a stronger focus on experimental data collection process including variable control and sample size. Furthermore, working with different types of distributions could support teachers in better understanding the relationships between standard deviation, mean, and median. Additionally, designing activities that explore how contextual data can be analyzed and interpreted through various statistical measures may contribute to the development of teachers' critical and analytical thinking skills. Such initiatives are expected not only to enhance teachers' comprehension of the statistical investigation process but also to enable them to implement these processes more effectively in their classrooms.