

İstatistik Öğretiminde Kavram Yanılgıları, Pedagojik Stratejiler ve Çözüm Önerileri

Tuğba Tuğ¹

Özet

Bu çalışmanın amacı, bilgi temelli toplumlarda karar alma süreçlerinin merkezinde yer alan istatistiksel okuryazarlık becerisinin önündeki en büyük engellerden biri olan “kavram yanılgılarını” yapısal olarak incelemek; bu yanılgıların kökenlerini ortaya koymak ve giderilmesine yönelik çağdaş pedagojik stratejiler ile çözüm önerileri sunmaktır. Çalışma nitel bir kavramsal analiz ve literatür taraması niteliğindedir. Bu doğrultuda, öğrencilerin deterministik (kesin sonuçlu) matematiksel düşünme biçiminden olasılıksal ve tahmine dayalı istatistiksel düşünme biçimine geçiş sürecinde yaşadıkları bilişsel çatışmalar; Kahneman ve Tversky’nin (1974) “Sezgiselikler”, Konold’un (1989) “Sonuç Odaklı Yaklaşım” ve Shaughnessy’nin (1992) “Değişkenlik” kuramları çerçevesinde ele alınmıştır. Yapılan literatür analizi sonucunda istatistik eğitiminde en sık rastlanan kavram yanılgıları dört ana kategoride tasnif edilmiştir. İstatistik eğitiminde geleneksel ve hesaplama odaklı yöntemlerin, kavramsal derinlik sağlamada ve değişime dirençli yanılgıları gidermede yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu bağlamda çalışmada; Posner ve ark. (1982) tarafından geliştirilen Kavramsal Değişim Modeli uyarınca sınıfta “bilişsel çatışma” yaratılması, soyut kavramların (Merkezi Limit Teoremi vb.) dinamik simülasyonlar ve görselleştirme araçları (R-Shiny, GeoGebra vb.) ile somutlaştırılması ve derslerin gerçek veri setleri üzerine inşa edilmesi gerektiği savunulmaktadır. Ölçme-değerlendirme süreçlerinde ise formül hesaplamalarından ziyade “neden sorgulayan” iki aşamalı tanılayıcı testlerin kullanımı ve eğitimcilere yönelik hizmet içi pedagojik alan bilgisi eğitimlerinin düzenlenmesi önerilmektedir.

1 Dr. Öğr. Ü., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, tugbatug@yyu.edu.tr ORCID: 0000-0002-7197-0747

1.Giriş

Günümüzde bilgi temelli olarak, veriyi anlama, yorumlama ve eleştirel bir süzgeçten geçirme işlemleri olarak tanımlanan istatistiksel okuryazarlık, bireylerin karar alma süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu süreçte özellikle veri, karar alma süreçlerinin merkezinde yer almaktadır. Ancak verinin yalnızca toplanması yeterli değil; bu verinin doğru bir analitik süzgeçten geçirilerek anlamlandırılması da gerekmektedir. Bu noktada istatistiksel okuryazarlık, temel bir beceri olarak kabul edilmektedir (Gal, 2002). İstatistik öğretimi her ne kadar matematiksel temellere dayansa da, matematikten farklı olarak “belirsizlik” ve “bağlam” değişkenlerini içerir. Bu durum, öğrencilerin kesin sonuçlu matematiksel düşünme biçiminden, olasılıksal ve tahmine yönelik düşünmelerini gerekli kılar.

İstatistik eğitimi süreci, yalnızca formüllerin ezberlenmesi veya hesaplama becerilerinin geliştirilmesi olarak görüldüğünde, öğrencilerin kavramsal derinliği yakalaması zorlaşmaktadır. Bu durumun en belirgin çıktısı ise literatürde sıklıkla vurgulanan kavram yanılgılarıdır. İstatistik eğitiminde bu yanılgılar basit bilgi eksikliklerinden farklıdır; genellikle bireyin günlük yaşamdaki sezgisel çıkarımlarından veya istatistiksel terimlerin günlük dildeki karşılıklarından beslenirler. İstatistiksel kavram yanılgıları, bir bireyin bir kavram hakkında sahip olduğu, bilimsel gerçeklerle çelişen ve genellikle yeni öğrenmelerin önünde engel teşkil eden dirençli zihinsel yapılardır. (Smith ve ark., 1993). İstatistik eğitiminde kavram yanılgıları, genellikle öğrencilerin matematiksel kesinlik arayışı ile istatistiğin olasılıksal doğası arasındaki çatışmadan doğar. Bu yanılgılar rastgele hatalar değil, bireyin zihninde yapılandığı hatalı mantıksal çıkarımlardan oluşur.

İstatistiksel kavram yanılgıları üzerine yapılan çalışmalar, öğrencilerin sezgisel düşünme biçimlerinin genellikle bilimsel olasılık ve istatistik kurallarıyla çatıştığını göstermektedir. Öğrencilerin belirsizlik durumunda sezgisel kısa yollara başvurduğu belirtmiştir (Kahneman ve Tversky, 1974). Benzer şekilde Konold (1989), araştırmasında, öğrencilerin olasılığı bir belirsizlik ölçüsü yerine sonuç odaklı bir yaklaşım ile çözüm aracı olarak gördükleri konusunda bilgiler elde etmiştir. Shaughnessy (1992) ise yaptığı çalışmalarda öğrencilerin merkezi eğilim ölçülerini hesaplamada başarılı olsalar da, verinin değişkenliği kavramakta zorlandıklarını vurgulamaktadır. İstatistik eğitiminde, genellikle matematiksel kesinlik arayan öğrencilerin, belirsizlik ve değişkenlik içeren olasılıksal düşünme biçimine uyum sağlayamaması nedeniyle pek çok kavram yanılgısının varlığı görülmektedir. Temelde belirsizlik ve değişkenlik kavramlarını üzerine kurulu bir tahminleme yöntemine odaklandığından dolayı

deterministik bir yapıya alışkın olan öğrenciler için bilişsel olarak zorlandıkları bir konu haline gelmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, kavram yanlışlarının sadece bilişsel değil, duyuşsal boyutları olduğunu da göstermektedir. “istatistik kaygısı” yüksek olan öğrencilerin, belirsizlikle başa çıkamadıkları için daha fazla sezgisel kısa yola başvurdukları ve dolayısıyla kavram yanlışlarına daha yatkın olduklarını saptanmıştır (Onwuegbuzie ve Wilson, 2003). Bu durum, eğitimcilerin ne öğreteceklerine değil nasıl öğreteceklerine de odaklanmaları gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmada, istatistik eğitiminde karşılaşılan temel kavram yanlışları, bu yanlışların kökenleri ve istatistiksel kavram yanlışlarının giderilmesinde pedagojik stratejilerin neler olabileceği konusunda bilgi verilmiştir. İstatistik öğretimindeki zorlukların sadece pedagojik yöntemlerle değil, aynı zamanda öğrencilerin kökleşmiş sezgisel düşünceleriyle de ilgili olduğu açıklanmış ve bu yanlışların nasıl belirlenebileceği ve ne tür yöntemlerle giderileceği konusunda bilgi verilmiştir.

2. Temel Kavram Yanlışları ve Analizi

İstatistik eğitiminde en sık rastlanan temel kavram yanlışları; Betimsel İstatistik Yanlışları, Olasılık Yanlışları, Örneklem Yanlışları ve Çıkarımsal İstatistik Yanlışları olmak üzere dört ana başlıkta toplanmıştır (Gigerenzer, 2004).

2.1. Betimsel İstatistik ve Veri Dağılımı Yanlışları

Ortalamayı her zaman “en çok tekrar eden değer” sanmak veya standart sapmayı bir “ölçüm hatası” olarak algılamaktan kaynaklı oluşan bir kavram yanlışsıdır. İstatistik eğitiminin başlangıç seviyelerinde ortalama, medyan ve mod kavramları teknik olarak öğrenilse de, bu değerlerin veri setinin bütününe dair sunduğu temsil gücü genellikle göz ardı edilmektedir. Öğrencilerin genel olarak merkezi eğilim ölçülerini hesaplayabildikleri halde, verideki değişkenliği anlamlandırmakta zorlanmaktadır (Shaughnessy 1992). Özellikle standart sapma kavramı, öğrenciler tarafından sıklıkla “bir formül yığını” olarak görülmekte, verinin yayılımını ifade eden bir gösterge olarak düşünülmemektedir. Öğrenciler genellikle aritmetik ortalamayı veri setinin tek başına bir özeti olarak görmekte, ancak iki farklı veri setinin ortalamaları aynı olsa bile dağılımlarının ne kadar farklı olabileceğini analiz edememektedirler.

Öğrenciler genellikle merkezi eğilim ölçülerini (ortalama, medyan) hesaplayabilseler de, bu değerlerin neyi temsil ettiğini anlamlandırmakta

zorlanırlar. Bu durumlarda ortalamayı mod olarak algılamak, standart sapma veya varyansı ihmal etmek gibi hatalar yapabilirler

- **Ortalamayı Mod ile Karıştırmak:** Öğrenciler ortalamayı her zaman veri setindeki en yaygın değer (mod) gibi algılama eğilimindedir. Özellikle çarpık dağılımlarda ortalamanın uç değerlerden etkilendiğini ve veriyi temsil etme yeteneğinin azaldığını göz ardı ederler.
- **Değişkenliği İhmal Etmek:** İki farklı veri setinin ortalaması aynı olduğunda, bu iki setin “aynı” olduğunu düşünme eğilimi yaygındır. Standart sapma ve varyans gibi yayılım ölçülerini verinin analizinde etkili olan önemli unsurlar olarak görmek yerine, sadece karmaşık formüller olarak algırlarlar.

2.2. Olasılık ve Rastgelelik Yanılgıları

Rastgelelik, insan zihni için sezgisel olarak kavranması en zor kavramlardan biridir.

Bu tür kavram yanılgılarında öğrenciler, olasılık sorularını yanıtlamaya çalışırken “sonuç odaklı yaklaşım” sergileyebilmektedir (Konold, 1989). Bu yaklaşımda bireyler, bir olayın olasılığını tahmin etmek yerine, belirli bir denemede ne olacağını kesin olarak bilmeye çalışmaktadırlar. Örneğin, bir madeni paranın tura gelme olasılığı %50’dir denildiğinde, öğrenci bunu “bir sonraki atış kesin tura gelecek” şeklinde yorumlayabilmektedir.

Bu alanda yapılan çalışmalar, Daniel Kahneman ve Amos Tversky tarafından ortaya atılan “sezgisellikler” kavramına dayanmaktadır. Tversky ve Kahneman (1974), bireylerin belirsizlik durumunda karar verirken “temsiliyet sezgiselliğini” kullandıklarını saptamıştır. Bu yanılgıya göre öğrenciler, küçük bir örneklemin ana kütleinin tüm özelliklerini yansıtmaması gerektiğini düşünürler. Örneğin, bir madeni paranın 6 kez atılması sonucunda “YTYTYY” dizisinin, “YYTYYT” dizisinden daha “rastgele” ve dolayısıyla daha olası olduğuna dair yanlış bir inanç beslerler. Oysa her iki dizinin gerçekleşme olasılığı matematiksel olarak eşittir.

Konold (1989) tarafından yürütülen nitel araştırmalar, öğrencilerin olasılık sorularına yaklaşırken bilimsel olasılık modelleri yerine “sonuç odaklı yaklaşım” sergilediklerini göstermiştir. Bu yaklaşıma sahip öğrenciler, olasılığı bir olayın, tek bir denemenin sonucunu tahmin etme girişimi olarak görürler.

İstatistik öğretimi üzerine yapılan akademik çalışmalar, kavram yanılgılarının rastgele hatalar olmadığını, aksine belirli bilişsel mekanizmaların sonucu olduğunu ortaya koymaktadır. Rastgelelik yanılgısı, Kumarbaz Yanılgısı, Temsiliyet Sezgiselliği ve Sonuç Odaklı Yaklaşımlar olarak maddelenmiştir.

- **Kumarbaz Yanılgısı:** Bir olayın geçmişte sık gerçekleşmiş olmasının, gelecekte gerçekleşme olasılığını azaltacağını düşünmektir. Örneğin, üst üste 5 kez tura gelen bir paranın bir sonraki atışta “yazı gelme ihtimalinin arttığına” inanmak. Oysa her atış bağımsız bir olaydır.
- **Temsiliyet Sezgiselliği:** Küçük bir örneğin, içinde çekildiği ana kütleyi (popülasyonu) her açıdan mükemmel bir şekilde temsil etmesi gerektiğini düşünmektir.
- **Sonuç Odaklı Yaklaşım:** Olasılığı bir belirsizlik ölçüsü değil, bir “tahmin aracı” olarak görmek. %70 yağmur ihtimali verildiğinde yağmur yağmazsa, tahminin “yanlış” olduğunu iddia etmek bu yanılgının sonucudur.

2.3. Örneklem ve Örneklem Dağılımı Yanılgıları

Örneklem kuramı, istatistiğin en soyut ve dolayısıyla yanılgıya en açık alanlarından biridir. Bireyler, küçük bir örneklemin popülasyonu mükemmel şekilde temsil edeceğine dair yanlış bir inanca sahiptir (Tversky ve Kahneman, 1974). Örneklem dağılımları üzerine yapılan çalışmalar, öğrencilerin örneklem büyüklüğü ile örnekleme hatası arasındaki ters ilişkiyi kavramakta zorlandıklarını göstermektedir. Castro Sotos ve ark. (2007) tarafından yapılan kapsamlı çalışmada, üniversite düzeyindeki öğrencilerin bile “Merkezi Limit Teoremi”ni yanlış yorumladığını ortaya konulmuştur. Pek çok öğrenci, örneklem büyüklüğü arttıkça orijinal popülasyon dağılımının normale yaklaşacağını düşünmüştür; oysa normale yaklaşan popülasyonun kendisi değil, örneklem ortalamalarının dağılımı olduğunu göz ardı etmiştir. Öğrenciler, örneklem büyüklüğü arttıkça örnekleme dağılımının standart hatasındaki azalmayı kavramakta güçlük çekmiştir.

Örneklem ve örneklem dağılımı, istatistiğin en soyut kısmı olduğu için kavram yanılgılarının en yoğun olduğu alandır. Bu alanda yapılan hatalar ve nedenleri maddelenmiştir.

- **Küçük Sayılar Yasasına İnanış:** Büyük Sayılar Yasası’nın (örneklem büyüdükçe parametreye yaklaşma) aksine, çok küçük örneklemelerden elde edilen sonuçların genel geçer olduğuna ve popülasyonu yansıttığına dair aşırı güven duymaktır.
- **Örneklem Büyüklüğü ve Varyasyon İlişkisi:** Birçok öğrenci, örneklem büyüklüğü arttıkça örnekleme dağılımının standart hatasının küçüleceğini ve tahminin hassaslaşacağını kavramakta güçlük çeker.

2.4. İstatistiksel Çıkarım (p-değeri ve Hipotez) Yanılgıları

İleri düzey istatistik öğretiminde p-değeri, en çok yanlış anlaşılan kavramlar listesinin başında yer almaktadır. İleri düzey istatistiksel çıkarımlarda, p-değeri ve güven aralıkları karşılaşılan en yoğun yanılgılardır, p-değerinin sıklıkla “sıfır hipotezinin (H_0) doğru olma olasılığı” veya “araştırma sonuçlarının şans eseri çıkma olasılığı” şeklinde yanlış yorumlandığı saptanmıştır. p-değerinin yanlış yorumlanmasını akademisyenlerin dahi $p < 0.05$ sonucunu “sıfır hipotezinin yanlış olma olasılığı” şeklinde hatalı yorumladıkları tespit edilmiştir (Gigerenzer, 2004). Bu yanılgı, istatistiksel analizin ve raporlanmasının yanlış olmasına neden olan bir problemdir. Benzer şekilde, Cumming ve Finch (2005), güven aralıklarının bir parametrenin %95 olasılıkla içinde bulunduğu aralık olarak değil, hatalı bir şekilde “gelecekteki örneklem ortalamalarının %95’inin düşeceği aralık” olarak algılandığını rapor etmiştir.

Akademik düzeyde bile en çok hata yapılan İstatistiksel Çıkarım Yanılgıları, p- değerini yanlış yorumlamak ve anlamlılığın önem ile eş tutulması olarak maddelenmiştir.

- **p-değerini Yanlış Yorumlamak:** p-değerini “Sıfır hipotezinin yanlış olma olasılığı” veya “Araştırma sonucunun şans eseri çıkma olasılığı” olarak düşünmek.
- **Anlamlılık Eşittir Önem:** “İstatistiksel olarak anlamlı” ($p < 0.05$) çıkan bir sonucun mutlaka her durumda “çok önemli” olduğunu düşünmek. Etki büyüklüğü kavramının göz ardı edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Bu kavram yanılgılarının çoğu, öğrencilerin veriye statik bir sayı olarak bakmasından kaynaklanır. Oysa istatistik, veriye dinamik bir değişkenlik penceresinden bakmayı gerektirir.

3. İstatistiksel Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Pedagojik Stratejiler

İstatistiksel kavram yanılgıları, öğrencinin zihnine basit bir bilgi eksikliği olarak değil, hatalı bir inanç sistemi olarak yerleştiği için, bu yanılgıları sadece doğru bilgiyi anlatarak düzeltmek genellikle mümkün olmamaktadır.

3.1. Kavramsal Değişim Metinleri ve Bilişsel Çatışma

Posner ve arkadaşları (1982) tarafından geliştirilen Kavramsal Değişim Modelinde, yanılgıların giderilmesinde sadece bilgi aktarımının yeterli olmadığı, öğrencinin mevcut bulunan yanlış bilgiyi çelişkili bulup yöntem değiştirmesi için şu dört koşulun sağlanması gerektiğini savunur: Öğrenciler mevcut kavramdan rahatsızlık duyması, yeni kavramın anlaşılır olması, yeni

kavramın mantıklı görünmesi ve yeni kavramın gelecekteki problemleri çözmeye verimli olması. Burada öğrenciler, kendi sezgisel tahminlerinin gerçek verilerle çeliştiğini görmelidir.

Öğrencilerin sahip olduğu yanlış inancı düzeltmek için en etkili yol, bu inancın işe yaramadığı veya yanlış sonuç verdiği bir durumla onları yüzleştirmektir.

- **Uygulama:** Öğretmen, sınıfa “Bir madeni para 5 kez tura geldiye, 6. atışta ne gelmesini beklersiniz?” sorusunu sorar. “Yazı gelme ihtimali arttı” (Kumarbaz Yanılgısı) diyen öğrencilerle, paranın bir hafızası olup olmadığını tartışarak bu sezginin matematiksel imkansızlığını kanıtlar. Burada amaç, öğrencinin kendi mantığındaki tutarsızlığı fark etmesini sağlamaktır.

İstatistik öğretiminde bilişsel çatışma yaratmak, öğrencinin kendi sezgisel hatalarıyla yüzleşmesini sağlar.

- **Uygulama:** Öğretmen, öğrencilerin yanılgılarını gidermek için p- değeri ile ilgili soru sorduğunda “Pek çok öğrenci, $p < 0.05$ sonucunun, araştırma hipotezinin %95 olasılıkla doğru olduğu anlamına geldiğini düşünür.” Ancak p-değeri hipotezin doğruluğunu değil, sıfır hipotezi doğrulukta elde edilen verilerin ne kadar alışılmadık olduğunu ölçer. Koşullu olasılık üzerinden p-değerinin matematiksel tanımı ile yanılgı arasındaki fark netleştirilir.

3.2. Dinamik Simülasyonlar ve Görselleştirme

İstatistiksel kavramlar soyutlaştıkça öğrencilerin bu kavramları zihinlerinde canlandırması zorlaşmaktadır. Teknoloji destekli öğretimin öğrencilere “n” sayısı değiştikçe dağılımın nasıl normale yaklaştığını anlık olarak gözleme fırsatı sunduğu dinamik simülasyonların kullanımı, Merkezi Limit Teoremi gibi soyut kavramların görselleştirilmesini sağlamaktadır (Chance ve Rossman 2001).

Örnekleme dağılımları konusundaki yanılgıları gidermek için dinamik yazılımların (Fathom, Tinkerplots veya R-Shiny uygulamaları) kullanımı önerilmektedir. Teknoloji destekli öğretimde, öğrenci; örneklem büyüklüğünü değiştirdiğinde, örnekleme dağılımının standart hatasının (yayılımının) nasıl daraldığını anlık olarak gözlemleyebilir. Bu görsel geri bildirim, formül ezberlemenin ötesinde bir “sezgisel doğruluk” sağlar.

İstatistik eğitiminde en büyük hata, doğrudan formüllere boğulmaktır. Öğrenciler formül hesaplamayı öğrendiklerinde konuyu anladıklarını sanırlar, ancak sonucun ne anlama geldiğini açıklayamazlar.

- **Uygulama:** Öğretmen sınıfta standart sapmayı hesaplatmadan önce, öğrencilere iki farklı veri dağılımının grafiğini gösterip “Hangi sınıftaki notlar daha heterojendir?” diye sorarak standart sapmanın ortalamalar üzerinde etkilerini görmelerini sağlar. Teknolojiyi de kullanarak R-Shiny, GeoGebra veya Fathom gibi araçlarla simülasyonlar yapar. Örneğin; örneklem büyüklüğü arttıkça, örnekleme dağılımının nasıl daraldığını bir kaydırıcı ile anlık olarak öğrencilere izletir ve örneklem büyüklüğünün artmasının dağılıma etkisini görsel olarak gösterimini sağlar.

3.3. Bağlamsal Öğrenme ve “Gereksiz Veri” Yanılgısı

Öğrenciler genellikle istatistik sorularını sadece sayılar üzerinden çözmeye odaklanırlar. Oysa bağlam, istatistiksel düşünmenin ayrılmaz bir parçasıdır Gal (2002). Kavram yanılgılarını gidermek için günlük yaşamdan veriler kullanıldığında, öğrenci “aykırı değerlerin” sadece birer sayı olmadığını, bir ölçüm hatası veya nadir bir doğa olayı olabileceğini anlar. Bu da aritmetik ortalamasının aykırı değerlere karşı duyarlılığını kavramasını kolaylaştırır.

İstatistiksel kavram yanılgıları oldukça dirençli yapılarıdır; çünkü bu yanılgılar genellikle öğrencilerin günlük hayatta kullandıkları “sezgisel mantık” ile beslenir. Öğretmenlerin bu yanılgıları kırmak için sadece bilgi aktaran bir “anlatıcı” konumundan çıkıp, öğrencilerin zihinsel şemalarını yeniden yapılandıran bir “rehber” konumuna geçmeleri gerekir.

İstatistiği öğrencinin gözünde soyut sayılar kümesi olmaktan çıkarıp somut veriler üzerinden değerlendirmek gerekir. Gereksiz verilerle yapılan dersler kavram yanılgısını artırır.

- **Uygulama:** Öğretmen öğrencilere sadece “ortalama bulun” demek yerine, “Bir şirkette 10 işçi asgari ücret alırken patronun maaşı çok yüksektir. Burada ortalama maaş bizi yanıltır mı?” gibi bağlamsal sorular sorar. Bu soru ile, öğrencilerin aykırı değerlerin aritmetik ortalama üzerindeki bozucu etkisini anlamalarını sağlar.

4. İstatistiksel Kavram Yanılgılarını Gidermeye Yönelik Öneriler

İstatistik öğretiminde eğitimciler, prosedürel hesaplamalardan ziyade öğrencilerin kavramsal olarak anlamasına odaklanmalıdır. Öğretmenler, derslerinde öğrencileri formül ezberlemeye değil, verinin bağlamını yorumlamaya teşvik etmelidir. İstatistiksel terimlerin (anlamlılık, sapma, varyans) günlük dildeki karşılıkları ile bilimsel anlamları arasındaki farkı netleştirmelidir.

İstatistik eğitiminin niteliğini artırmak ve kavram yanlışlarını minimize etmek amacıyla eğitimciler ve program geliştiricilere yönelik sunulabilecek öneriler mevcuttur.

4.1. Pedagojik Yaklaşım Önerileri

- **Kavram Odaklı Öğretim:** Ders tasarımları formüllerden ziyade kavramlar üzerine inşa edilebilir. Bir konuya başlarken “Nasıl hesaplanır?” sorusundan önce “Bu değer bize ne anlatır?” sorusu sınıfta tartışılabilir.
- **Hataları Fırsata Çevirme:** Sınıf ortamında yaygın kavram yanlışları birer “öğrenme fırsatı” olarak görülmelidir. Yanlış cevaplar üzerinden yapılan tartışmalar, doğru cevabın doğrudan verilmesinden daha kalıcı öğrenme sağlar.

4.2. Araç ve Yöntem Önerileri

- **Dinamik Simülasyon Kullanımı:** Özellikle Merkezi Limit Teoremi ve Örneklem Dağılımı gibi soyut konuların öğretiminde, öğrencilerin parametrelerle oynayabileceği dijital simülasyon araçları (R-Shiny, GeoGebra vb.) müfredata entegre edilebilir.
- **Gerçek Veri Setleri:** Öğrencilerin ilgi alanlarına hitap eden (sosyal medya analitiği, iklim değişikliği, spor istatistikleri vb.) güncel ve gerçek veri setleri kullanılarak öğrencinin ilgisi artırılabilir.

4.3. Ölçme ve Değerlendirme Önerileri

- **Neden Sorgulayan Sorular:** Sınavlarda sadece işlem gerektiren sorular yerine, elde edilen sonucun yorumlanmasını isteyen veya belirli bir kavram yanlışını içeren senaryolar üzerinden “Neden böyle düşünüyorsun?” şeklinde açık uçlu sorulara yer verilebilir.
- **Tanılayıcı Testler:** Öğretim sürecinin başında öğrencilerin ön bilgilerini ve olası yanlışlarını tespit etmek için “İki Aşamalı Tanılayıcı Testler” kullanılabilir.

4.4. Hizmet İçi Eğitimler

- Öğretmenlerin ve akademisyenlerin de istatistiksel kavram yanlışlarına sahip olabileceği yapılan çalışmalarda dile getirilmiştir. Bu nedenle, eğitimciler için istatistiksel okuryazarlık ve pedagojik alan bilgisi üzerine çeşitli hizmet içi eğitimler ve atölye çalışmaları düzenlenebilir.

5.Sonuç

İstatistik öğretimi üzerine yapılan çalışmalar ve kavramsal analizler, bu disiplinin sadece matematiksel bir alt dal değil, kendine özgü bilişsel süreçleri ve bariyerleri olan bir düşünme biçimi olduğunu ortaya koymaktadır.

İstatistikte öğrencinin hesaplama becerisi, kavramsal olarak anladığını garanti edemez. Öğrencilerin standart sapma veya p-değerini hatasız hesaplayabilmeleri, bu değerlerin temsil ettiği değişkenliği veya olasılıksal çıkarımı içselleştirdikleri anlamına gelmemektedir. İstatistiksel kavram yanılgıları değişime dirençli unsurlardır. Geleneksel “anlatım” yöntemi, öğrencilerin sezgisel hatalarını gidermekte yetersiz kalmaktadır. Bu yanılgılar ancak öğrencinin kendi mantığıyla çeliştiği “bilişsel çatışma” anlarında esneyebilmektedir. Bunların dışında öğrenci veri setindeki bağlamdan koptuğunda istatistik öğrenci için sadece anlamsız sayılar yığınına dönüşmekte bu da öğrencilerin “aykırı değer” gibi kavramları yanlış yorumlamasına veya anlamlandıramamasına neden olmaktadır.

İstatistik öğretiminin önündeki en büyük engellerden biri olarak kabul edilen ve “doğru bilinen yanlışlar” olarak da nitelendirilebilen kavram yanılgılarının giderilmeye çalışması sonucu;

- Öğrencilerin sezgisel hatalarının farkına varmaları sağlanır,
- Ezbere dayalı formüller yerine teknolojik görselleştirmelere yer verilir,
- İstatistiği matematiksel bir hesaplama rutininden çıkararak bir veri okuryazarlığı disiplinine dönüşümü sağlanır.

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, istatistik eğitiminin sadece formül uygulamaya odaklanması yetersizdir. Kavramsal yanılgıların giderilmesine yönelik kavramsal değişimi sağlayacak pedagojik yaklaşımlar ve öğretmenin rolü kaçınılmazdır.

Kaynakça

- Castro Sotos, A. E., Vanhoof, S., Van den Noortgate, W., & Onghena, P. (2007). Students' misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2(2), 98-113.
- Chance, B. L., & Rossman, A. J. (2001). Sequencing Topics in Introductory Statistics: A Debate on What to Teach When. *The American Statistician*.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Gigerenzer, G. (2004). Mindless statistics. *The Journal of Socio-Economics*, 33(5), 587-606.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgment of representativeness. *Cognitive Psychology*, 3(3), 430-454.
- Konold, C. (1989). Informal conceptions of probability. *Cognition and Instruction*, 6(1), 59-98.
- Onwuegbuzie, A. J., & Wilson, V. A. (2003). Statistics Anxiety: Nature, etiology, antecedents, effects, and correlates. *Teaching in Higher Education*, 8(2), 195-209.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Shaughnessy, J. M. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 465-494.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131.

