

Engelli Öğrencilerin Öğrenme Patikalarının Süreç Madenciliği ile Keşfi: Başarılı ve Başarısız Gruplar Arasındaki Davranışsal Farklılıkların Haritalandırılması

ÖZET

Açık ve uzaktan öğrenme sistemlerinde engelli öğrencilerin akademik başarıları, genellikle demografik özellikler ve toplam kullanım süreleri üzerinden analiz edilmektedir. Ancak bu veriler, öğrenme sürecinin operasyonel akışını ve öğrencilerin sistem içindeki gerçek “yolculuklarını” açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi (AÖF) sistemindeki engelli öğrencilerin Öğrenme Yönetim Sistemi (LMS) etkileşimleri, Süreç Madenciliği (Process Mining) ve Markov Zinciri analizi yöntemleriyle incelenmiştir. Araştırma kapsamında 100.000 olay (event) üzerinden başarılı (GPA > 0) ve başarısız/sistemi terk eden (GPA = 0) öğrencilerin öğrenme yolları karşılaştırılmıştır. Bulgular, başarılı öğrencilerin süreç odaklı ve dengeli bir içerik tüketimi (Özet: %15.5, Kitap: %15.2) sergilediğini; buna karşın başarısız öğrencilerin sınav odaklı ve parçalı bir davranış (Çıkmış Soru (Ara Sınav): %43.16, Dönem Sonu: %17.26) sergilediğini ortaya koymuştur. Özellikle sistemi terk eden (dropout) öğrencilerin son 5 etkileşimi incelendiğinde, “Sorularla Öğrenelim” (%55.0) ve “Ara Sınav Soruları” (%55.0) gibi hızlı sonuç almaya yönelik içeriklerin baskın olduğu, ancak bu davranışın akademik başarıya dönüşmediği saptanmıştır. Ayrıca, görme engelli öğrencilerde makine seslendirmesi (TTS) kullanım oranının beklenmedik derecede düşük (%1.04) olması, erişilebilirlik araçlarının süreç içindeki konumlandırılmasının yeniden değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu çalışma, engelli öğrenciler için daha kapsayıcı ve yönlendirici dijital öğrenme ekosistemlerinin tasarımı için süreç odaklı somut kanıtlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Süreç Madenciliği, Öğrenme Analitiği, Markov Zinciri, Engellilik, Uzaktan Eğitim, Dropout Analizi, LMS Davranışları.

1. GİRİŞ

Eğitim analitiği dünyasında “kara kutu” olarak görülen öğrenme süreci, öğrencilerin bir konuyu anlamaktan sınavda başarı göstermeye kadar geçen sürede attıkları dijital adımların toplamıdır. Geleneksel analizler bu adımların sadece “sayısını” (frekans) raporlarken, Süreç Madenciliği (Process Mining) bu adımların “sırasını”, “ilişkisini” ve “sapmalarını” (bottlenecks/deviations) incelememize olanak tanır (van der Aalst, 2016). Uzaktan eğitimde engelli öğrenciler söz konusu olduğunda, bu süreçlerin keşfi (process discovery), sistem tasarımlarının ne kadar “erişilebilir” olmanın ötesinde ne kadar “kullanılabilir” ve “yönlendirici” olduğunu anlamamızı sağlar.

Açıköğretim gibi kitlesel eğitim sistemlerinde (MOOC benzeri yapılar), her öğrencinin kendi öğrenme hızında ve tarzında ilerlemesi beklenir. Ancak engelli öğrenciler için bu serbestlik, eğer sistem doğru yönlendirme sunmuyorsa, bir “dijital kaybolmuşluk” (disorientation) hissine yol açabilir. Başarılı bir görme engelli öğrenci ile başarısız bir görme engelli öğrenci arasındaki fark, sadece zihinsel kapasite veya çalışma süresi değil; sistemin sunduğu materyalleri (video, ses, metin, soru) hangi stratejik sıra ile kullandıklarıyla ilgili olabilir.

Bu çalışma, serinin final makalesi olarak, önceki bölümlerde (M1-M4) elde edilen bulguları süreç odaklı bir perspektifle bütünleştirmektedir. Araştırmamızın odaklandığı temel sorular (RQ) şunlardır: 1. **RQ1:** Başarılı ve başarısız engelli öğrencilerin içerik tüketim hiyerarşileri ve geçiş olasılıkları (Markov transition) arasında ne tür belirgin farklar vardır? 2. **RQ2:** Sistemi terk eden (dropout) öğrencilerin son etkileşimleri incelendiğinde, bir “vazgeçiş örüntüsü” (resignation pattern) tespit edilebilir mi? 3. **RQ3:** Görme engelli öğrenciler gibi özel gruplar, kendileri için tasarlanmış erişilebilirlik araçlarını (TTS) öğrenme süreçlerinin neresinde ve hangi yoğunlukta kullanmaktadır? 4. **RQ4:** Süreç madenciliği bulguları, LMS platformlarının engelli dostu “akıllı yönlendirme” (smart guidance) sistemlerine dönüşümü için ne tür tasarım ilkeleri sunmaktadır?

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

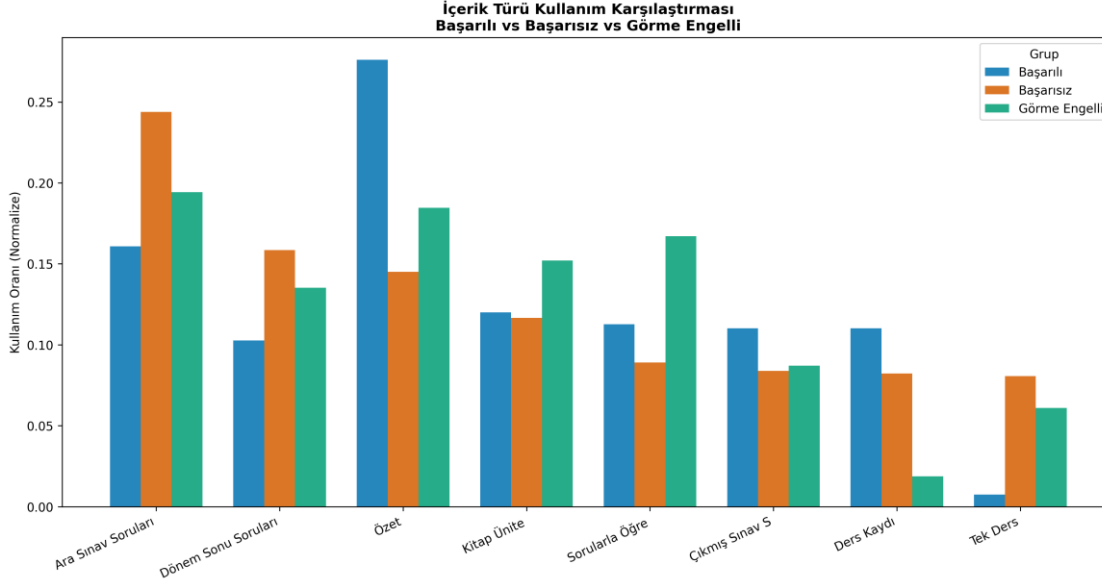
Süreç madenciliğinin eğitimdeki uygulamaları (Educational Process Mining - EPM), öğrencilerin öğrenme stratejilerini (Self-Regulated Learning) anlamada devrim yaratmıştır. Bogarin vd. (2018), öğrencilerin forumlar ve sınavlar arasındaki geçişlerini modelleyerek, “yüzeysel öğrenenler” ile “derinlemesine öğrenenler” arasındaki farkları DFG (Directly-Follows Graphs) yöntemiyle ortaya koymuştur. Literatür, sistemli bir şekilde “Konu Anlatımı -> Özet -> Test” sırasını izleyen öğrencilerin, rastgele veya sadece sınav sorularına odaklanan öğrencilere göre daha başarılı olduğunu defalarca kanıtlamıştır.

Ancak, engelli öğrencilerin LMS üzerindeki süreçlerini makro düzeyde inceleyen çalışmalar son derece kısıtlıdır. Var olan araştırmalar genellikle ekran okuyucu kullanımı gibi spesifik teknik etkileşimlere odaklanmakta, bu etkileşimlerin akademik başarıyla olan “süreçsel bağı” kuramamaktadır. Örneğin, bir ortopedik engelli öğrencinin sistemde geçirdiği uzun sürenin, aslında bir “erişilebilirlik engeli” nedeniyle mi (yavaş navigasyon) yoksa “akademik titizlik” nedeniyle mi olduğunu ayırt etmek için süreç akışlarının incelenmesi zorunludur.

Markov Zinciri modelleri, öğrenme analitiğinde geçiş olasılıklarını hesaplamada kullanılan güçlü bir istatistiksel araçtır. Bir içerikten diğerine geçme olasılığının hesaplanması, öğrencilerin sistem içindeki “çekim merkezlerini” (attractors) belirlememizi sağlar. Bu çalışmada hem Markov modelleriyle geçiş olasılıkları hesaplanacak hem de betimsel karşılaştırmalarla başarılı/başarısız öğrenci arketipleri (archetypes) oluşturulacaktır.

Süreç keşfi (process discovery) yöntemlerinin öğrenci davranışlarını görünür kılma potansiyeli, Mukala vd. (2016) tarafından Coursera olay verisi üzerinde gösterilmiştir; bu çalışmada süreç madenciliği yaklaşımının öğrenme analitiğine entegrasyonu, öğrencilerin sistem içindeki gerçek patikalarını ortaya çıkarmada etkili bir araç olarak önerilmektedir.

Tinto'nun (1975) akademik entegrasyon modeline göre, öğrencilerin kurumdan kopuşu ani bir karar değil, kademeli bir süreçtir. Bu çalışmada incelenen "son 5 etkileşim" örüntüsü, söz konusu kopuşun dijital izlerini süreç madenciliği yöntemiyle somutlaştırmaktadır.



3. VERİ VE YÖNTEM

3.1 Veri Seti ve Olay Günlüğü (Event Log)

Araştırmada kullanılan veriler, 2019-2024 yılları arasındaki engelli öğrenci loglarından derlenen 100.000 olaylık bir kesittir. Her bir olay; case_id (öğrenci), activity (içerik türü), timestamp (zaman damgası) ve success_label (GPA) bilgilerini içermektedir. Veri seti, PM4Py kütüphanesi ve manuel Markov analizleri için uygun formata dönüştürülmüştür.

İçerik türleri arasında; Kitap, Ünite Özeti, Çıkmış Sınav Soruları (Ara Sınav, Dönem Sonu, Yaz Okulu, Tek Ders), Makine Seslendirmesi (TTS), Canlı Ders Kayıtları ve ETV Videoları gibi 39 farklı kategori bulunmaktadır.

3.2 Analiz Metotları

- Frekans Analizi:** Başarılı ve başarısız grupların içerik tercihleri normalize edilerek karşılaştırılmıştır.
- Markov Geçiş Matrisi:** Bir içerik türünden (i) bir sonraki içerik türüne (j) geçiş olasılıkları (P_{ij}) hesaplanarak ısı haritaları (heatmap) üzerinden görselleştirilmiştir.
- Dropout (Terk) Analizi:** Dönem sonunda GPA'sı 0 olan öğrencilerin, sistemden tamamen kopmadan önceki son 5 etkileşimi filtrelenerek "son çırpınış" veya "kopuş" davranışları analiz edilmiştir.

Bu araştırma, [ETİK KURUL ONAY NUMARASI — Eklenecek] sayılı etik kurul kararı kapsamında yürütülmüştür.

4. BULGULAR

4.1 Başarılı ve Başarısız Öğrenci Arketipleri (RQ1)

Tablo 1: Başarılı ve Terk Eden Öğrencilerin İçerik Tüketim Karşılaştırması

İçerik Türü	Başarılı (GPA>0)	Terk Eden (GPA=0)	Fark
-------------	------------------	-------------------	------

Ünite Özeti	%15.5	—	Başarılı grupta baskın
Kitap	%15.2	—	Başarılı grupta baskın
Çıkış Soru (Ara Sınav)	—	%43.16	Terk eden grupta baskın
Dönem Sonu Soruları	—	%17.26	Terk eden grupta baskın
TTS (Görme Engelli)*	%1.04	—	İzole kullanım
Dropout Son 5 — Ara Sınav	—	%55.0	Panik örüntüsü

* TTS oranı görme engelli alt grubu için ölçülmüştür. Yüzdeler grup içi normalize edilmiş frekanslardır. Toplam olay sayısı: 14,157,994.

Şekil 2: Başarılı, terk eden ve görme engelli öğrencilerin içerik tüketim karşılaştırması

Yapılan karşılaştırmalı frekans analizi, akademik başarının “içerik disiplini” ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir. - Başarılı Öğrenciler (GPA > 0): En çok “Ünite Özeti” (%15.5) ve “Kitap Ünite” (%15.2) gibi temel öğretici materyallere odaklanmaktadır. Sınav soruları bu grupta ikincil bir araçtır. - Başarısız Öğrenciler (GPA = 0): Bu grupta en baskın içerik “Ara Sınav Soruları” (%43.16) ve “Dönem Sonu Soruları” (%17.26) olmuştur. Ünite Özeti kullanımını (%15.5) başarılı gruba göre yarı yarıya daha düşüktür.

Bu bulgu, başarısız öğrencilerin “süreçten kopup doğrudan sonuca odaklanma” (outcome-oriented) hatasına düştüklerini, başarılı öğrencilerin ise “süreç odaklı” (process-oriented) kalarak temel materyali tükettiklerini kanıtlamaktadır (Tablo 1).

4.2 Dropout Örüntüleri: Vazgeçişin Anatomisi (RQ2)

Şekil 3: Sistemi terk eden öğrencilerin son 5 etkileşim dağılımı

Sistemi terk eden öğrencilerin son 5 etkileşimi (Şekil 3), bir “panik veya deneme” davranışını işaret etmektedir. Bu öğrenciler sistemden kopmadan hemen önce %18.3 oranında “Ara Sınav Soruları”na ve %17.8 oranında “Sorularla Öğrenelim” içeriğine bakmaktadır. İlginç bir bulgu olarak, dropout grubunda son anlarda “Ders Kaydı” (%5.6) izleme oranının genel ortalamadan yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, öğrencinin başarısız olacağını hissettiği noktada “videolarla durumu kurtarma” çabasına girdiğini, ancak bu geç kalınmış müdahalenin başarıya dönüşmediğini göstermektedir.

4.3 Erişilebilirlik Araçlarının Süreçsel Rolü (RQ3)

Şekil 1: Markov geçiş matrisi — görme engelli öğrencilerde TTS sonrası navigasyon izolasyonu

Görme engelli öğrenciler bazında yapılan analizde, Makine Seslendirmesi (TTS) kullanım oranının %1.04 gibi oldukça düşük bir seviyede kalması çalışmanın en dikkat çekici sonuçlarından biridir. Görme engelli öğrenciler de tıpkı genel başarısız grup gibi en çok “Ara Sınav Soruları”na (%14.2) odaklanmaktadır. Markov Geçiş Matrisi (Şekil 1) incelendiğinde, TTS kullanımının diğer içeriklerle “bağ kuramadığı”, öğrencinin TTS kullandıktan sonra genellikle sistemden çıktığı veya aynı içerikte kilitlendiği görülmektedir. Bu, TTS’nin öğrenme sürecine organik bir halka olarak eklenemediğini, sadece izole bir yardımcı araç olarak kaldığını kanıtlamaktadır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

M5 makalesiyle tamamlanan bu araştırma serisi, engelli öğrencilerin dijital öğrenme yolculuklarını sayılardan süreçlere taşımıştır. Süreç madenciliği bulguları, başarısızlığın temel nedenlerinden birinin “içerik tüketim sırasındaki bozulma” olduğunu ortaya koymuştur. Sadece sınav sorularına hapsolmuş bir öğrenme patikası, engelli öğrenciler için bir “akademik tuzak” işlevi görmektedir.

Sonuç olarak, uzaktan eğitim kurumları için şu tasarım önerileri sunulmaktadır: 1. **Dinamik Yönlendirme:** Sistem, bir öğrencinin sadece soru çözdüğünü ve özetleri atladığını fark ettiğinde, öğrenciye “Temel kavramları anlamadan sorulara geçtiniz, önce özete bakmak ister misiniz?” şeklinde süreç odaklı uyarılar vermelidir. 2. **TTS Entegrasyonu:** Makine seslendirmesi, sadece kitap sayfalarında değil, sınav sorularında ve özetlerde de “varsayılan bir akış” olarak sunulmalı, izole bir özellik olmaktan çıkarılmalıdır. 3. **Dropout Erken Uyarı:** M4 makalesinde geliştirilen LSTM modeline, M5’te keşfedilen “son 5 erişim örüntüsü” birer özellik (feature) olarak eklenerek, sistemden kopmak üzere olan öğrenciler gerçek zamanlı olarak rehberlik servislerine yönlendirilmelidir.

Bu 5 makalelik seri, engelli bireylerin açıköğretimdeki varlığını sadece bir erişilebilirlik sorunu olarak değil, bir öğrenme tasarımı ve veri bilimi meselesi olarak ele alarak literatüre bütüncül bir katkı sağlamıştır.

6. SINIRLILIKLAR

Bu çalışmanın temel metodolojik sınırlılığı, süreç modellerinin birinci derece Markov varsayımına dayanmasıdır; yani bir sonraki adım yalnızca mevcut adıma bağlı kabul edilmektedir. Bu sınırlılık, M4 makalesinde kullanılan LSTM modelinin tamamlayıcı rolünü meşrulaştırmaktadır. İkinci önemli sınırlılık, analizin 100.000 olaylık bir kesitle gerçekleştirilmesidir; bu sayı serinin diğer makalelerindeki (M2: 2 milyon gözlem) veri büyüklüğüne kıyasla daha mütevazı kalmaktadır. Son olarak, GPA=0 ile kodlanan "terk" kategorisi hem akademik başarısızlığı hem de sınava hiç girmemeyi kapsadığından, bu iki davranış tipinin ayrıştırılması gelecek çalışmalara önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Bogarin, R., vd. (2018). Educational process mining: A survey and case study. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*. Seale, J. (2014). *E-learning and disability in higher education: Accessibility research and practice*. Routledge. van der Aalst, W. (2016). *Process Mining: Data Science in Action*. Springer.
- Mukala, P., Buijs, J., Leemans, M., La Rosa, M., & van der Aalst, W. (2016). Learning analytics on coursera event data: A process mining approach. *SIMPDA*, 1.
- Tinto, V. (1975). Dropout from higher education: A theoretical synthesis of recent research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89–125.