



MÜHENDİSLİK-MİMARLIK EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ SOKRATİK ÖĞRENME DENEYİMİ

Dr. Öğretim Üyesi Enis Karaarslan*

Bu çalışmada, Büyük Dil Modelleri (LLM) gibi yapay zekâ teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte mühendislik eğitim anlayışında köklü bir dönüşüm ele alınmaktadır. Geleneksel yaklaşımların yerini, mühendislik düşüncesi ve eleştirel sorgulama becerilerinin geliştirilmesine bırakması gerektiği savunulmaktadır. Öğrencilerin yapay zekâ araçlarını yalnızca nihai sonuca ulaşmak için birer yanıt makinesi olarak kullanmalarının, onları edilgen bilgi tüketicilerine dönüştürme riski taşıdığı vurgulanmaktadır. Bu probleme çözüm olarak Sokratik Öğrenme ve Yansıtıcı Yapay Zekâ (Reflective AI) yöntemlerinin eğitim sürecine dahil edilmesi önerilmektedir. Çalışma kapsamında Khanmigo, Socratic by Google ve genel amaçlı LLM'lerin (ChatGPT, Gemini) yetkinlikleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca Mizou ve Gemini Advanced gibi platformlar aracılığıyla öğretmen denetimli Sokratik Bot tasarımları ve istem geliştirme stratejileri incelenerek eğitimcilere uygulanabilir bir çerçeveye ilişkin öneriler verilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yapay Zekâ Destekli Eğitim, Sokratik Öğrenme, İstem Geliştirme, Yansıtıcı Yapay Zekâ, Mühendislik Eğitimi.

Giriş

Günümüzde doğal dil işleme (NLP) tabanlı yapay zekâ (YZ) araçları (ChatGPT, Gemini, Copilot vd.), mühendislik pratiklerini değiştirmeye aday. Artık bir problem çözümünü bulmak dakikalar mertebesinde kısa sürebiliyor. Ancak bu hız, beraberinde kritik bir soruyu getiriyor:

Yapay zekâ bizim yerimize çözümü bulurken, biz düşünmeyi bırakıyor muyuz?

Oysaki yapay zekâyı yalnızca bir yanıt makinesi olarak değil, mühendislik sezgilerimizi geliştiren bir düşünce ortağı olarak da konumlandırabiliriz. Bunu nasıl yapabileceğimizi bu yazıda sorgulamak istiyorum. Sokratik öğrenme pratiklerinde olduğu gibi, amacım doğru yanıtın ziyade doğru soruyu bulabilmek. Bir yandan da Sokratik Büyük Dil Modelleri (Large Language Model - LLM), Yansıtıcı Yapay Zekâ (Reflective AI) kavramlarından söz etmek istiyorum. Bu konularda bir uzmanlık iddiam olmadığını, sadece meraklı bir akademisyen olduğumu hatırlatarak başlayalım.

Pasif Tüketiciden Aktif Mühendise

Geleneksel eğitimde ve meslek hayatımızda bir problemle karşılaştığımızda, doğru yanıtı hızlıca edinmeye çalışırız. Ancak mühendislik-mimarlık, yalnızca yanıtı bulmak değil; o yanıtın neden çalıştığını, hangi sınır durumlarında (edge cases) çalışmayacağını ve olası farklı çözüm seçeneklerine göre maliyetini anlamaktır.

* Muğla Sıtkı Koçman Üni. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Siber Güvenlik ABD, Yapay Zekâ ABD

Özellik	Khanmigo (Khan Academy)	Socratic by Google	ChatGPT / Gemini (Varsayılan Ayar)	Mizou (Öğretmen Odaklı)
Temel Felsefe	Gerçek Sokratik Yöntem (Rehberlik Et)	Ödev Yardımcısı (Çözümü Göster)	Genel Asistan (İsteği Yerine Getir)	Özelleştirilmiş Bot (Senaryo Bazlı)
Öğrenciye Yaklaşımı	"Yanıtı söylemem, ama bulman için ipucu veririm."	"İşte sorunun yanıtı, çözüm adımları ve ilgili videolar."	"Sorun nedir? Hemen yanıtlayayım." (İstem ile değiştirilebilir.)	Öğretmenin belirlediği kurallara göre davranır.
Hata Düzeltme	Öğrencinin mantık hatasını fark eder ve oraya soru sorar.	Hatayı düzeltmez, doğrudan doğruyu gösterir.	Genellikle doğrudan doğru yanıt verir.	Tanımlanmışsa hatayı Sokratik şekilde irdeler.
Teknoloji ve Altyapı	GPT-4 (Özel Pedagojik Fine-Tuning)	Google AI ve Vision (OCR + Arama)	GPT-4, Gemini Pro, Claude	Çeşitli LLM'ler üzerine öğretmen arayüzü.
Etkileşim Türü	Derinlemesine Sohbet (Chat)	Fotoğraf Çek ve Ara (Visual Search)	Sohbet, Kod, Analiz	Yapılandırılmış Sohbet

Tablo 1. Sokratik ve Eğitim Odaklı YZ Çözümleri Karşılaştırması

Uygulama Senaryosu

Klasik bir ödev sürecini düşünelim: Öğrenci sohbet robotuna ödev metnini verir ve ödevi yapmasını ister. Sonra çıkan sonucu hocaya teslim eder. Bu süreçte öğrenci ne yazık ki pasif bir tüketicidir ve eleştirel düşünme becerisi gelişmez. Peki, aynı senaryoyu bir Sokratik diyaloga dönüştürürsek ne olur? Öğrencinin

yapay zekâyı bir çözüm bulan değil, bir akıl danışmanı olarak kullandığı bir örneği inceleyelim.

Öğrenci, iletişime başlamadan önce yapay zekâyı kendisini tanıtır ve kendisine nasıl yanıt vermesini istediğini iletir. Farklı sohbet robotlarında farklı yanıtlar olsa da temel süreç Sokratik öğretmen şablonuna uygun olarak aşağıdaki gibi bir istemle (prompt) başlar (Karaarslan, 2025):

Öğrenci (İstem):

"Merhaba. Ben [Bölüm adı] Mühendisliği 2. sınıf öğrencisiyim. [Ders Adı] dersim için [yapması gereken ödevin tanımı] gerekiyor. Ancak senden doğrudan ödevi yapmanı veya sonucu vermeni istemiyorum.

Sen benim Sokratik akıl hocam olacaksın. Bana adım adım sorular sorarak, nasıl [yapacağımı] ve hangi [yöntem] seçeceğimi bana buldur. Her seferinde tek bir soru sor ve yanıtlımı bekle.

Eğer mantık hatası yaparsam, hatayı düzeltmek yerine 'Neden böyle düşündün?' diyerek beni sorgula."

Sonra öğrenci ile sohbet robotu arasında Sokratik diyalog başlar. Sohbet robotu doğrudan yanıt vermek yerine öğrencinin bilgi birikimini tetikleyecek sorular yöneltir. Diyalogun sonunda öğrenci, parça parça öğrendikleriyle ödevi kendisi yazar. Sürecin sonunda sohbet robotu, öğrencinin düşünce sürecini değerlendirir. Bu yaklaşımda öğrenci yalnızca bir yöntemi kullanmayı değil, neden o yöntemi seçtiğini, çözüm sürecinin aşamalarını ve algoritmik düşünce yapısını içselleştirmiş olur.

Yansıtıcı Yapay Zekâ: Kendi Çözümünü Eleştirmek

Sokratik yöntemle doğru bir çözüme ulaştıktan sonra, sürecin ikinci kritik adımı olan "kendi çözümünü

sorgulama" aşaması, yani Yansıtıcı Yapay Zekâ (Reflective AI) devreye girer. Yansıtıcı Yapay Zekâ, analiz tamamlandıktan sonra modelin veya analistin kendi çıktıları üzerine eleştirel düşünmesi prensibine dayanır. Öğrenci yanlış bir mantık kurduğunda, YZ hatayı düzeltmek yerine öğrencinin kendi hatasını fark etmesini sağlar. Amaç, sadece çalışan bir modele değil, güvenilir ve açıklanabilir bir analize ulaşmak için sonuçlara kuşkuyla bakabilme yeteneği kazanmaktır.

Farklı Yaklaşımlar

Sokratik yöntem ve yansıtıcı yapay zekâ tek seçenek değil. Mühendislik-mimarlık eğitiminin farklı gereksinimlerine (örneğin teori öğrenimi veya



hata ayıklama) yönelik olarak bu yaklaşımın şu varyasyonlarını da kullanabiliriz:

●**Kendini Açıklayan Modeller (Self-Explaining LLMs):** Sokratik yöntemin tersidir. Burada yapay zekâ soru sormaz, yanıtı verirken neden o yolu seçtiğini adım

adım sesli düşünür (Chain-of-Thought) (Wei ve ark, 2022). Öğrenci bu düşünce zincirindeki mantığı takip ederek öğrenir.

●**Yapay Zekâ Akran Eğitimi (AI-Powered Peer Tutoring):** YZ'yi hoca değil, sizinle aynı düzeyde ama kafası karışık bir öğrenci rolüne sokarsınız. Öğrenci, yapay zekâya konuyu öğretmeye çalışır (Feynman Tekniği). Bu, Sokratik yöntemin en etkili varyasyonlarından biridir.

●**Açıklanabilir Yapay Zekâ (Explainable AI - XAI):** XAI Yansıtıcı YZ'nin teknik karşılığıdır. Modelin ürettiği çözümün kara kutu olmaktan çıkıp neden o kararı verdiğini (örneğin hangi veriye ağırlık verdiğini) açıklaması istenir.

Farklı yöntemlerde YZ ile öğrenci farklı rollerde olacaktır. Temel eğitim hedefi ve etkileşim dinamikleri de farklı olacaktır. Bunlara ilişkin temel bir kıyaslama Tablo 2'de verilmiştir.

Yöntem	Yapay Zekânın Rolü	Öğrencinin Rolü	Temel Eğitim Hedefi	Etkileşim Dinamiği
Sokratik Model	Mentör / Rehber (Soru soran)	Aktif Çözücü (Yanıtı arayan)	Eleştirel Düşünme ve Keşif	YZ yönlendirir, öğrenci bulur.
Yansıtıcı YZ	Eleştirmen / Denetçi (Sorgulayan)	Savunucu / İyileştirici (Çözümü savunan)	Doğrulama ve Sınır Durum Analizi	Öğrenci yapar, YZ açığını arar.
Kendini Açıklayan Modeller	Uzman Anlatıcı (Sesli düşünen)	Gözlemci / Analist (Mantığı izleyen)	Süreç Takibi ve Mantık Akışı	YZ çözerken nedenini anlatır.
Akran Eğitimi	Acemi Öğrenci (Kafası karışık)	Öğretmen / Hoca (Konuyu anlatan)	Konuya Hâkimiyet (Feynman Tekniği)	Öğrenci öğretir, YZ öğrenmeye çalışır.
Açıklanabilir YZ	Şeffaf Araç (Cam Kutu)	Denetçi (Kararı sorgulayan)	Teknik Yorumlama ve Güven	Model kararını gerekçelendirir.

Tablo 2. Sokratik Yöntemlerde Rol ve Etkileşim

Sokratik Yöntemlerin Mühendislik-Mimarlık Eğitimine Uygulanması

Daha önce değinildiği gibi eğitim sürecinde Mizou (<https://mizou.com/>) gibi araçlar kullanarak öğrencilerin sohbet robotu ile kontrolsüz bir şekilde (yanıtı alıp kopyalayarak) çalışması engellenebilir ve onlara bir düşünme disiplini kazandırılabilir. Eğitimci, sistem kurallarını kendisi tasarlar. Bu tür araçlar eğitim süreçlerine bir arayüz sağlar. Bu araçlar farklı LLM'lerle çalışabilir ve eğitime aşağıdaki çeşitli yönetim paneli özelliklerini sunar. Eğitimci öğrencilerin sohbet arayüzüne neler sorduğunu ve YZ'nin onlara nasıl yanıt verdiğini takip edebilir. Hangi öğrenci "Ödevi yap" diye kolayca kaçmış, hangisi "Bu neden böyle?" diye sormuş görebilir. Eğitimci, arayüze bir puanlama anahtarı (Rubric) verebilir. Yapay zekâ, sohbetin sonunda öğrencinin analitik düşünme, yorumlama ve soru sorma gibi farklı becerilerine puan verebilir. Bu arayüzler, öğrencinin bu notlandırma süreci

baltalamasını (sabote etmesini) çeşitli tekniklerle engeller. Örneğin "Asla çözümü direkt verme, sorularınla öğrencinin kendisinin bulmasını sağla" gibi kurallar tanımlayarak kopya çekmeyi engelleyebiliriz. Her yöntem her ders için uygun olmayabilir. Farklı



mühendislik ve mimarlık alanları için yapay zekâ destekli yaklaşımlardan hangi yöntemin hangi derslerde anlamlı olabileceği çalışılmalıdır.

Mizou gibi sistemlerde öğrenci var olan istemi değiştiremez, ama kontrolün kendinde olduğu durumlarda istemi istediği gibi değiştirebilir. Alternatif bir platform olarak Gemini Advanced'in Gems (Özelleştirilmiş Gemini) fonksiyonuyla da bu istemler

kullanılabilir. Örneğin Makine ve Enerji Mühendisliği öğrencilerinin deneyim kazanması için bir Google'da çalışan sistem mühendisiyle sohbet etmesi senaryosu oluşturulabilir. Bunun için yeni bir Gem oluşturulur ve ilgili istem talimatlar kısmında eklenir. Böylece bu kurallarla başlayan hazır bir bot oluşturulmuş olur. Bu Gem'e erişim bağlantısı (link) öğrencilerle paylaşılabilir. Öğrenci bağlantıdaki sohbet alanına ulaşıp sohbet başlattığında aşağıdaki çıktıyla karşılaşacaktır:

Selamlar! İyiyim, kampüste enerji verimliliği projeleri tam gaz devam ediyor. Şu sıralar sunucuların soğutma sistemindeki atık ısıyı geri kazanmak için bir ısı değiştirici (heat exchanger) tasarımı üzerinde kafa patlatıyorum. Sen nasılsın? Termodinamik yasalarıyla aran nasıl?

Görünüşe göre üzerinde çalıştığın bir **Çevrim Analizi veya Isı Transferi** problemi var. Tasarımını incelemeye hazırım. İster verimi tutturamıyor ol, ister "entropi nerede artıyor?" diye düşünüyor ol; gönder gelsin.

Ancak baştan anlaşalım: Sana sonucu veya formülü direkt vermem, enerjinin nasıl aktığını anlamanı sağlarım. Sistemdeki kayıpları ve verimsizlikleri senin bulmanı sağlayacağım ki mühendislik bakış açın ve analiz yeteneğin gelişsin. :)

Nasıl ilerleyelim?

1. Sisteminin sınırlarını ve çalışma akışkanını tanımla.
2. Ne yapmaya çalıştığını (hedef verim, çıkış sıcaklığı vb.) kısaca özetle.
3. Varsa kabul ettiğin varsayımları (ideal gaz vb.) ekle.

Senaryonu buraya yaz, enerjiyi korumaya başlayalım mı?

Tartışma

Sokratik öğrenme süreçlerinde mühendis-mimar veya mühendis-mimar adayı, sadece sözdizimi değil, algoritmik düşünce pratiği yapmış olur. Literatüre baktığımızda da benzer bir tablo görüyoruz; yapılan çalışmalar (Favero vd., 2024; Liu ve ark., 2024; Sharma ve Bozkurt, 2024) Sokratik sohbet robotu kullanımının eleştirel düşünme becerilerini standart kullanıma göre belirgin şekilde artırdığını doğruluyor. Her ne kadar bu yöntemler mühendislik-mimarlık eğitiminde büyük bir potansiyel taşısa da sahada uygularken her şey mükemmel değil. Bu süreçte karşımıza çıkan temel engeller şunlar:

● **İstem Bağımlılığı:** Yöntemin başarısı, büyük oranda ilk istemin kalitesine bağlıdır. Kötü kurgulanmış bir Sokratik istem (prompt), diyalogu kısır bir döngüye sokabilir.

● **Yanlış Bilgi Üretimi (Halüsinasyon) Riski:** Yapay zekâ yalnızca yanıt verirken değil, soru sorarken de hatalı yönlendirme yapabilir. Örneğin, öğrenciyi olmayan veya geçerliliğini yitirmiş bir yönetime yönlendirebilir. Bu noktada öğrencinin YZ'nin yanılabilirliğinin veya eğitim verilerinin eski kalmış olabileceğinin de farkında olması ve temel bir doğrulama yetkinliğine sahip olması şarttır.

● **Bilişsel Yük ve Zaman:** Sokratik diyalog, çözümü alıp yapıştırmaya göre çok daha uzun sürer. Hızlı sonuca

odaklı öğrencilerde (veya aceleci mühendislerde-mimarlarda) bu durum hayal kırıklığı yaratabilir.

Peki bunu eğitime nasıl taşıyacağız? Süreci bütün mühendislik-mimarlık alanları için "Sokratik Problem Çözme Laboratuvarı" olarak adlandıralım. Bu süreci geçirmek için şu pratik adımları izleyebiliriz (Karaarslan, 2025):

● **Süreci Puanlamak:** Öğrenciyi YZ'yle kurduğu diyalogun kalitesiyle değerlendirin. Örneğin: Doğru soruyu sordu mu? Yapay zekânın önerisini sorguladı mı?



●**Yapay Zekâyı Akran Olarak Konumlandırmak:** Öğrencilerden, yapay zekâyı kasıtlı olarak hatalı bir çözüm verip YZ'nin bu hatayı bulmasını sağlamalarını (Reverse Socratic) isteyebilirsiniz.

●**Yansımâ Raporları:** Ödevlerde çözümün yanında "Yapay zekâ bu çözümün hangi sınır durumunda çalışmayacağını söyledi ve ben buna karşı ne önlem aldım?" sorusunun yanıtını içeren bir tartışma paragrafı zorunlu tutulmalıdır.

Böylece yapay zekâ, öğrenciyi tembelleştiren bir ödev yapıcı olmaktan çıkıp onu sürekli tetikte tutan bir takım arkadaşına dönüşecektir.

Sonuç: Algoritmayı Gerçekten Bilmek

Geleceğin mühendislik-mimarlık eğitimi, bilgiye erişim hızından ziyade yapay zekâyı kurulan diyalogun derinliği ve sorgulayıcı niteliği üzerine inşa edilecektir. Yapay zekâ çağında teknik yetkinlik, yöntemleri ezbere bilmenin ötesinde doğru soruyu sorabilmek, üretilen çıktıyı doğrulayabilmek ve sistemin sınırlarını öngörebilmekle ölçülecektir.

Mühendisler-mimarlar olarak görevimiz, yapay zekâyı bizi tembelleştiren bir araç olarak değil, düşünce kaslarımızı çalıştıran bir antrenman partneri olarak kullanmaktır. Bunun için bu konularda çok daha fazla araştırma yapılması ve bu araçların daha etkin nasıl kullanılabileceğinin tartışılması gerekiyor.



Yapay Zekâ Asistanı Kullanımı Beyanı:

Bu çalışmanın hazırlığında literatür taraması, fikir geliştirme, taslak oluşturma ve metin düzenleme aşamalarında Büyük Dil Modellerinden (Gemini Advanced ve ChatGPT-4) yararlanılmıştır. Özellikle Sokratik senaryoların kurgulanması ve örnek istemlerin (prompts) oluşturulması sürecinde yapay zekâyı işbirliği yapılmıştır. Ancak çalışmadaki tüm pedagojik çıkarımlar, analizler, nihai metin ve akademik görüşler yazarın kendi süzgecinden geçmiş, doğrulanmış ve yazarın sorumluluğundadır.

Referanslar

- 1) Adams, D., & Alt, N. (2004). Otostopçunun Galaksi Rehberi. Kabalıcı Yayınevi.
- 2) Favero, L., Pérez-Ortiz, J. A., Käser, T., & Oliver, N. (2024, October). Enhancing critical thinking in education by means of a Socratic chatbot. In International workshop on AI in education and educational research (pp. 17-32). Cham: Springer Nature Switzerland.
- 3) Karaarslan, E. (2025). "Bilgisayar Mühendisliği Eğitiminde Yeni Yaklaşımlar: Sokratik LLM'ler, Reflective AI ve Ötesi", Bilgisayar Mühendisliği Kurultayı 2025
- 4) Liu, J., Huang, Z., Xiao, T., Sha, J., Wu, J., Liu, Q., ... & Chen, E. (2024). SocraticLM: Exploring socratic personalized teaching with large language models. Advances in Neural Information Processing Systems, 37, 85693-85721.
- 5) Ouyang, L., Wu, J., Jiang, X., Almeida, D., Wainwright, C., Mishkin, P., ... & Lowe, R. (2022). Training language models to follow instructions with human feedback. Advances in neural information processing systems, 35, 27730-27744.
- 6) Sharma, R. C., & Bozkurt, A. (Eds.). (2024). Transforming education with generative AI: Prompt engineering and synthetic content creation: Prompt engineering and synthetic content creation. IGI
- 7) Sunil, K., & Thakkar, A. (2025). SocraticAI: Transforming LLMs into Guided CS Tutors Through Scaffolded Interaction. arXiv preprint arXiv:2512.03501.
- 8) Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., ... & Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. Advances in neural information processing systems, 35, 24824-24837.