

itü



CENTER FOR
EXCELLENCE
IN EDUCATION

ITU Co-Learning Lab

Abstract Book

ITU Co-Learning Lab 2025

October 1st, 2025

ITU Faculty of Computer and Informatics

ITU Co-Learning Lab AI

May 29 - 30, 2025

ITU Faculty of Computer and Informatics

itü



ARTIFICIAL
INTELLIGENCE
AND DATA
ENGINEERING

EELISA
European University

itü



GRADUATE
SCHOOL

ITU CO-LEARNING LAB ABSTRACT BOOK 2025

Editors: Emrah Acar, Semra Ahmetolan

Istanbul, 2025

e-ISBN 978-975-561-766-4

İTÜ Yayınevi. No: 2025.2/43

© ITU Press

All rights of this book are reserved and all publication rights belong to "ITU Press". All or any part of this book cannot be published, printed, filmed or used indirectly without the permission of the publisher. It cannot be reproduced by duplication, photocopy or any other technique, and cannot be transferred to an environment that can be processed on computers or typesetting machines. The responsibility of all texts and visuals published in the book belongs to the author(s).

ITU Co-Learning Lab Abstract Book/ Emrah Acar, Semra Ahmetolan. –

İstanbul: İTÜ Yayınevi, 2025.

68 pages. – First edition -- (İTÜ Yayınevi. No: 2025.2/43)

ISBN 978-975-561-766-4

1. Education -- Models 2. Learning--Methods I. Ahmetolan, Semra II. Acar, Emrah

LB1060.I885 2025

CIP

İTÜ YAYINEVİ

Sertifika No: 70051

İTÜ Ayazağa Kampüsü

Mustafa İnan Kütüphanesi

34469 Maslak İSTANBUL

0212 285 75 05



www.ituyayinevi.itu.edu.tr / ituyayinevi@itu.edu.tr

Preface

Crowdsourcing for co-creation of knowledge and co-learning with a lifelong learning perspective.” This slogan continues to capture the vision of the Co-Learning Lab at Istanbul Technical University (ITU). The ITU Co-Learning Lab (ITU-CLL) is designed as an incubator for pedagogical innovation that brings together academics, students, graduates, and external stakeholders to exchange, experiment with, and scale innovative teaching and learning approaches. By foregrounding crowdsourcing and co-learning, the Lab invites the ITU community to build shared ownership of learning processes and to transform the outcomes of postgraduate research into inclusive learning experiences for all members of the ITU ecosystem. As in the 2024 edition, this extended abstract book brings together the topics addressed and the papers presented during two major Co-Learning Lab activities organised in 2025: the thematic ITU Co-Learning Lab | Artificial Intelligence in Education held in the spring semester, and the general ITU Co-Learning Lab 2025 held in the autumn semester. Taken together, the abstracts reflect both the emerging thematic focus on AI in education and the broader institutional agenda of strengthening innovative teaching and learning practices at ITU.

The contributions from ITU Co-Learning Lab | AI are grouped into three interconnected sections:

- Implementation of AI in Education: concrete practices and tools showing how AI is integrated into teaching and learning.
- From Theses to AI-Enhanced Learning Experiences: AI-based educational solutions developed from postgraduate research, often led by students.
- From Interdisciplinary Research to Education: projects that link AI, education, and other disciplines to inspire new learning designs.

The abstracts from ITU Co-Learning Lab 2025 follow the two core sections of the overall Co-Learning Lab framework:

- Current Trends in Education: innovative approaches, methods, and tools that can be recognised and shared as good practices within the ITU ecosystem.
- From Theses to Learning Stations: postgraduate research outputs that are transformed into inclusive learning experiences through the Learning Station model.



Together, these five sections unpack the idea of “crowdsourcing for co-creation of knowledge and co-learning with a lifelong learning perspective”, strengthening the connections between education and research and encouraging collaborative knowledge production across disciplines. The contributions in this volume cover a rich spectrum of topics, including active and project-based learning, AI in education, gamification, remote and hybrid learning, assessment and feedback, inclusive and student-centred pedagogies, as well as the design and implementation of Learning Stations grounded in graduate research. Building on the 2024 Co-Learning Lab, which served as a pilot for embedding this initiative into ITU’s academic calendar, the 2025 activities demonstrate that the Co-Learning Lab is evolving into a sustained and expanding framework. Through thematic Co-Learning Labs such as the one on Artificial Intelligence in Education, and through the annual general Co-Learning Lab, ITU-CLL aims to create a continuous cycle of co-learning that supports course and programme development, educational research, and the professional learning of academics. In parallel, ITU CEE / ITU MEM works to scale the Co-Learning Lab nationally and internationally through networks such as EELISA and other strategic partnerships, sharing the lessons learned and good practices emerging from these events.

We extend our sincere gratitude to all authors, presenters, reviewers, keynote speakers, institutional partners, and the ITU CEE / ITU MEM team for their invaluable contributions to this process. We also thank the ITU Graduate School and our national and international collaborators for their continuous support. We hope that the experiences and reflections gathered in this extended abstract book will inspire further co-creation of knowledge and help nurture a culture of lifelong, collaborative learning at ITU and beyond.

Emrah Acar
Semra Ahmetolan
ITU Center for Excellence in Education



Table of Contents

Preface.....	i
Table of Contents.....	iii
ITU Co-Learning Lab 2025.....	vi
Scientific Committee.....	vii
Organization Committee.....	viii
Program.....	ix
ITU Co-Learning Lab October 1st, 2025.....	1
Opening Speech Hasan Mandal.....	2
ITU Center For Excellence in Education Emrah Acar, Semra Ahmetolan.....	3
European Advancements in Engineering Education Balazs Vince Nagy.....	4
Hopscotching Innovation in Higher Education Pedagogy: Blending Embodiment and Experience through Velfies Loredana-Maria Manasia.....	5
Empowering Learners & Designing for Impact: Contemporary Approaches to College STEM Education Yuki Kaneko.....	6
Section 1: Current Trends in Education.....	8
CLIMA-Tutor: Understanding Coherence for Different User Types in School and University Settings Gökhan İnce, İbrahim Delen, Bora Şenceylan, Nisa Nur Karabacak, Zeynep Gül Dertli, Hakan Akçay, Bahadır Yıldız.....	9
Fostering Interdisciplinary Learning Through AI-Enhanced Wireless Network Protocol Design Talip Tolga Sarı.....	13
Integrating Artificial Intelligence into Architectural Education: Good Practice Examples from 15 Universities, Regional Trends, and a Roadmap for ITU Ali İhsan Yasan, Ömer Faruk Göçgün, Muhammed Ziya Paköz.....	15
Research-Based Marine Pollution Education: Active Engagement Through TÜBİTAK 2209-A Undergraduate Projects Oktay Eren Türeyen.....	19
The Learning Station Approach for Overcoming Conceptual and Cognitive Barriers in Linear Algebra İrma Hacınlıyan, Semra Ahmetolan.....	21



Redesigning University Education through Teaching Exams and Group-Based Learning Saadet Özer.....	24
Interactive Learning Approaches and Techniques for the LEE 904 Studies Course Emrah Tuncay Özdemir.....	28
Section 2: From Thesis to Learning Stations.....	32
Towards Drone Based 3D City Information Modeling Abdalrahman Alashi, Özhan Ertekin.....	33
Carbon Capture Technologies in the Context of Climate Crisis: A Learning Experience Integrating Policy, Economic and Engineering Dimensions Gökçe Yalın, Vedat Uyak.....	36
ITU Co-Learning Lab 2025 Online Session.....	38
Learning Station (LS) Model: An Introduction with a Digital Stakeholder Perspective Emrah Acar, Semra Ahmetolan.....	39
ITU Co-Learning Lab AI in Education.....	40
Scientific Committee.....	41
Organization Committee.....	42
Program.....	43
ITU Co-Learning Lab Artificial Intelligence May 29th, 2025.....	44
Opening Speech Hasan Mandal.....	45
ITU Center For Excellence in Education Emrah Acar, Semra Ahmetolan.....	46
Thought after the Co-Learning Lab Yılmaz Akkaya.....	47
Panel: Learning Transformed by Artificial Intelligence: Current Practices and Future Trends Emre Onur Kahya, Onur Behzat Tokdemir, Hüseyin Şimşek, Tolga Canözkan, Hikmet Gültekin.....	48
Section 1: Implementation of AI in Education.....	50
Applications of Artificial Intelligence in Undergraduate Environmental Engineering Education Levent Kuzu.....	51
From Infrastructure to Interface: Integrating Digital Twins and AI into Civil Engineering Education for Resilient Futures Onur Behzat Tokdemir.....	54
Integrating Neural Networks into the Pedagogy of Music Composition	

Emmanouil Ekmektsoglou	56
CLIMA-Tutor: A Game-based, AI-driven Educational Platform for Enhancing Climate Literacy Among Turkish Middle-school Students Hakan Akçay, Zeynep Gül Dertli, Nisa Nur Karabacak, Bora Şenceylan, İbrahim Delen, Gökhan İnce, Bahadır Yıldız.....	59
Section 2: From Theses to AI-Enhanced Learning Experiences.....	63
An Adaptive AI Framework for Personalized and Inclusive Learning: Reducing Cognitive Load through Knowledge Tracing and Explainable AI Ahmed Elgarhy	64
ITU Co-Learning Lab Artificial Intelligence May 30th, 2025.....	67
Learning Station (LS) Model: An Introduction with a Digital Stakeholder Perspective Emrah Acar, Semra.....	68

ITU Co-Learning Lab 2025

Abstract Book

October 1st, 2025

ITU Faculty of Computer and Informatics

Scientific Committee

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| Ayşe Kılıç |  | Eindhoven School of Education,
ESA Teacher Support and Quality Assurance Central
team, (Eindhoven University of Technology) |
| Balazs Nagy
Vince |  | Department of Mechatronics, Optics and
Engineering Informatics (Budapest University of
Technology and Economics)
Immediate Past President of European Society for
Engineering Education (SEFI) |
| Fatih Eren |  | Department of Urban and Regional Planning
(Istanbul Technical University) |
| Onur Behzat
Tokdemir |  | Department of Civil Engineering (Istanbul Technical
University) |
| Scott
Strachan |  | Principal Teaching Fellow,
Department of Electronic and Electrical Engineering
and Centre for Sustainable Development (University
of Strathclyde) |
| Thibaut
Skrzypek |  | Head of International Projects (École des Ponts
ParisTech) |
| Yilmaz
Akkaya |  | Department of Civil Engineering (Istanbul Technical
University) |
| Yuki Kaneko |  | Faculty of Engineering and Natural Sciences
(Sabancı University) |

Organization Committee

Emrah Acar	Department of Architecture Director, ITU Centre for Excellence in Education (Istanbul Technical University) Board Member, European Society for Engineering Education – SEFI)
Semra Ahmetolan	Department of Mathematics, Vice Director, ITU Centre for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Merve Çalıklı Akgün	ITU Center for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Emine Görgül	Department of Interior Architecture (Istanbul Technical University)
Hale İlkçakın	ITU Center for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Hazal Taşdemir	ITU Center for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Mehmet Aksu	ITU Center for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Onur Ferhanoğlu	Department of Electronics and Communication Engineering, Vice Dean, ITU Graduate School (Istanbul Technical University)



Program

ITU Co-Learning Lab 01 October 2025

Opening Speech	Prof. Dr. Hasan Mandal, ITU Rector
Opening Session	Emrah Acar, Semra Ahmetolan, ITU Center for Excellence in Education
Keynote Speech	Dr. Balazs Vince Nagy, <i>“European Advancements in Engineering Education”</i>
Keynote Speech	Dr. Loredana-Maria Manasia, <i>“Hopscotching Innovation in Higher Education Pedagogy: Blending Embodiment and Experience through Velfies”</i>
Keynote Speech	Dr. Yuki Kaneko, <i>“Empowering Learners & Designing for Impact: Contemporary Approaches to College STEM Education”</i>

Current Trends in Education I

Moderator: Merve Çalıklı Akgün

Session 1	Bora Şenceylan, Gökhan İnce, İbrahim Delen, Nisa Nur Karabacak, Zeynep Gül Dertli, Hakan Akçay, Bahadır Yıldız, <i>“CLIMA-Tutor: Understanding Coherence for Different User Types in School and University Settings”</i>
Session 2	Talip Tolga Sarı, <i>“Fostering Interdisciplinary Learning Through AI-Enhanced Wireless Network Protocol Design”</i>
Session 3	Ali İhsan Yasan, Ömer Faruk Göçgün, Muhammed Ziya Paköz, <i>“Integrating Artificial Intelligence into Architectural Education: Good Practice Examples from 15 Universities, Regional Trends, and a Roadmap for ITU”</i>

Current Trends in Education II

Moderator: Hale İlkçakın

Session 4	Oktay Eren Türeyen, <i>“Research-Based Marine Pollution Education: Active Engagement Through TÜBİTAK 2209-A Undergraduate Projects”</i>
Session 5	İrma Hacınlıyan, Semra Ahmetolan <i>“The Learning Station Approach for Overcoming Conceptual and Cognitive Barriers in Linear Algebra”</i>



Session 6

Saadet Özer, “*Redesigning University Education through Teaching Exams and Group-Based Learning*”

Session 7

Emrah Tuncay Özdemir, “*Interactive Learning Approaches and Techniques for the LEE 904 Studies Course*”

From Thesis to Learning Stations

Moderator: Hale İlkçakın

Session 8

Abdalrahman T. Y. Alashi, Özhan Ertekin, “*Towards drone based 3D city information modeling*”

Session 9

Gökçe Yalın, Vedat Uyak, “*Carbon Capture Technologies in the Context of Climate Crisis: A Learning Experience Integrating Policy, Economic and Engineering Dimensions*”

ITU Co-Learning Lab

October 1st, 2025



Opening Speech

Prof. Dr. Hasan Mandal

Istanbul Technical University, Rector

ITU Co-Learning Lab 2025 reaffirms the need to rethink education in response to today's complex and intertwined challenges—ranging from climate change and global health risks to rapid technological transformation and geopolitical uncertainty. In this context, traditional approaches centred on individual or unit-based excellence are increasingly insufficient to generate solutions at the required speed and scale.

The Co-Learning Lab framework proposes a collective pathway that strengthens teamwork, brings together diverse perspectives and skills, and supports agile and responsible action. At the core of this vision is the development of a new learning ecosystem, sustained simultaneously by structural mechanisms (top-down) and lasting cultural transformation (bottom-up).

Within this ecosystem, co-learning, co-sharing, and co-creating are positioned not as slogans, but as an implementation agenda, enabling participants to learn with and from one another, to share knowledge openly across roles, and develop solutions together with society—moving from “impact for society” toward impact with society.

The Co-Learning Lab also highlights evolving roles within this ecosystem: academics as facilitators and evidence-based sources of hope; students as active partners shaping learning environments; and external stakeholders as collaborators rather than audiences.

In this sense, ITU Co-Learning Lab is presented as a concrete platform for experimentation, collaboration, and the scaling of innovative learning practices, further strengthened through international cooperation networks such as EELISA.



ITU Center For Excellence in Education

Emrah Acar¹, Semra Ahmetolan²

¹Istanbul Technical University, Department of Architecture, Faculty of Architecture,

²Istanbul Technical University, Department of Mathematics, Faculty of Science and
Letters

Higher education is increasingly expected to respond to rapidly evolving societal and technological challenges by enabling agile learning environments, closing skills gaps, and strengthening lifelong learning pathways. ITU Co-Learning Lab 2025 is positioned as a structured yet open framework designed to accelerate educational innovation through three mutually reinforcing pillars: crowdsourcing, co-creation, and lifelong learning. The crowdsourcing approach functions as a decentralised collaboration model that connects a broad community from within and beyond the university via digital platforms to collect ideas, knowledge, services, and proven practices. Co-creation corresponds to the active participation of all learning and teaching stakeholders—students, academics, alumni, industry, and external partners—in jointly producing, disseminating, and applying knowledge, supported by appropriate tools and facilitation. The lifelong learning dimension frames graduation as a starting point rather than an endpoint, aiming to keep individuals connected to the education ecosystem throughout their career life cycle through continuous exchange, where participants may alternate between learner and contributor roles. Within this conceptual architecture, the Co-Learning Lab pursues two interlinked goals: (i) identifying and disseminating good practices in higher education—initially at ITU and increasingly through international networks—so that solutions tested across learning contexts can be adapted efficiently; and (ii) translating lessons learned from postgraduate theses into scalable, shareable educational practices through filtering, mentoring, and transformation into adoptable formats. Implementation is structured through a dual structure of general labs aligned with the overarching concept, and thematic labs focusing on specific domains, with the first thematic track addressing Artificial Intelligence in Higher Education and with further thematic work strands planned. To ensure visibility, continuity, and transferability, outcomes are documented through the extended abstract book, benefiting from international reviewers and collaborators.



European Advancements in Engineering Education

Balazs Vince Nagy

Immediate Past President of European Society for Engineering Education (SEFI)

Engineering education in Europe is being reshaped by rapidly evolving societal and technological conditions. Within this context, the transformation has been approached through the strategic perspective of the European Society for Engineering Education (SEFI). Founded in 1973, SEFI has been established as the largest European community dedicated to advancing engineering education research, sharing good practices, and enhancing the attractiveness of the engineering profession.

Key challenges currently faced in engineering education have been synthesised as follows: a decline in student interest in STEM fields, a persistent skills gap between graduate profiles and industry needs, and the increasing necessity of integrating emerging paradigms—most notably sustainability and artificial intelligence—into curricula. In response, SEFI's actions have been structured through its Special Interest Groups (SIGs), where critical domains such as ethics, diversity and inclusion, digital learning and AI, curriculum development, lifelong learning, sustainability, skills development, and quality assurance have been addressed. Through SIG-led activity, evidence-based innovation has been promoted, interdisciplinary collaboration has been enabled, and continuous curriculum renewal has been supported across European institutions.

Several concrete initiatives have been highlighted, including SEFI position papers on engineering skills and lifelong learning, the promotion of challenge-based learning as a mechanism for connecting engineering education with real-world complexity, and sustained community-building activities such as webinars, podcasts, and international conferences.

A central concept has been articulated through the notion of the “responsible engineer,” where engineering solutions have been recognised as carrying significant social, ethical, and political implications in technology-driven societies. Accordingly, the role of educators has been framed around the creation of safe and supportive learning environments in which reflection, responsibility, and critical thinking are encouraged.



Finally, co-creation and co-learning have been positioned as essential pathways for shaping future knowledge and skill sets. It has been underlined that sustainable progress in engineering education can only be achieved through collaboration among students, academia, industry, and policy stakeholders, supported by international frameworks such as SEFI and European university alliances.

Hopscotching Innovation in Higher Education Pedagogy: Blending Embodiment and Experience through Velfies

Loredana-Maria Manasia

University Politehnica of Bucharest, Department of Teacher Training and
Socio-Human Sciences

Innovative approaches in higher education pedagogy have been examined through the metaphor of hopscotch, drawing inspiration from Julio Cortázar's novel to represent the non-linear, flexible, and combinatorial character of effective teaching practice. Within this framing, pedagogy has been positioned as an evidence-based bridge between learning theories and instructional design, and it has been emphasised that meaningful educational innovation is required to be grounded in research rather than intuition alone. The hopscotch metaphor has been used to highlight that pedagogical approaches are not best applied as fixed sequences; instead, movement across methods has been encouraged, where approaches are selected and combined in response to contextual needs.

At the center of the discussion, the concept of Velfies (Windows to Selves) has been introduced as a form of student-generated reflective video designed to support metacognitive awareness, emotional expression, and self-regulated learning. Through Velfies, learners' experiences, challenges, and achievements have been enabled to be articulated in authentic ways, while deeper insight into learning processes—beyond what is captured by measurable outcomes—has been made accessible to educators.

Multiple application scenarios for Velfies have been presented, including prompt-based reflections, visualised learning journeys, and action-oriented projects, through which adaptability across disciplines and educational levels has been



demonstrated. Within these practices, the educator's role has been reframed from the "sage on the stage" toward the "guide on the side," and learning environments have been characterised in which students are positioned as active contributors not only to learning design but also to assessment design.

By integrating reflection, emotion, and learner agency into pedagogical practice, student-centred approaches have been advanced as a pathway to deeper engagement and more meaningful learning. The discussion has been concluded with an invitation for educators to embrace pedagogical experimentation and to confidently "play hopscotch" across methods in order to create inclusive, reflective, and impactful learning experiences.

Empowering Learners & Designing for Impact: Contemporary Approaches to College STEM Education

Yuki Kaneko

Sabancı University, Faculty of Engineering and Natural Sciences

Contemporary approaches to student-centred STEM education in higher education have been examined with an emphasis on the transition from instructor-driven models to learning environments in which students are actively empowered. The discussion has been framed by the philosophy of designing for impact and empowering learners, and it has been argued that the primary purpose of education should be defined as equipping students with the knowledge, skills, and mindsets required for meaningful societal contribution. This transformation has been articulated as being anchored in three core principles: backward course design initiated from clearly specified learning outcomes; active learning strategies, particularly collaborative group work; and the redefinition of the instructor's role from content delivery toward facilitation, commonly characterised as the "guide on the side."

The rapid adoption of artificial intelligence (AI) tools has been positioned as both a challenge and an opportunity for STEM education. Survey data reported from Sabancı University have indicated widespread AI use among both students and instructors, through which an urgent need for AI literacy and pedagogical adaptation was underlined. Rather than being approached through resistance, it was proposed



that AI be addressed through instructional strategies that preserve deep learner engagement by foregrounding the learning process itself.

A set of pedagogical practices was highlighted as supporting this shift, including inquiry-based laboratory work, oral assessment sessions, and reflective tools such as Discovery Journals. Through these practices, students' thinking has been documented, uncertainty has been confronted, and critical AI-related competencies—such as skepticism, verification, and ethical awareness—have been developed. Drawing on more than a decade of teaching experience, practical and scalable approaches for implementing student-centred learning in STEM classrooms have been presented.

The discussion was concluded by encouraging educational transformation to be initiated through small, manageable steps and sustained through supportive professional communities. In the context of the AI era, the empowerment of learners through active, reflective, and collaborative pedagogies has been presented not as an optional enhancement, but as a necessity for resilient and future-oriented STEM education.

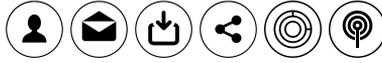
Section 1: Current Trends in Education



CLIMA-Tutor: Understanding Coherence for Different User Types in School and University Settings

Gökhan İnce¹, İbrahim Delen², Bora Şenceylan¹, Nisa Nur Karabacak², Zeynep Gül Dertli³, Hakan Akçay², Bahadır Yıldız⁴

¹Istanbul Technical University, Faculty of Computer and Informatics Engineering, Department of Computer Engineering, ²Boğaziçi University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, ³Istanbul Aydın University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education, ⁴Hacettepe University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education



Abstract

Higher education and K–12 settings share a practical need for tools that make active learning manageable at scale, provide timely visibility into learners' thinking, and reduce routine marking. Developed within a TÜBİTAK-supported project, CLIMA-Tutor addresses these needs by coupling conversational AI with a teacher-oriented dashboard. The platform has been piloted in schools and is now being transitioned to a university context through a teacher-education Practicum at Boğaziçi University. CLIMA-Tutor integrates three parts: a server hosting a pre-trained LLM that handles prompts; an application through which learners interact with personae; and a database with a web dashboard for viewing and downloading class-level or individual histories. Secure communication supports both in-class and homework use without additional infrastructure. Evidence from the school pilot (28 classrooms, 506 students, 2,751 messages) shows steady engagement and frequent follow-up questions. Teachers reported faster identification of prior-knowledge gaps and clearer insight into which examples worked better. The move to higher education serves two goals. First, the Practicum provides an authentic laboratory where pre-service teachers, instructors, and school teachers use the same toolset in complementary roles, linking university coursework to classroom realities. Second, studying both settings is methodologically useful: differences in time constraints, content depth, and interaction norms test the design and reveal which features generalise. Comparing user experiences across roles is expected to surface needs that a single-site study would miss. The application is developed for the teaching practicum course offered at Boğaziçi University. The Practicum, an integral part of any teacher's education, is considered the most crucial



stage for student teachers. Practicum offers teacher candidates the opportunity to work collaboratively with professors and teachers. Within the Practicum, the dashboard functions as a reflection aid: pre-service teachers review facilitation moves, instructors provide feedback on planning, and school partners connect university tasks to real-life classroom demands. Conceptual issues are reframed for advanced learners (e.g., weather–climate relation as a question of scale, aggregation, and uncertainty), with CLIMA-Tutor supporting data-informed discussion and simulation-backed explanations. Planned enhancements are instructor-oriented. Parameter-efficient fine-tuning (QLoRA) will better fit Turkish classroom discourse, and retrieval-augmented layers will ground responses in vetted materials. In the app, AI will trigger context-relevant media to support shifts from explanation to demonstration. Although originally built for grades 6–8, the same modular stack runs unchanged in the Practicum; only corpus and tasks shift to the syllabus. Mentor roles function as advisors, and dashboard plus transcript reviews provide feedback in flipped, studio, or seminar formats. Using one workflow across school and university enables comparison of user experience and refinement for higher-education use. Taken together, CLIMA-Tutor establishes an end-to-end workflow in which conversational AI mediates inquiry, the dashboard turns interactions into timely instructional signals, and the same system functions across school and university contexts. The Practicum will supply evidence on transferability and instructor workload, identifying generalizable elements. On this basis, the project is positioned to deliver actionable design and a cost-aware implementation pathway for AI-supported teaching, enabling systematic dissemination across the ITU ecosystem and informing practice in both higher education and schools.

CLIMA-Tutor: Okul ve Üniversitelerde Aynı Uygulamanın Kullanımında Kullanıcı Deneyimlerinin İncelenmesi

Gökhan İnce¹, İbrahim Delen², Bora Şenceylan¹, Nisa Nur Karabacak², Zeynep Gül Dertli³, Hakan Akçay², Bahadır Yıldız⁴

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, ²Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ³İstanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü, ⁴Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

Özet

Ortaöğretim ve yükseköğretimde, etkin öğrenmenin kalabalık sınıflarda yönetilebilir kılınması, öğrenenlerin düşünme süreçlerine zamanında görünürlük sağlanması ve rutin değerlendirme yükünün azaltılması gereksinimi öne çıkmaktadır. TÜBİTAK destekli bir proje kapsamında geliştirilen CLIMA-Tutor, konuşma tabanlı yapay zekâ ile öğretmen odaklı bir analitik panelin bütünleştirilmesi yoluyla söz konusu gereksinimlere yanıt vermektedir. Platform, okullarda pilot olarak uygulanmış olup Boğaziçi Üniversitesi'nde yürütülen Öğretmenlik Deneyimi dersi (ders kapsamındaki okullarda gerçekleştirilen staj uygulamaları) aracılığıyla üniversite düzeyinde kullanılması hedeflenmektedir CLIMA-Tutor üç bileşen halinde yapılandırılmıştır: soruları yanıtlayabilen, önceden eğitilmiş bir büyük dil modelinin barındırıldığı bir sunucu; öğrenen-mentor etkileşimlerinin yürütüldüğü bir uygulama; ve sınıf/öğrenci geçmişlerinin görüntülenebildiği ve indirilebildiği web panelini içeren bir veritabanı. İstemci-sunucu iletişimi güvenli HTTP üzerinden sağlanmakta; böylece ek altyapı gerektirmeksizin ders içi ve ders dışı kullanım desteklenmektedir. Uygulamanın okullarda uygulanmasından elde edilen bulgular (28 sınıf, 506 öğrenci, 2.751 ileti), katılımın istikrarlı seyrettiğini ve takip sorularının sıklığına göstermektedir. Öğretmenler tarafından, ön bilgiye ilişkin boşlukların daha erken evrede saptanabildiği ve örneklerin etkililiğine dair öngörülerin netleştiği raporlanmıştır. Yükseköğretime geçişin iki temel gerekçesi bulunmaktadır: Birincisi, Öğretmenlik Deneyimi dersi kapsamında öğretmen adayları, dersi yürüten öğretim elemanları ve iş birliği yapılan okul öğretmenleri tarafından aynı araç setinin tamamlayıcı rollerle kullanılmasıyla üniversite çalışmaları sınıf gerçekliğiyle doğrudan ilişkilendirilmektedir. İkincisi, iki farklı kullanıcı deneyimin eşzamanlı incelenmesi yöntemsel değer taşımakta; zaman kısıtları, ölçme düzenleri, içerik derinliği ve etkileşim normlarındaki farklılıklar aracılığıyla tasarım sınanmakta ve genellenebilir özellikler ortaya çıkarılmaktadır. Roller arası kullanıcı deneyimlerinin



karşılaştırılmasıyla, tek bağlamli çalışmalarda gözden kaçabilecek gereksinimlerin görünür kılınması amaçlanmaktadır. Boğaziçi Üniversitesi'ndeki Öğretmenlik Deneyimi dersi kapsamında öğrenme platformu, yapılandırılmış bir yansıtma ve biçimlendirici geribildirim aracı olarak konumlandırılmaktadır: öğretmen adaylarının kolaylaştırma uygulamalarını gözden geçirmesine olanak sağlanmakta; ders yürütücülerince planlama ve soru sorma stratejilerine geribildirim sunulmakta; okul öğretmenlerince üniversite görevleri sınıfın gerçek gereksinimleriyle ilişkilendirilmektedir. Kavramsal başlıklar ileri düzey öğrenenler için yeniden çerçevelenmekte (ör. hava durumu–iklim ilişkisi); veriye dayalı tartışmalar ve kısa simülasyon destekli açıklamalar kolaylaştırılmaktadır. Yakın döneme ilişkin geliştirmeler eğitmen gereksinimlerini incelemektedir. Türkçe sınıf söylemine uyumu artırmak üzere parametre verimli ince ayarın (QLoRA) uygulanması ve yanıtların güvenilir kaynaklara dayandırılması için geri çağırma destekli katmanların eklenmesi planlanmaktadır. Uygulama içinde konuya uygun medyanın tetiklenmesiyle açıklamadan gösterime hızlı geçişlerin desteklenmesi öngörülmektedir. Başlangıçta 6–8. sınıflar için tasarlanmış olmakla birlikte, modüler mimarinin Öğretmenlik Deneyimi bağlamında değişiklik yapılmaksızın çalıştığı; yalnızca içerik ve görevlerin ders müfredatına uyarlandığı görülmektedir. Mentor rolleri uzman danışmanlar olarak yeniden konumlandırılabilen; platform ve transkript incelemeleri ters-yüz, stüdyo ve seminer formatlarında biçimlendirici değerlendirmeyi desteklemektedir. Okul ve üniversite boyunca tek bir iş akışının sürdürülmesi, kullanıcı deneyimlerinin doğrudan karşılaştırılmasına ve yükseköğretim bağlamına yönelik hedefli iyileştirmelerin geliştirilmesine imkân tanımaktadır. Sonuç olarak CLIMA-Tutor, sorgulamaya konuşma tabanlı yapay zekânın aracılık ettiği, etkileşim verilerinin öğretmen platformunda öğretimsel göstergelere dönüştürüldüğü ve aynı modüler mimarinin okul ile üniversite bağlamlarında kesintisiz çalıştığı uçtan uca bir iş akışı ortaya koymaktadır. Boğaziçi Üniversitesi'ndeki Öğretmenlik Deneyimi dersi kapsamında yürütülecek çalışma, aktarılabilirlik ve eğitmen iş yükü üzerine karşılaştırmalı kanıt üretmek hangi bileşenlerin genellenebilir olduğunu ortaya çıkaracaktır. Bu zemin üzerinde, Türkçe yürütülen YZ destekli öğretime yönelik uygulanabilir tasarım ilkeleri ile ucuz bir şekilde geliştirilmeyi hedeflemekte; elde edilecek çıktıların İTÜ ekosistemi genelinde sistematik yaygınlaştırmayı mümkün kılarak hem yükseköğretim hem de okul uygulamalarını güçlendirmesi beklenmektedir.

Fostering Interdisciplinary Learning Through AI-Enhanced Wireless Network Protocol Design

Talip Tolga Sari

Istanbul Technical University, Faculty of Computer and Informatics Engineering,
Department of Computer Engineering



Abstract

This submission presents an interdisciplinary educational model built around the “Intelligent Wireless Network Protocol Design” course, aiming to translate cutting-edge research in AI-driven communications into impactful learning experiences. By combining theoretical foundations of wireless channel models and MAC protocols with hands-on OMNET++ simulations and reinforcement-learning optimizations, the proposed Co-Learning Lab activity encourages collaboration among engineering, data science and education specialists. Participants will prototype AI-powered network tools, share pedagogical strategies for integrating AI into technical curricula, and co-design modules that reflect both engineering rigor and learner-centred pedagogy. This approach not only strengthens students’ technical competencies but also fosters a sustainable framework for embedding interdisciplinary AI research.



Yapay Zeka Destekli Kablosuz Ağ Protokol Tasarımıyla Disiplinlerarası Öğrenimi Geliştirmek

Talip Tolga Sarı

İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
Bölümü

Özet

Bu sunum, “Akıllı Kablosuz Ağ Protokol Tasarımı” dersi etrafında şekillenen disiplinlerarası bir eğitim çerçevesini tanıtmaktadır. Kablosuz kanal modellerinden MAC katman protokollerine uzanan sağlam teorik temellere dayanan bu yaklaşımda katılımcılar OMNET++ tabanlı simülasyonlar ve pekiştirmeli öğrenme optimizasyonları aracılığıyla yapay zeka destekli ağ araçları prototipi geliştirir. Mühendislik, veri bilimi ve pedagojinin kesişim noktasında yürütülen iş birliği çalışmaları, hem öğrencilerin teknik becerilerini derinleştirir hem de araştırma ile öğretimi sürdürülebilir bir biçimde bütünleştiren bir model oluşturur. Sonuç olarak, disiplinlerarası yapay zeka eğitimi ileri taşıyacak öğrenci odaklı modüller stratejiler ortaya konacaktır.



Integrating Artificial Intelligence into Architectural Education: Good Practice Examples from 15 Universities, Regional Trends, and a Roadmap for ITU

Ali Ihsan Yasan¹, Ömer Faruk Göçgün², Muhammed Ziya Paköz¹

¹Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Department of Urban and Regional Planning, ²Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Department of Architecture



Abstract

Artificial intelligence is reshaping curricula, learning objectives, and teaching models in higher education. Architectural education, with its studio based and interdisciplinary structure, is among the fields where this transformation is most evident. Yet comparative studies showing how AI is integrated into curricula, at which levels, in what formats, and with what content remain limited. This study maps global approaches, identifies regional trends, and proposes an integration model for Istanbul Technical University (ITU). Methodology. The research analyzes course catalogs of 15 universities: four in the Americas, five in Europe, and six in Asia. Courses were coded by level, status, format, and content type. Findings were synthesized into comparative tables and thematic mappings, resulting in a typology of integration models. Americas. The Interaction Intelligence Studio at MIT (embedded, undergraduate and graduate) integrates AI directly into studio pedagogy. NJIT's AI Literacy Micro credential (all levels) spreads literacy widely. At the University of Florida, graduate courses such as AI and Ethics in Architecture and Machine Learning for Architects emphasize technical depth. Europe. Integration is concentrated at the graduate level. The University of Bath offers the Artificial Intelligence for Engineering and Design MSc, a fully AI focused master program. IAAC Barcelona provides the Master in AI for Architecture and the Built Environment as a discipline specific track. The University of Liverpool embeds AI in its Advanced Architecture program through mandatory courses. TU Munich combines technical and social perspectives with electives such as Algorithmic Design and AI and Regulation. At ITU, MYZ306E (undergraduate) and MBL559E (graduate) electives are pilot efforts in the Turkish context. Asia. Asian universities often introduce AI through mandatory early undergraduate courses. Nanjing Tech University's



Introduction to AI B and Shanghai Jiao Tong University's AI and Design (both first year, mandatory) provide foundational skills. The Singapore University of Technology and Design positions itself with Creative Machine Learning (third year, mandatory) as part of studio pedagogy. At NUS and Nanjing University, electives cover generative design and low carbon cities. Xi'an Jiaotong Liverpool University embeds AI in Structural Design (third year, mandatory) with interdisciplinary focus. Regional trends. In the Americas, AI is mostly elective, emphasizing flexibility and studio integration. In Europe, it forms part of the core of graduate programs, institutionalized through mandatory courses. In Asia, it appears in required undergraduate courses, ensuring broad literacy from the outset. Stakeholders and SWOT. Internal stakeholders include students, faculty, administration, and technology units, while external stakeholders include professional chambers, accreditation bodies, industry, and alumni. Strengths include studio culture and interdisciplinarity. Weaknesses are limited infrastructure and faculty expertise. Opportunities include European graduate programs and Asian early models. Threats involve access gaps, ethics, and data security issues. Conclusion. The study proposes a three step model for ITU: a faculty wide AI literacy micro credential, a mandatory introductory course, and studio based modules with field specific electives. This structure supports both foundational competencies and advanced expertise. The study is supported by ITU's Undergraduate Student Research Participation Program (LÖKAP).

Mimarlık Eğitiminde Yapay Zekâ Entegrasyonu: 15 Üniversiteden İyi Uygulama Örnekleri, Bölgesel Eğilimler ve İTÜ İçin Yol Haritası

Ali İhsan Yasan¹, Ömer Faruk Göçgün², Muhammed Ziya Paköz¹

¹Istanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,

²Istanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

Özet

Yapay zekâ, yükseköğretimde müfredat yapısını, öğrenme hedeflerini ve pedagojik modelleri köklü biçimde dönüştürmektedir. Stüdyo temelli ve disiplinlerarası yapısı ile mimarlık eğitimi, bu dönüşümün en belirgin şekilde hissedildiği alanlardan biridir. Ancak yapay zekânın müfredata hangi düzeylerde, hangi biçimlerde ve hangi içerik türleriyle entegre edildiğine dair karşılaştırmalı çalışmalar sınırlıdır. Bu araştırma, dünyadaki öncü yaklaşımları haritalamayı, bölgesel eğilimleri ortaya koymayı ve İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) için uygulanabilir bir entegrasyon modeli önermeyi amaçlamaktadır. Yöntem. Çalışma, Amerika'dan dört, Avrupa'dan beş ve Asya'dan altı olmak üzere toplam 15 üniversitenin ders kataloglarını incelemektedir. Dersler; düzey, statü, biçim ve içerik türü ölçütlerine göre kodlanmış, karşılaştırmalı tablolar ve tematik haritalar aracılığıyla tipolojileştirilmiştir. Amerika örnekleri. MIT'deki Interaction Intelligence Studio (lisans ve lisansüstü, gömülü) YZ'nin doğrudan stüdyo pedagojisine entegre edildiğini göstermektedir. NJIT'nin AI Literacy Micro-credential programı (tüm seviyeler) mikro sertifika modeliyle YZ okuryazarlığını yaygınlaştırmaktadır. Florida Üniversitesi'nde AI & Ethics in Architecture ve Machine Learning for Architects (lisansüstü, bağımsız) teknik yoğunluklarıyla öne çıkmaktadır. Avrupa örnekleri. Avrupa'da entegrasyon büyük ölçüde yüksek lisans düzeyinde kurumsallaşmıştır. Bath Üniversitesi, tamamen YZ odaklı Artificial Intelligence for Engineering and Design MSc programını açmıştır. IAAC Barcelona, Master in AI for Architecture & the Built Environment ile mimarlığa özgü bir yüksek lisans sunmaktadır. Liverpool Üniversitesi, Advanced Architecture (Computational Design and AI) programında zorunlu gömülü derslerle YZ'yi entegre etmiştir. Münih Teknik Üniversitesi, Algorithmic Design ve AI & Regulation gibi seçmeli derslerle teknik ve toplumsal boyutları birleştirmektedir. İTÜ'de MYZ306E (lisans) ve MBL559E (lisansüstü) seçmeli dersleri yerel bağlamda pilot niteliği taşımaktadır. Asya örnekleri. Asya'da YZ çoğunlukla erken lisans yıllarında zorunlu dersler yoluyla sunulmaktadır. Nanjing Tech University'nin Introduction to AI B ve Shanghai Jiao Tong University'nin AI and Design dersleri (1. sınıf, zorunlu) tüm öğrencilere temel yetkinlik kazandırmaktadır. Singapore University of Technology and Design (SUTD),



Creative Machine Learning (3. sınıf, zorunlu) ile YZ'yi stüdyo pedagojisine entegre etmekte ve kendini teknoloji odaklı bir kimlikle konumlandırmaktadır. NUS ve Nanjing University seçmeli derslerle generatif tasarım ve düşük karbon şehirler gibi alanlara odaklanırken, Xi'an Jiaotong Liverpool University Structural Design (3. sınıf, zorunlu) dersiyse disiplinlerarası bir yaklaşım geliştirmektedir. Bölgesel eğilimler. Amerika'da YZ dersleri genellikle seçmeli olup esneklik, stüdyo entegrasyonu ve mikro sertifikalar öne çıkmaktadır. Avrupa'da YZ, yüksek lisans programlarının çekirdeğine yerleşmiş ve zorunlu derslerle kurumsallaşmıştır. Asya'da ise YZ, zorunlu lisans dersleri üzerinden geniş tabana yayılmaktadır. Paydaşlar ve SWOT. İç paydaşlar; öğrenciler, öğretim üyeleri, fakülte yönetimi ve eğitim teknolojileri birimleridir. Dış paydaşlar ise meslek odaları, akreditasyon kurumları, sektör ve mezunları kapsamaktadır. SWOT analizi; güçlü yön olarak stüdyo kültürünü ve disiplinlerarası yapıyı, zayıf yön olarak altyapı ve öğretim üyesi kapasite eksikliklerini, fırsat olarak Avrupa'daki yüksek lisans programlarını ve Asya'daki erken dönem modellerini, tehdit olarak ise erişim eşitsizlikleri ile etik ve veri güvenliği sorunlarını ortaya koymaktadır. Sonuç. Çalışma, İTÜ için üç aşamalı bir entegrasyon modeli önermektedir: fakülte genelinde YZ okuryazarlığı mikro sertifikası, tüm öğrencilere yönelik zorunlu giriş dersi, ve stüdyo içi modüller ile alan bazlı seçmeli dersler. Bu yapı, hem temel yetkinliklerin yaygınlaştırılmasını hem de mimarlığa özgü ileri uzmanlaşmaların gelişmesini mümkün kılmaktadır. Çalışma, İTÜ'nün LÖKAP (Lisans Öğrencileri Katılımlı Araştırma Projeleri) programı tarafından desteklenmektedir.

Research-Based Marine Pollution Education: Active Engagement Through TÜBİTAK 2209-A Undergraduate Projects

Oktaç Eren Türeçen

Istanbul Technical University, Faculty of Naval Architecture and Ocean Engineering,
Department of Shipbuilding and Ocean Engineering



Abstract

This learning activity aims to engage undergraduate students in active learning by linking marine pollution topics with real-world scientific research and project development. Conducted within the scope of the “Marine Pollution” course at Istanbul Technical University’s Department of Naval Architecture and Marine Engineering, the activity is designed around a research-based and project-based learning model. The primary learning goals include fostering students' ability to propose solutions to environmental issues, develop research designs, collaborate effectively, and communicate scientifically. The activity involves a comprehensive review of the TÜBİTAK 2209-A Undergraduate Research Program. Students formed five teams of four members, each developing original project ideas related to marine pollution. They wrote and submitted proposals under academic supervision. Two of the five submitted projects received funding and are currently being implemented at the DEKOTOKS (Marine Pollution and Ecotoxicology Laboratory). Methodologically, the process was based on research-based learning, emphasizing student ownership of project design and execution. Students received mentorship in literature review, hypothesis formulation, experimental design, data collection, and reporting. The learning was hands-on and challenge-driven, requiring students to turn theoretical knowledge into applied research output. Learning outcomes include enhanced skills in research methodology, critical thinking, teamwork, scientific writing, and presentation. Students developed a stronger sense of environmental responsibility and scientific identity by participating directly in a real research ecosystem. The experience not only deepened their understanding of marine pollution but also encouraged their long-term engagement with scientific inquiry. This approach represents a successful model of integrating research into undergraduate education and aligns strongly with the goals of the ITU Together Learning Laboratory. It provides a replicable framework that can inspire similar initiatives across disciplines, demonstrating how students can become active producers of knowledge rather than passive recipients.



Araştırma Tabanlı Öğrenmeyle Deniz Kirliliği Eğitimi: Lisans Öğrencileriyle TÜBİTAK 2209-A Projeleri Üzerinden Etkin Katılım

Oktay Eren Türeyen

İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi ve
Deniz Teknolojisi Mühendisliği Bölümü

Özet

Bu öğrenme faaliyeti, lisans öğrencilerini deniz kirliliği konusunu sadece teorik bilgi düzeyinde değil, bilimsel üretim süreçleriyle ilişkilendirerek aktif öğrenmeye dahil etmeyi hedeflemektedir. İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Bölümü'nde verilen "Deniz Kirliliği" dersi kapsamında, öğrenciler proje tabanlı ve araştırma tabanlı bir öğrenme modeliyle yönlendirilmiştir. Öğrenme hedefi, öğrencilerin çevresel sorunlara çözüm üretebilme, araştırma tasarımı yapabilme, ekip çalışması ve bilimsel iletişim becerilerini geliştirmeleridir. Kapsam olarak, öğrenciler TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı'nı inceleyip, bu program kapsamında deniz kirliliğiyle ilgili özgün proje fikirleri geliştirmiştir. Beş ayrı 4 kişilik ekip oluşturulmuş, her biri kendi araştırma konusunu belirleyerek proje yazımı gerçekleştirmiştir. Başvurular sonucunda iki proje destek almış ve DEKOTOKS (Deniz Kirliliği ve Ekotoksikoloji Laboratuvarı) çatısı altında yürütülmeye başlanmıştır. Metodoloji olarak proje tabanlı ve araştırma tabanlı öğrenme yaklaşımı benimsenmiş, öğrencilerin kendi projelerini tasarlamaları ve yürütmeleri desteklenmiştir. Bu süreçte öğrencilere proje yazımı, literatür taraması, hipotez oluşturma, deneysel tasarım ve veri toplama konularında mentorluk sağlanmıştır. Öğrenme çıktıları arasında öğrencilerin bilimsel araştırma yapma becerisi kazanması, özgüven gelişimi, çevresel sorunlara duyarlılık, bilimsel iletişim ve raporlama yetkinlikleri yer almaktadır. Bu model, öğrencilerin sadece bilgi tüketicisi değil, bilgi üreticisi olarak konumlandığı güçlü bir öğrenme deneyimi sunmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin kendi fikirleriyle proje üretmeleri, dersi içselleştirmelerini ve gelecekte araştırma kariyerlerine ilgi duymalarını sağlamaktadır. İTÜ Birlikte Öğrenme Laboratuvarı için bu uygulama, lisans düzeyinde araştırma temelli öğrenmenin güçlü bir örneğidir ve farklı disiplinlere de kolaylıkla uyarlanabilir niteliktedir.

The Learning Station Approach for Overcoming Conceptual and Cognitive Barriers in Linear Algebra

İrma Hacınlıyan, Semra Ahmetolan

Istanbul Technical University, Faculty of Science and Letters, Department of
Mathematical Engineering



Abstract

Linear algebra is widely recognized as a conceptually and cognitively challenging subject. Jean-Luc Dorier and Anna Sierpinska, in their influential work *Research into the Teaching and Learning of Linear Algebra* (2001), emphasize two core sources of students' difficulties. The first involves conceptual difficulties—what they refer to as “the nature of the beast”—stemming from the high level of abstraction, the disconnection from students' prior intuitive knowledge, and the challenge of transitioning between multiple representations such as geometric, algebraic, and algorithmic forms. The second concerns cognitive difficulties, or “the kinds of thinking required,” particularly the shift from procedural reasoning to formal-axiomatic thinking. According to the APOS theory (Action–Process–Object–Schema), many students remain at the Action stage and struggle to reach higher levels of understanding. Addressing these well-documented challenges, the “Learning Station” (LS) model was implemented in the MAT143/E Linear Algebra course offered by the Mathematics Engineering Department at Istanbul Technical University during the Fall 2024–2025 semester. The course content was modularized into structured learning units, each designed to support conceptual understanding and active engagement. Modules included curated materials such as videos, readings, solved examples, mini quizzes, and proof-based exercises. Traditional attendance methods were replaced with short in-class problem-solving tasks, followed by feedback to encourage continuous participation and metacognitive awareness. To evaluate the impact of this approach, a mixed-method feedback survey was conducted. Results showed strong agreement that the LS model helped make learning more organized, accessible, and effective. Students reported increased responsibility in their learning process, improved understanding of proofs, and an enhanced ability to connect concepts across modules. The survey highlighted further benefits such as clear topic segmentation,



targeted content access, and reduced cognitive load through structured materials. Notably, students described the model as more effective than previous learning experiences in mathematics, especially in supporting transitions to higher-order thinking. Some constructive feedback was also received regarding the complexity of the interface and the need for clearer guidance in independently constructing personal learning paths. Nevertheless, the overall reception of the model was positive, with many students expressing interest in seeing similar approaches used in other mathematically intensive courses. In conclusion, the Learning Station model effectively responds to the pedagogical challenges outlined by Dorier and Sierpiska by creating a structured, modular, and student-centered learning environment. The findings support the argument that abstract and proof-intensive subjects like linear algebra can be made more accessible through innovative instructional design. Furthermore, this approach holds promise for broader application in STEM fields where mathematical rigor and conceptual clarity are critical.

Lineer Cebirde Kavramsal ve Bilişsel Engellerin Üstesinden Gelmek İçin Öğrenme İstasyonu Yaklaşımındaki Kavramsal Zorlukların Üstesinden Gelmek

İRMA HACINLIYAN, SEMRA AHMETOLAN

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Mühendisliği
Bölümü

Özet

Lineer (doğrusal) cebir, kavramsal ve bilişsel açıdan zorlayıcı bir konu olarak geniş çapta kabul görmektedir. Jean-Luc Dorier ve Anna Sierpiska, *Research into the Teaching and Learning of Linear Algebra* (2001) adlı etkili çalışmalarında, öğrencilerin yaşadığı güçlüklerin iki temel kaynağını vurgulamaktadır. İlki, “konunun doğası” olarak tanımlanan kavramsal güçlüklerdir; bu güçlükler yüksek soyutluk düzeyinden, öğrencilerin sezgisel bilgileriyle olan kopukluktan ve geometrik, cebirsel ve algoritmik gibi farklı temsiller arasında geçiş yapma zorluğundan kaynaklanmaktadır. İkincisi ise “gereken düşünme biçimi” olarak tanımlanan bilişsel güçlüklerdir; burada temel sorun, işlem temelli düşünmeden kuramsal-aksiyomatik düşünmeye geçiştir. APOS kuramına (Eylem–Süreç–Nesne–Şema) göre, birçok öğrenci “Eylem” aşamasında takılı kalmakta ve üst düzey kavramsal anlayış gerektiren aşamalara ulaşmakta zorlanmaktadır. Bu iyi belgelenmiş zorluklara çözüm getirmek amacıyla, 2024–2025 Güz döneminde İstanbul Teknik Üniversitesi



Matematik Mühendisliği Bölümü tarafından verilen MAT143/E kodlu Lineer Cebir dersi kapsamında “Öğrenme İstasyonu” (Learning Station – LS) modeli uygulanmıştır. Ders içeriği, kavramsal anlayışı destekleyen ve öğrencinin aktif katılımını teşvik eden modüler öğrenme birimlerine ayrılmıştır. Her modülde videolar, okumalar, çözümlü örnekler, mini quizler ve ispat temelli alıştırmalar gibi yapılandırılmış materyaller sunulmuştur. Geleneksel yoklama yöntemleri yerine, her derste kısa problem çözme etkinlikleri uygulanmış ve öğrencilere bireysel geri bildirim verilerek sürekli katılım ve üst düzey düşünme teşvik edilmiştir. Yaklaşımın etkisini değerlendirmek amacıyla nicel ve nitel sorular içeren bir geri bildirim anketi uygulanmıştır. Sonuçlar, LS modelinin öğrenmeyi daha düzenli, erişilebilir ve etkili kıldığı yönünde güçlü bir uzlaşma olduğunu göstermiştir. Öğrenciler, öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk aldıklarını, ispatlara yönelik yaklaşımlarının geliştiğini ve modüller arası kavramsal bağlantıları daha iyi kurabildiklerini belirtmiştir. Ayrıca konu başlıklarının açıkça ayrılmış olması, hedefe yönelik içerik erişimi ve yapılandırılmış materyaller sayesinde bilişsel yükün azaldığı yönünde olumlu katkılar sunmuştur. Katılımcıların çoğu, bu yöntemin önceki matematik derslerinden daha etkili olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte, arayüzün başlangıçta karmaşık olması ve kişisel öğrenme yollarını inşa etme sürecinde daha fazla yönlendirmeye ihtiyaç duyulması gibi geliştirilmesi gereken alanlar da belirlenmiştir. Yine de genel değerlendirme olumludur ve birçok öğrenci, benzer uygulamaların diğer derslerde de kullanılmasını arzu ettiğini belirtmiştir. Sonuç olarak, Öğrenme İstasyonu modeli, Dorier ve Sierpinski'nin ortaya koyduğu pedagojik zorluklara doğrudan yanıt veren yapılandırılmış, modüler ve öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Bulgular, soyut ve ispat yoğun derslerin yenilikçi öğretim tasarımları yoluyla daha erişilebilir hale gelebileceğini göstermektedir. Ayrıca bu yaklaşım, kavramsal netlik ve matematiksel titizliğin kritik olduğu tüm STEM alanlarında geniş çaplı bir uygulama potansiyeline sahiptir.

Redesigning University Education through Teaching Exams and Group-Based Learning

Saadet S. Özer

Istanbul Technical University, Faculty of Science and Letters, Department of
Mathematical Engineering



Abstract

The proliferation of digital resources such as AI tools, video platforms (e.g., YouTube), open courses, and e-book/PDF repositories has made access to information almost instantaneous and limitless; this situation is radically transforming the traditional classroom-based understanding of teaching. Bringing students to classrooms after long journeys is becoming increasingly difficult and meaningless. Indeed, classrooms all over the world are emptying. It seems inevitable that “individual-oriented” teaching and assessment models will be replaced by models based on “group production.” Nowadays, not only individuals who possess information, but also those who can easily access information, evaluate and apply the information they reach; who have developed teamwork and production skills; and who can quickly produce solutions in crisis situations, come to the forefront. Shaping teaching models at universities in this direction is an urgent need. The system of reduced class hours parallel to reduced credits, intended to allow students to devote more time to research and projects, has not achieved its expected goal. At this point, we propose a “group-based practice-oriented” teaching model together with a “teaching exam” model. We model group learning by dividing courses into theoretical and practical parts. In our country, practical hours present only in some courses and mostly based on example-solving rather than active student participation, can be expanded to other courses through a collaborative learning approach using AI and other emerging technologies. Abroad, in my own field of mathematics, it is observed that almost all courses are conducted with small-group, student-active models. The biggest obstacles to this model are crowded classes and the lack of teaching assistants. Abroad, this problem is solved by dividing large classes into small groups; running parallel practical sessions under the supervision of PhD students and with “student assistants” selected from upperclassmen who have successfully completed the course. In our university, the previously widespread



“student assistant” practice can be revived through the İŞKUR Youth Program, which started last year. Thus, while providing financial and academic support especially to graduate and senior students, our teaching model will also be strengthened. In the model I apply in my graduate courses, students form working groups, submit assignments as a group, and in submission sessions, randomly selected students present the solution on the board and answer questions from other students. Submission sessions should ideally be practical sessions conducted by the assistant. Grading is based half on the submitted work and half on the presentation and question-answer performance (scored separately for the questioner and the respondent), thus encouraging active participation and a discussion environment. In terms of evaluation, I have been applying the “teaching exam” method for several years. This method is based on the principle that the exam itself should be a learning process. After completing the exam within the time given in the classroom, students are allowed to re-solve any questions they wish, either individually or in communication with each other, using any sources they wish (including AI) within two days, and resubmit. Thus, the exam becomes part of the learning process. In the next class, questions are randomly directed to students and solved on the board through the question-answer method. The paper that student submitted in class is scanned and sent to them after their resubmission, and they are asked to make their own evaluation. In this way, learning is reinforced through mistakes. Grading is carried out by jointly evaluating the first, second submissions, and the question-answer performance, thereby measuring both the learning and inquiry process. The scoring of question-answer aims not only at the student’s learning, but also at their ability to question knowledge, apply it in different scenarios, and convey it to others.

Öğretici Sınav ve Grup Temelli Öğrenme ile Üniversite Eğitiminin Yeniden Tasarımı

Saadet S. Özer

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Mühendisliği
Bölümü

Özet

Yapay zekâ araçları, video platformları (ör. YouTube), açık dersler ve e-kitap/PDF arşivleri gibi dijital kaynakların yaygınlaşması, bilgiye erişimi neredeyse anlık ve sınırsız hâle getirmiştir; bu durum, geleneksel derslik temelli öğretim anlayışını kökten değiştirmektedir. Öğrencileri, uzun yolculuklar yaparak dersliklere getirmek giderek zor ve anlamsız hale gelmektedir. Nitekim tüm dünyada derslikler boşalmaktadır. “Bireye yönelik” öğretim ve ölçme değerlendirme modellerinin yerini “gruplar halinde üretime” dayalı modellerin alması kaçınılmaz görünmektedir. Artık sadece bilgiye sahip bireyler değil; bilgiye kolayca erişebilen, ulaştığı bilgiyi değerlendirebilen, uygulayabilen; takım çalışması ve üretme becerisi gelişmiş; kriz durumlarında hızla çözüm üretebilen bireyler ön plana çıkmaktadır. Üniversitelerde öğretim modellerinin bu doğrultuda şekillendirilmesi acil bir ihtiyaçtır. Öğrencilerin araştırma ve projelere daha fazla zaman ayırabilmesi amacıyla, azaltılmış krediye paralel, azaltılmış ders saatleri sistemi beklenen hedefine ulaşamadı. Bu noktada, “gruplar halinde uygulama esaslı” bir öğretim modeli ile “öğretici sınav” modelini birlikte önermekteyiz. Gruplar halinde öğrenmeyi, dersleri teorik ve uygulama olarak iki kısma ayırarak modelliyoruz. Ülkemizde sadece bazı derslerde ve çoğunlukla öğrencinin aktif katılımından çok örnek çözmeye dayalı olan uygulama saatleri, yapay zeka ve diğer gelişen teknolojiler kullanılarak birlikte öğrenme yaklaşımı ile diğer bazı derslere de genişletilebilir. Yurtdışında, kendi alanım olan Matematikte de hemen hemen tüm derslerin küçük gruplar halinde ve öğrenciyi aktif olarak sürece katan modellerle yürütüldüğü görülmektedir. Bu modelin önündeki en büyük engel kalabalık sınıflar ve yardımcı öğretici eksikliğidir. Yurtdışında bu sorun, kalabalık dersleri küçük gruplara bölerek; paralel uygulama saatlerini doktora öğrencilerinin yönetiminde ve dersi başarıyla tamamlamış üst sınıflardan seçilen “öğrenci asistanlar” ile çözülmektedir. Üniversitemizde, geçmişte yaygın olan “öğrenci asistan” uygulaması, geçtiğimiz yıl başlayan İşkur Gençlik Programı ile yeniden canlandırılabilir. Böylece, özellikle yüksek lisans ve son sınıf öğrencilerine maddi ve akademik destek sağlanırken, öğretim modelimiz de güçlendirilmiş olur. Lisansüstü derslerimde, uyguladığım modelde, öğrenciler çalışma grupları oluşturmakta, verilen ödevleri grup halinde teslim etmekte ve teslim derslerinde rasgele seçilen öğrenciler tahtada çözüm sunmakta, diğer öğrencilerin sorularını yanıtlamaktadır. Teslim

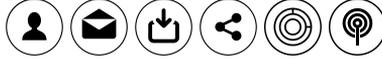


dersleri, ideal olarak asistanın yürüttüğü uygulama dersi olmalıdır. Puanlaması; yarısı teslim edilen çalışmaya, yarısı ise anlatım ve soru-cevap performansına (soran ve cevaplayan için ayrı ayrı) göre yapılmakta, böylece aktif katılım ve tartışma ortamı teşvik edilmektedir. Ölçme-Değerlendirme anlamına ise birkaç yıldır "öğretici sınav" yöntemini uygulamaktayım. Bu yöntem, sınavın da bir öğrenme süreci olması ilkesine dayanmaktadır. Sınav, derslikte verilen süre içinde tamamlandıktan sonra, öğrenciler diledikleri soruları, ister bireysel ister birbirleri ile iletişim halinde, diledikleri kaynaklardan (yapay zeka dahil) yararlanarak iki gün içinde tekrar çözerek teslim etmektedir. Böylece sınav, öğrenme sürecinin bir parçasına dönüşür. Bir sonraki derste, sorular rastgele öğrencilere yöneltilmekte ve soru-cevap yöntemiyle tahtada çözdürülmektedir. İkinci teslimi yapan öğrenciye, derslikte verdiği ilk kağıt taranarak gönderilmekte ve kendi değerlendirmesini yapması istenmektedir. Böylelikle hatalar üzerinden öğrenme pekiştirilmektedir. Puanlama; ilk teslim, ikinci teslim ve soru-cevap performansının birlikte değerlendirilmesiyle yapılmakta, böylece hem öğrenme hem sorgulama süreci ölçülmektedir. Soru-cevap puanlanması öğrencinin yalnızca öğrenmesini değil; bilgiyi sorgulayıp, farklı senaryolarda uygulayarak başkalarına aktarabilecek seviyeye gelmesini amaçlamaktadır.

Interactive Learning Approaches and Techniques for the LEE 904 Studies Course

Emrah Tuncay Özdemir

Istanbul Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Climate Science and Meteorological Engineering



Abstract

According to the “Istanbul Technical University (ITU) Postgraduate Education and Teaching Regulations, Senate Principles, Courses Section,” it is stated that “Doctoral students who started their studies in the spring semester of 2022-2023 and thereafter must take and successfully complete one of the courses in the career development group coded by the Graduate Education Institute (GEI). The courses in the career development group are coded in the 900 series and are considered equivalent to each other.” Among the five courses included in this group is the “LEE 904 (Turkish) / 904E (English) Directed Studies Course.” The course content is defined as “conducting research focused on a specific topic under the supervision of the instructor and preparing a publication (manuscript, paper, etc.).” In the Fall Semester of 2024-2025, the total enrollment capacity of the course, which was offered in Turkish, was 20 students. Following the withdrawal of 2 students, the course was completed with 15 doctoral and 3 master’s students. Throughout the course, interactive learning approaches and techniques developed entirely by me were implemented. Conducted in hybrid format, the course was taught interactively over 14 weeks. Within the scope of the course, two main resources were studied: the primary textbook “How to Write and Publish a Scientific Paper,” and as a supplementary reading, the manuscript “Scientific Publication Ethics Investigations within the Framework of Administrative Court Decisions.” Each student was assigned three topics from the primary textbook and four pages from the supplementary manuscript. Using ITU’s official presentation template, students prepared and delivered their presentations. The interactive nature of the course was achieved through my sharing of personal experiences, providing additional insights and examples, as well as students contributing their own experiences and raising questions on the subject. After the first 10 students completed their presentations based on the main textbook, the remaining 10 students were required to summarize the three or five most important sentences from each of their assigned topics. This approach fostered further discussion, knowledge exchange, and reinforcement of the material learned. To ensure application of the concepts, each student was



assigned tasks requiring them to prepare sections of a paper at Q1 level (according to SCOPUS), including abstract, introduction, methodology, analysis, discussion, and conclusion. Student work was evaluated using artificial intelligence and similarity tests, and regular feedback was provided. I also attended Wiley and Springer webinars on “How to Write a Manuscript,” particularly focusing on recent information regarding artificial intelligence (AI) usage, and conveyed these insights to the students. At the end of the semester, each student was required to submit a Q1-level manuscript. It was repeatedly emphasized that producing manuscripts at Q1 standard is a time-intensive process, and students were urged to further refine their work. In face-to-face discussions at the end of the term, students stated that the two documents studied had been highly beneficial. Additionally, students were asked to complete a 20-question, five-choice “Course and Instructor Evaluation Survey,” along with two open-ended questions requiring comments. Survey results showed that the instructor was highly effective in both guidance and motivation, that the course greatly exceeded expectations, and that students improved in academic writing and research skills. All students expressed satisfaction with the hybrid model. Detailed, constructive, and timely feedback was frequently highlighted as a major strength. Students also noted they were supported in achieving challenging goals such as Q1-level manuscript writing. Some suggested that the course could be further enriched by incorporating peer-review simulations or comparative analyses of Q1 manuscripts. As a result, students from 12 different ITU departments enrolled in the course. Out of 20 students, 2 withdrew. A total of 17 Q1-level manuscripts were prepared (two siblings collaborated on a single manuscript). A final survey was conducted to determine whether students intended to submit their manuscripts to journals. Sixteen students responded (including one of the siblings), and 13 expressed their intention to submit to Q1/Q2-level journals.

LEE 904 Yönlendirilmiş Çalışmalar Dersi İçin İnteraktif Öğrenme Yaklaşımları ve Teknikleri

Emrah Tuncay Özdemir

İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, İklim Bilimi ve Meteoroloji Mühendisliği Bölümü

Özet

“İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Senato Esasları Dersler Bölümü”nde, “Öğrenimine 2022-2023 bahar dönemi ve sonrasında başlayan doktora öğrencileri, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü (LEE) kodlu kariyer gelişimi grubunda yer alan derslerden birini alıp başarmak zorundadır. Kariyer gelişimi grubunda yer alan dersler 900 kodludur ve birbirine denktir.” denilmektedir. Bu grupta yer alan ders sayısı toplam da 5 (beş) olup onlardan birisinde “LEE 904 (Türkçe) / 904E (İngilizce) Yönlendirilmiş Çalışmalar / Directed Studies Dersi”dir. Dersin içeriği ise “Dersi veren öğretim üyesinin rehberliğinde, belirli bir konuya odaklanan araştırmanın yürütülmesi ve yayın (makale, bildiri vs.) hazırlanması” olarak tanımlanmıştır. 2024-2025 Güz Dönemi’nde toplam ders kontenjanı 20 (yirmi) ve Türkçe olarak açılan bu ders, 2 (iki) öğrencinin dersi bırakması sonucu doktora 15 (onbeş) öğrenci ve yüksek lisans 3 (üç) öğrenci olarak tamamlanmıştır. Derste tamamen benim geliştirdiğim interaktif öğrenme yaklaşımları ve teknikleri kullanılmıştır. Ders hibrit olarak, 14 (ondört) hafta boyunca interaktif olarak işlenmiştir. Ders kapsamında birincisi "Bilimsel Bir Makale Nasıl Yazılır ve Yayınlanır" ana ders kitabı olmak üzere, ikincisi "İdari Yargı Kararları Çerçevesinde Bilimsel Yayın Etiği Soruşturmaları" makalesi yardımcı ders konusu olarak işlenmiştir. Ana ders kitabından her bir öğrenciye 3 (üç) konu ve yardımcı ders konusundan da 4 (dört) sayfa olmak üzere konular paylaştırılmıştır. İTÜ'nün resmi sunum şablonunu kullanarak, öğrenciler sunumlarını hazırlayıp sunumlarını gerçekleştirmişlerdir. Sunum esnasında önemli konularda benim kendi deneyimlerimi aktarmam, ek bilgi ve örnek vererek katkı sağlamam, öğrencilerin kendi yaşadıkları deneyimleri aktarmaları ve konuyla ilgili sorular sormalarıyla ders interaktif olarak işlenmiştir. Ana kitabın ilk 10 (on) öğrencide bitmesi üzerine, son 10 (on) öğrenciden her 3 (üç) konunun en önemli 3 (üç)-5 (beş) cümlesini sunması istenmiştir. Böylece öğrenmiş olduğumuz konular üzerinde daha fazla tartışma, bilgi alışverişi ve pekiştirme yapma imkanı doğmuştur. Öğrendiğimiz konuların uygulamalarını yapmak üzere her bir öğrencinin Q1 seviyesinde (SCOPUS'a göre) makale yazacak şekilde bir makalede olması gereken özet, giriş, yöntem, analiz, tartışma, sonuç gibi bölümlerin hazırlanması için ödevler verilmiştir. Öğrencilerin yapmış oldukları çalışmaların değerlendirilmesinde yapay zeka ve benzerlik testleri



yapılmış ve düzenli olarak öğrencilere yaptıkları çalışmalar için geri bildirimde bulunulmuştur. Wiley’le ve Springer’in yapmış olduğu “Makale nasıl yazılmalıdır?” eğitim webinarları tarafımdan takip edilmiş ve özellikle yapay zeka kullanımına ait son bilgiler öğrencilere tarafımdan aktarılmıştır. Dönem sonunda proje tesliminde her öğrenciden Q1 seviyesinde makale teslim edilmesi istenmiştir. Öğrencilere özellikle Q1 seviyesinde makale yazma sürecinin çok zaman aldığı ve öğrencilerin yazdıkları makaleler üzerinde daha çok çalışmalar gerektiği özellikle defalarca vurgulanmıştır. Dönem sonunda öğrencilerle yaptığım yüz yüze sohbetlerde ders süreci boyunca gördükleri bu iki dokümandan çok faydalandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca dönem sonunda öğrencilere 20 (yirmi) soruluk 5 (beş) şıklı “Ders ve Öğretim Üyesi Değerlendirme Anketi” cevaplamaları istenmiştir. Bu sorulara ilaveten 2 (iki) sorulukta yorum yapmaları istenilen sorular da sorulmuştur. Anket sonuçları değerlendirilmesinde; eğitmenin öğrencilere hem rehberlik hem de motivasyon konusunda çok başarılı olduğunu, dersin beklentileri fazlasıyla karşıladığını ve öğrencilerin akademik yazım ile araştırma becerilerinde gelişim sağladığını göstermektedir. Tüm öğrenciler hibrit ders modelinden memnun kalmıştır. Öğretim üyesinin detaylı, yapıcı ve zamanında geri bildirimleri öğrenciler tarafından sıkça vurgulanmıştır. Q1 düzeyinde makale yazım gibi zorlayıcı hedeflere ulaşmada öğrencilerin desteklendiği belirtilmiştir. Bazı öğrenciler, ders kapsamına hakemlik simülasyonları veya Q1 makale analizi gibi daha fazla uygulama ve karşılaştırmalı analizlerin dahil edilmesini önererek, dersi daha da zenginleştirme önerilerinde bulunmuşlardır. Sonuç olarak; İTÜ’de ki 12 farklı bölümden öğrenci bu dersi almıştır. 20 kişilik sınıftan 2 kişi dersi bırakmıştır. Toplam 17 adet Q1 düzeyinde makale hazırlandı (2 kişi kardeşti, kardeşler tek makale yaptı). Makaleleri bir dergiye gönderip göndermeyeceklerine dair son bir anket daha yapılmıştır. Ankete 16 kişi katıldı (2’si kardeş olandan biri katıldı), 13 kişi makaleyi Q1/Q2 seviyesinde bir dergiye göndereceğini ifade etmişlerdir.

Section 2: From Thesis to Learning Stations



Towards Drone Based 3D City Information Modeling

Abdalrahman T. Y. Alashi

Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Department of Urban and
Regional Planning

Supervisor: Özhan Ertekin

Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Department of Urban and
Regional Planning



Abstract

This thesis highlights the significant challenges associated with data collection in the research field, particularly in the context of urban studies and 3D City Information Modeling (CIM). It emphasizes the need for accurate and cost-effective data to enable comprehensive analysis and documentation of built environments. The impact of this research lies in its potential to overcome these challenges using unmanned aerial vehicle (UAV) technology. By utilizing UAVs for data collection, high-resolution imagery can be obtained, providing accurate maps and data for the implementation of 3D city models. This approach may offer strong potential for integration into graduate education. Courses such as Research Methods for Urban Design, Urban Planning Project II, and Information and Communication Technologies in Urban Planning already emphasize the importance of analyzing and understanding the built environment. One of the challenges for students in these courses is the difficulty of accessing reliable and comprehensive data. Collecting detailed information on the physical environment, land use, etc. often requires significant time and resources. This effort can sometimes limit the opportunity for students to fully concentrate on the main educational objectives of the courses, such as developing innovative solutions, design strategies, and critical approaches to urban issues. To address this, the integration of UAVs into the curriculum follows a structured workflow. Students first receive training on UAV safety and regulations to ensure responsible practice. They then conduct drone flights to collect spatial data in designated study areas. The data is processed using photogrammetry software, where students learn to generate accurate 3D point clouds and mesh models. These outputs are subsequently applied to urban design and analysis projects, allowing students to directly connect raw data with applied solutions. Finally, results are presented and discussed in class, fostering collaboration, peer learning, and critical



reflection. For evaluation, instructors assess the quality of teamwork and problem-solving demonstrated throughout the workflow. Project outcomes are also compared between traditional approaches and UAV-based modeling, highlighting the added value of this method in terms of accuracy, efficiency, and innovation. Introducing UAV-based data collection and 3D modeling into these courses could help address this challenge by providing students with accurate and up-to-date spatial information. With reliable datasets available, students would be able to focus more on analysis, development of new concepts, and creative problem-solving—while also gaining practical skills in data collection, photogrammetry, and digital modeling. This approach complements the teaching methods, offering instructors an additional tool to enhance learning outcomes and engage students in technology-driven practices. Although the study is still in development, 3D city models created through UAV-based methods can be gradually enriched with further layers of information, transforming them into City Information Models (CIM). Such models can serve as educational resources, helping students better connect theoretical knowledge with practical applications. Ultimately, this integration strengthens the learning environment by equipping students with technical, analytical, and collaborative skills that will support their future professional work.

Drone Tabanlı 3B (3D) Kentsel Bilgi Modellemesine Doğru

Abdalrahman T. Y. Alashi

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

Danışman: Özhan Ertekin

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

Özet

Bu tez, özellikle kentsel çalışmalar ve 3B Şehir Bilgi Modellemesi (CIM) bağlamında, araştırma alanında veri toplama ile ilgili önemli zorlukları vurgulamaktadır. Yapılı çevrelerin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi ve belgelenebilmesi için doğru ve maliyet açısından verimli verilere duyulan ihtiyacın altını çizmektedir. Bu araştırmanın etkisi, insansız hava aracı (İHA) teknolojisinin kullanımıyla söz konusu zorlukların aşılmasında yatmaktadır. İHA'lar aracılığıyla yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilerek 3B şehir modellerinin uygulanması için doğru haritalar ve veriler sağlanabilmektedir. Bu yaklaşım, lisansüstü eğitimde entegrasyon açısından güçlü bir potansiyel taşımaktadır. Kentsel Tasarımda Araştırma Yöntemleri, Kentsel



Planlama Projesi II ve Kentsel Planlamada Bilgi ve İletişim Teknolojileri gibi dersler, yapılı çevrenin analiz edilmesi ve anlaşılmasının önemini vurgulamaktadır. Ancak bu derslerde öğrencilerin karşılaştığı temel zorluklardan biri, güvenilir ve kapsamlı verilere erişimdir. Fiziksel çevre, arazi kullanımı vb. konularda detaylı veri toplamak çoğu zaman önemli ölçüde zaman ve kaynak gerektirmektedir. Bu çaba, öğrencilerin dersin temel eğitim hedeflerine—yenilikçi çözümler geliştirme, tasarım stratejileri oluşturma ve kentsel sorunlara eleştirel yaklaşma—yeterince odaklanmalarını sınırlandırabilmektedir. Bu sorunu aşmak için, İHA'ların müfredata entegrasyonu yapılandırılmış bir iş akışı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Öğrenciler öncelikle İHA güvenliği ve mevzuatı konusunda eğitim alarak sorumlu uygulamaları öğrenmektedir. Daha sonra belirlenen çalışma alanlarında mekânsal veri toplamak için drone uçuşları gerçekleştirmektedirler. Toplanan veriler fotogrametri yazılımı ile işlenmekte, böylece öğrenciler doğru 3B nokta bulutları ve ağ (mesh) modelleri üretmeyi öğrenmektedir. Bu çıktılar, kentsel tasarım ve analiz projelerine uygulanarak öğrencilerin ham verileri doğrudan pratik çözümlerle ilişkilendirmesi sağlanmaktadır. Son olarak, sonuçlar sınıfta sunulup tartışılmakta; bu sayede işbirliği, akran öğrenmesi ve eleştirel değerlendirme teşvik edilmektedir. Değerlendirme sürecinde, eğitmenler öğrencilerin ekip çalışması ve problem çözme becerilerindeki başarılarını incelemektedir. Ayrıca proje çıktıları, geleneksel yöntemlerle üretilenlerle karşılaştırılarak İHA tabanlı modellemenin doğruluk, verimlilik ve yenilik açısından sağladığı ek değer vurgulanmaktadır. İHA tabanlı veri toplama ve 3B modelleme yöntemlerinin bu derslere entegre edilmesi, öğrencilere güncel ve doğru mekânsal veriler sağlayarak analize, yeni kavramların geliştirilmesine ve yaratıcı problem çözmeye daha fazla odaklanma imkânı sunmaktadır. Bunun yanında, öğrenciler veri toplama, fotogrametri ve dijital modelleme gibi pratik beceriler de kazanmaktadır. Bu yaklaşım mevcut öğretim yöntemlerini tamamlamakta, eğitmenlere öğrenim çıktılarını güçlendirmek ve öğrencileri teknoloji odaklı uygulamalara daha fazla dahil etmek için ek bir araç sunmaktadır. Her ne kadar çalışma hâlen geliştirilme aşamasında olsa da, İHA tabanlı yöntemlerle üretilen 3B şehir modelleri zamanla ek bilgi katmanlarıyla zenginleştirilerek Şehir Bilgi Modellerine (CIM) dönüştürülebilir. Bu tür modeller, öğrencilerin teorik bilgilerini pratik uygulamalarla daha iyi ilişkilendirmelerine olanak tanıyan eğitim kaynakları olarak hizmet edebilir. Sonuç olarak, bu entegrasyon, öğrencileri gelecekteki mesleki yaşamlarında destekleyecek teknik, analitik ve işbirliğine dayalı becerilerle donatırken, aynı zamanda sürdürülebilir kentsel gelişimin daha geniş hedeflerini de pekiştirmektedir.

Carbon Capture Technologies in the Context of Climate Crisis: A Learning Experience Integrating Policy, Economic and Engineering Dimensions

Gökçe Yalın

Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of
Environmental Engineering

Supervisor: Vedat Uyak

Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of
Environmental Engineering



Abstract

The climate crisis, as underlined by the Paris Agreement and COP processes, makes the reduction of CO₂ emissions one of the most urgent global priorities. In this context, Carbon Capture, Storage and Utilization (CCSU) technologies are positioned not only at the heart of climate policy but also at the center of industrial transformation. However, understanding the potential future impact of these technologies requires more than their technical dimension; they must also be evaluated in terms of economic feasibility, investment strategies, and practical applications. This Learning Station has been designed to introduce CCSU technologies and emphasize their feasibility studies through literature and real-world application examples. My MSc thesis focused on the cement industry, particularly on the utilization of captured CO₂ for methanol and urea production. Yet, the Learning Station framework broadens this scope by incorporating literature cases and industrial practices from other energy-intensive sectors such as energy, chemicals, and steel. Learning Objectives: -To introduce CCSU technologies to students from different disciplines, -To examine technical and economic feasibility studies in the literature, -To evaluate international application examples (e.g., Dalmia Cement, Norcem Brevik), -To contextualize these technologies within political and economic frameworks, -To develop participants' interdisciplinary discussion and problem-solving skills. Methodology and Implementation: The Learning Station is structured according to a modular design approach: Planning: Roles (engineer, investor, policy-maker) are assigned, and learning objectives and outcomes are clarified. Implementation: Selected literature-based case studies and up-to-date industrial applications are explored through case analysis. Students engage in problem-based scenarios to propose solutions, while role-playing exercises allow



them to experience diverse stakeholder perspectives. Closure: Group presentations and reflection sessions consolidate the learning outcomes. Learning Outcomes: Participants will gain an understanding of the technical processes of CCSU, analyze economic feasibility through literature and practice-based cases, and evaluate the importance of these technologies within the broader context of climate policy. Why is this a Good Practice? This approach ensures that students do not only acquire knowledge, but also critically analyze research findings, international examples, and practical applications in an integrated manner. By combining these perspectives, learners develop their own solutions, thus creating an interdisciplinary learning experience that bridges academia and industry.

İklim Krizi Bağlamında Karbon Yakalama Teknolojileri: Politik, Ekonomik ve Mühendislik Boyutlarını Birleştiren Öğrenme Deneyimi

Gökçe Yalın

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Danışman: Vedat Uyak

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Özet

İklim krizi, Paris Anlaşması ve COP süreçlerinin de ortaya koyduğu üzere, küresel ölçekte en acil çözümlerden biri olan CO₂ emisyonlarının azaltımını zorunlu kılmaktadır. Bu noktada Karbon Yakalama, Depolama ve Kullanım (CCSU) teknolojileri, yalnızca iklim politikalarının değil aynı zamanda endüstriyel dönüşümün de merkezinde yer almaktadır. Ancak bu teknolojilerin gelecekte sağlayacağı etkiyi anlamak için yalnızca teknik boyut yeterli değildir; ekonomik fizibilite, yatırım stratejileri ve uygulanabilirlik örnekleri ile birlikte ele alınmaları gerekmektedir. Bu öğrenme istasyonu, CCSU teknolojilerinin tanıtımını yapmak ve fizibilite çalışmalarını literatür ve uygulama örnekleriyle vurgulamak amacıyla tasarlanmıştır. Yüksek lisans tezimde çimento sektörüne odaklanarak gerçekleştirdiğim araştırma, CO₂'nin metanol ve üre üretiminde değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak öğrenme istasyonu kurgusu, enerji, kimya ve demir-çelik gibi farklı sektörlerden literatür örnekleri ve uygulama vakalarıyla desteklenerek genişletilmiştir. Öğrenme Hedefleri: -CCSU teknolojilerini farklı disiplinlerden öğrencilere tanıtmak, -Literatürdeki teknik ve ekonomik fizibilite çalışmalarını incelemek, -Uluslararası



uygulama örneklerini değerlendirmek (ör. Dalmia Cement, Norcem Brevik), -Bu teknolojilerin politik ve ekonomik bağlamda nasıl konumlandığını kavratmak, -Katılımcılara disiplinler arası tartışma ve problem çözme becerisi kazandırmak. -Yöntem ve Uygulama: Öğrenme istasyonu, modüler tasarım yaklaşımına göre yapılandırılmıştır: -Planlama: Roller (mühendis, yatırımcı, politika yapıcı), öğrenme hedefleri ve çıktıları belirlenir. Uygulama: Literatürden seçilen vaka çalışmaları ve güncel uygulama örnekleri vaka analizi formatında işlenir. Öğrenciler problem tabanlı senaryolarda farklı çözüm yollarını tartışır. Rol oynama egzersizleri ile farklı paydaş bakış açıları deneyimlenir. Kapanış: Grup sunumları ve değerlendirme oturumu ile öğrenilenler pekiştirilir. Öğrenme Çıktıları: Katılımcılar CCSU teknolojilerinin teknik işleyişini kavrayacak, ekonomik fizibilitiyi literatür ve uygulama örnekleriyle analiz edebilecek ve bu teknolojilerin iklim politikaları bağlamındaki önemini değerlendirebilecektir. Neden İyi Uygulama? Bu yaklaşım, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil; aynı zamanda mevcut araştırmaları, uluslararası örnekleri ve uygulama deneyimlerini bir arada analiz ederek kendi çözümlerini üretmelerini sağlar. Böylece sanayi ve akademi arasında köprü kuran, disiplinler arası bir öğrenme deneyimi ortaya çıkar.

ITU Co-Learning Lab 2025 | Online Session

Learning Station (LS) Model: An Introduction with a Digital Stakeholder Perspective

[Click here for Learning Station Design Guide](#)

Emrah Acar¹, Semra Ahmetolan²

¹Istanbul Technical University, Department of Architecture, Faculty of Architecture,

²Istanbul Technical University, Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters

This session provided a general introduction to the Learning Station (LS) model as a learner-centered and modular framework for designing active learning experiences. The LS model has been described as structuring learning through interconnected modules aligned with learning objectives, intended learning outcomes, content delivery modes, and assessment strategies. In this way, flexibility, co-creation, and learner agency have been supported across diverse educational contexts.

Within the session scope, the LS model has been discussed in relation to digital stakeholder platforms, with specific reference to EELISA Connect as an illustrative example of how multi-actor ecosystems can be enabled to support collaborative and cross-institutional learning. Alignment has been highlighted between the LS model and digital platforms through which networking, knowledge sharing, and stakeholder engagement are facilitated beyond institutional boundaries.

The session has been designed to foster a shared understanding of the LS model and to clarify its relevance within digitally mediated environments for learning, collaboration, and ecosystem building.



ITU Co-Learning Lab AI

Abstract Book

May 29-30, 2025

ITU Faculty of Computer and Informatics

Scientific Committee

Görkem
Külah



Department of Chemical Engineering (Middle East
Technical University)

Hatice Köse



Department of Artificial Intelligence and Data Engineering
(Istanbul Technical University)

Loredana
Maria
Manasia



Department of Teacher Education and Social Sciences
(National University for Science and Technology
Politechnica Bucharest – UNSTPB)

Suncem
Koçer



Department of Media and Visual Arts (Koç University)

Şule Gündüz
Öğüdücü



Artificial Intelligence and Data Science Application and
Research Center (Istanbul Technical University)

Yılmaz
Akkaya



Department of Civil Engineering (Istanbul Technical
University)

Yuki Kaneko



Foundations Development Directorate, (Sabancı
University)

Zuhal
Zeybeoğlu



Director, Office of Learning and Teaching (Koç University
– KOLT)

Organization Committee

Emrah Acar	Department of Architecture Director, ITU Centre for Excellence in Education (Istanbul Technical University) Board Member, European Society for Engineering Education – SEFI)
Semra Ahmetolan	Department of Mathematics Vice Director, ITU Centre for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Merve Çalıklı Akgün	ITU Centre for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Emine Görgül	Department of Interior Architecture (Istanbul Technical University)
İskender Gökarp	Faculty of Aeronautics and Astronautics (Istanbul Technical University)
Hale İlkçakın	ITU Centre for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Hazal Taşdemir	ITU Centre for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Mehmet Aksu	ITU Centre for Excellence in Education (Istanbul Technical University)
Gülşen Cebiroğlu Eryiğit	Department of Artificial Intelligence and Data Engineering (Istanbul Technical University)
Faik Boray Tek	Department of Artificial Intelligence and Data Engineering (Istanbul Technical University)
Fatma Seniha Güner	Department of Chemical Engineering Dean, ITU Graduate School (Istanbul Technical University)
Onur Ferhanoğlu	Department of Electronics and Communication Engineering Vice Dean, ITU Graduate School (Istanbul Technical University)
Burçak Karagüzel Kayaoğlu	Department of Textile Engineering Vice Dean, ITU Graduate School (Istanbul Technical University)
Sema Erentürk	Department of Nuclear Researches Vice Dean, ITU Graduate School (Istanbul Technical University)
Hikmet Gültekin	ITU AI Student Club (Istanbul Technical University)



Program

ITU Co-Learning Lab AI 29 May 2025

Opening Speech Prof. Dr. Hasan Mandal, ITU Rector

Opening Session Emrah Acar, ITU Center for Excellence in Education (ITU CEE)

Opening Session Yılmaz Akkaya, *"Thought after the Co-Learning Lab"*

Panel
Moderator: Emrah Acar
Panelists: Emre Onur Kahya, Onur Behzat Tokdemir, Hüseyin Şimşek, Tolga Canözkan, Hikmet Gültekin, *"Learning Transformed by Artificial Intelligence: Current Practices and Future Trends"*

AI in Education: Good Practices I

Moderator: Merve Çalıklı Akgün

Session 1 Ahmed Elgarhy, *"An Adaptive AI Framework for Personalized and Inclusive Learning: Reducing Cognitive Load through Knowledge Tracing and Explainable AI"*

Session 2 Levent Kuzu, *"Applications of Artificial Intelligence in Undergraduate Environmental Engineering Education"*

AI in Education: Good Practices II

Moderator: Hazal Taşdemir

Session 3 Onur Behzat Tokdemir, *"From Infrastructure to Interface: Integrating Digital Twins and AI into Civil Engineering Education for Resilient Futures"*

Session 4 Emmanouil Ekmektsoglou, *"Integrating Neural Networks into the Pedagogy of Music Composition"*

Session 5 Bora Şenceylan, Gökhan İnce, İbrahim Delen, Nisa Nur Karabacak, Zeynep Gül Dertli, Hakan Akçay, Bahadır Yıldız
"CLIMA-Tutor: A Game-based, AI-driven Educational Platform for Enhancing Climate Literacy Among Turkish Middle-school Students"

Co-Learning Lab AI 30 May 2025

Training of Trainers (ToT) Learning Station Model



ITU Co-Learning Lab | Artificial Intelligence

May 29th, 2025



Opening Speech

Prof. Dr. Hasan Mandal

Istanbul Technical University, Rector

The transformative impact of artificial intelligence (AI) on education has been examined alongside the increasing urgency for higher education institutions to adapt to rapidly changing competency demands. Drawing on global workforce projections, a significant shift expected between 2025 and 2030 has been highlighted, in which AI and big data competencies are anticipated to surpass analytical thinking as the most critical skills required by the labour market. While this transition has been associated with major opportunities, substantial risks have also been emphasised—particularly the risk of educating students as passive users of AI tools without the analytical depth required to critically assess, validate, and contextualise AI-generated outputs.

Within this framing, the central challenge for universities has been positioned not as whether AI should be integrated into education, but as how it can be meaningfully embedded into curricula and pedagogical practices without undermining foundational competencies. Accordingly, the preservation of analytical reasoning, critical thinking, and problem-solving has been prioritised as an essential safeguard against overreliance on automated systems. AI has thus been positioned as a powerful enabler of personalised learning, rather than as a substitute for intellectual rigour.

Focusing on the strategic role of Istanbul Technical University, the development of an institutional co-learning ecosystem has been proposed, in which academic units and individuals are enabled to learn from one another through shared cases, experiences, and teaching practices. Through the cultivation of a culture of co-learning, co-working, and co-success, emerging skill demands have been suggested to be addressed collectively while depth and academic integrity are maintained.

The keynote has been concluded by framing collaborative learning environments and practice-oriented workshops as critical mechanisms for translating AI-related transformations into actionable and sustainable educational strategies aligned with future competencies.



ITU Center For Excellence in Education

Emrah Acar¹, Semra Ahmetolan²

¹Istanbul Technical University, Department of Architecture, Faculty of Architecture,

²Istanbul Technical University, Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters

The concept, organisational structure, and implementation strategy of the ITU Co-Learning Lab can be seen as a flagship umbrella initiative embedded within the academic calendar of Istanbul Technical University. The initiative is designed to institutionalise a culture of co-learning by moving beyond discourse and by developing concrete platforms, spaces, and tools through which stakeholders are enabled to learn together within an integrated educational ecosystem.

The Co-Learning Lab is structured around two complementary strategic dimensions. In the first dimension, emphasis is placed on the identification, documentation, and dissemination of pedagogical innovations and good practices emerging across disciplines within the university, through a design that remains open to external stakeholders. In the second dimension, a tangible bridge between research and teaching is established through the filtering of innovative tools, methods, and approaches developed during postgraduate research and their reintegration into educational practice as scalable learning models.

Operationally, the initiative is organised through an annual flagship event held prior to each academic year, complemented by a series of shorter and agile thematic cycles conducted throughout the year. These cycles—addressing topics such as artificial intelligence and gamification—have been positioned as pilot environments in which new concepts are tested and refined. A core objective is to prevent the loss of institutional knowledge which has been addressed through the systematic capture of outputs and experiences from all activities and their annual consolidation into a proceedings book, thereby strengthening institutional memory.

Finally, the experimental “laboratory” component can be described as introducing participants to the Learning Stations methodology—an active, modular, and user-oriented learning model through which the design and enhancement of learning experiences are supported. Through guided design support and open participation mechanisms, we position the Co-Learning Lab as a sustainable institutional framework through which pedagogical innovation is translated into shared practice



Thought after the Co-Learning Lab

Yılmaz Akkaya

Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil Engineering

A Science Communication workshop delivered within the framework of the Co-Learning Lab and facilitated by Yılmaz Akkaya has been reflected upon as an illustrative case of Co-Learning Lab implementation in an interdisciplinary and societally relevant topic area. Conducted in September, the workshop has been positioned as a concrete example of how the Co-Learning Lab model can be operationalised beyond disciplinary boundaries. The session has been designed to translate science communication activities into a structured learning module and has been developed through collaboration between the ITU Center for Excellence in Education and the Science and Engineering Communication Office at Istanbul Technical University.

Key characteristics associated with the Co-Learning Lab approach have been highlighted through the workshop design, including a modular structure, a flexible toolset, and a learner-centred orientation through which participants are moved from passive listening toward active contribution in the learning process. Participation has been reported from a wide range of faculties and institutes—including engineering, economics, and the conservatory—through which a genuinely interdisciplinary learning environment has been formed and rich discussion as well as collective knowledge construction has been fostered.

A distinctive element of the workshop has been described as the integration of artificial intelligence as an active team member. Rather than being used as a standalone tool, AI has been embedded into group work, and AI-generated inputs have been questioned, interpreted, and refined through disciplinary perspectives. Through this process, critical engagement has been strengthened and the transformation of information into shared understanding has been supported. The workshop has been concluded with cross-group knowledge sharing, through which reflection and collective learning have been reinforced.

Overall, the experience has been presented as demonstrating that the Co-Learning Lab model offers an effective, inclusive, and motivating framework for science communication education. By promoting interaction, interdisciplinarity, and active



participation, meaningful contribution has been made to the broader goal of fostering a knowledge-based society through collaborative learning practices.

Panel: Learning Transformed by Artificial Intelligence: Current Practices and Future Trends

Moderator: Emrah Acar

Istanbul Technical University, Department of Architecture, Faculty of Architecture

Panelists: Emre Onur Kahya¹, Onur Behzat Tokdemir², Hüseyin Şimşek³, Tolga Canözkan⁴, Hikmet Gültekin⁵

¹Istanbul Technical University, Department of Physics, Faculty of Science and Letters, ²Istanbul Technical University, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering, ³Founder of Edit A.Ş. and Qulak Learning Development, ⁴Co-Founder, Crane Technology, ⁵Istanbul Technical University, Department of Artificial Intelligence and Data Engineering, Faculty of Computer and Informatics Engineering

This panel synthesis examines the transformative impact of artificial intelligence (AI) on education, highlighting emerging opportunities, structural challenges, and strategic implications for higher education. The discussion addressed fundamental shifts in the nature of learning and teaching, declining student engagement in traditional instructional models, the redefinition of expertise and future workforce competencies, and ethical and equity-related concerns associated with AI-driven educational systems. Panelists emphasized that AI enables just-in-time learning and scalable personalization, challenging memorization-based pedagogies while simultaneously raising concerns about cognitive superficiality and overreliance on automated outputs. Widespread declines in class attendance were interpreted as a signal that instructor-centred models no longer meet the expectations of digitally fluent learners, who increasingly prefer collaborative, project-based, and challenge-driven learning environments where they can exercise agency and produce tangible outcomes. The discussion further explored how AI disrupts traditional pathways of expertise development by automating routine and entry-level tasks, effectively reshaping the “expert pipeline.” While some panelists highlighted the growing importance of human-centred and collaborative skills, others argued that deep technical expertise combined with AI fluency will increasingly differentiate high performers. Across perspectives, the preservation of analytical reasoning, critical judgment, and reflective capacity was identified as a non-negotiable



educational priority. Addressing systemic issues, the panel called for a cultural shift away from error-averse, exam-driven education toward learning environments that normalize experimentation, learning from failure, and process-oriented assessment. Universities were urged to evolve from knowledge-transmission institutions into collaborative ecosystems that cultivate co-learning, co-creation, and collective problem solving. Within this framework, initiatives such as the Co-Learning Lab at Istanbul Technical University were highlighted as promising models for aligning educational practice with the realities of an AI-shaped future.

Section 1: Implementation of AI in Education



Applications of Artificial Intelligence in Undergraduate Environmental Engineering Education

S. Levent Kuzu

Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Environmental Engineering



Abstract

This study explores the potential uses of Artificial Intelligence (AI) in environmental engineering and details its incorporation into undergraduate environmental engineering education. Through a thorough and practical approach, the course material combined a literature review, theoretical background, mathematical foundations, and Python-based applications to show how AI can be used in students' future professional careers.

The definitions of AI, machine learning (ML), and deep learning (DL), as well as an explanation of their distinctions, were presented in the first phase. The literature on AI, ML, and DL applications in environmental engineering was then reviewed, with examples including environmental risk analysis, wastewater treatment, and air quality prediction. Next, the theoretical underpinnings of artificial neural networks (ANNs), the building blocks of artificial intelligence, were discussed. Using a feedforward network structure and the backpropagation algorithm, numerical examples were solved on the board to illustrate the learning process. The learning algorithm used was the gradient descent method, and examples were provided to demonstrate the error backpropagation mechanism. For assessing model performance, statistical measures like R^2 , RMSE, and MAE were presented, and their function in model selection was examined. After these theoretical sessions, all of the concepts were put into practice using Python in real-world applications. Students used actual environmental datasets to write scripts for supervised and unsupervised learning approaches. In the last phase, image processing applications that used real visual data for object detection and classification introduced deep learning.

According to preliminary feedback, students' confidence and level of engagement with AI tools has significantly increased. By the end of the module, students felt more equipped to comprehend and apply AI models related to environmental issues, according to their informal feedback. A structured questionnaire administered at the end of the semester is expected to provide objective evidence regarding student



satisfaction and learning outcomes. From the instructor's perspective, a moderate level of preparation was required, particularly in terms of organizing datasets and developing sample scripts. The course materials were designed to be modular and adaptable. Therefore, instructors with a basic understanding of AI and Python can implement similar applications in other engineering or science disciplines with minimal additional effort. This approach demonstrates that integrating AI into discipline-specific, application-focused learning environments can be both effective and scalable.

Çevre Mühendisliği Lisans Eğitiminde Yapay Zeka Uygulamaları

S. Levent Kuzu

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Özet

Bu çalışma, çevre mühendisliği lisans eğitimine yapay zeka (YZ) temelli tekniklerin entegrasyonunu tanıtmakta ve bu kapsamda olası kullanım alanlarını açıklamaktadır. Ders içeriği; öğrencilerin YZ'yi gelecekteki meslek yaşamlarında nasıl kullanabileceklerini göstermek amacıyla, literatür taraması, teorik altyapı, matematiksel temeller ve Python tabanlı uygulamaları bütüncül ve uygulamalı bir yaklaşımla bir araya getirmiştir.

İlk aşamada YZ, makine öğrenmesi (ML) ve derin öğrenme (DL) kavramları tanımlanmış ve aralarındaki farklar açıklanmıştır. Ardından çevre mühendisliği alanında YZ, ML ve DL uygulamalarına dair literatür incelenmiş; çevresel risk analizi, atıksu arıtımı ve hava kalitesi tahmini gibi örnekler sunulmuştur. Daha sonra YZ'nin yapı taşlarından biri olan yapay sinir ağlarının (YSA) teorik temelleri ele alınmıştır. İleri beslemeli ağ yapısı ve geri yayılım algoritması kullanılarak tahtada sayısal örnekler çözülmüş ve öğrenme süreci gösterilmiştir. Öğrenme algoritması olarak "gradyan azalma" yöntemi kullanılmış, hata geri yayılım mekanizması örneklerle açıklanmıştır. Model performansını değerlendirmek için R^2 , RMSE ve MAE gibi istatistiksel ölçütler tanıtılmış ve bu ölçütlerin model seçimindeki rolü açıklanmıştır. Bu teorik oturumların ardından tüm kavramlar, Python programlama dili ile gerçek dünya uygulamaları üzerinden pratiğe dökülmüştür. Öğrenciler, denetimli ve denetimsiz öğrenme yaklaşımları için gerçek çevresel veri setleriyle scriptler yazmıştır. Son aşamada, gerçek görsel verilerle nesne tespiti ve sınıflandırma uygulamaları gerçekleştirilerek derin öğrenmeye geçiş yapılmıştır.

Ön değerlendirmelere göre, öğrencilerin YZ araçlarına yönelik özgüvenleri ve katılımları önemli ölçüde artmıştır. Modül sonunda yapılan resmi olmayan geri





bildirimler, öğrencilerin çevresel sorunlarla ilgili YZ modellerini anlama ve uygulama konusunda kendilerini daha donanımlı hissettiklerini göstermektedir. Dönem sonunda uygulanacak yapılandırılmış anket formu, öğrenci memnuniyeti ve öğrenme çıktıları hakkında nesnel veriler sağlayacaktır. Öğretim üyesi açısından bakıldığında, özellikle veri setlerinin organize edilmesi ve örnek scriptlerin geliştirilmesi açısından orta düzeyde bir hazırlık süreci gerekmiştir. Ders materyalleri modüler ve uyarlanabilir şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle, YZ ve Python hakkında temel bilgiye sahip eğitmenler, benzer uygulamaları diğer mühendislik veya fen disiplinlerine asgari ek çabayla uyarlayabilir. Bu yaklaşım, disipline özgü, uygulama odaklı öğrenme ortamlarında YZ'nin entegrasyonunun hem etkili hem de ölçeklenebilir olduğunu göstermektedir.

From Infrastructure to Interface: Integrating Digital Twins and AI into Civil Engineering Education for Resilient Futures

Onur Behzat Tokdemir

Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil Engineering



Abstract

The increasing complexity of infrastructure systems amid climate change, urbanization, and disaster risk necessitates a radical transformation of engineering education. This study presents an interdisciplinary educational framework integrating Digital Twin (DT) technologies and Artificial Intelligence (AI) to enhance civil engineering curricula with real-world, data-rich, and resilience-oriented content. Digital Twins of urban assets, such as earthquake-prone buildings, transportation corridors, and water infrastructure, simulate structural performance, asset degradation, and response to extreme events. AI models are embedded to support predictive analysis, decision-making, and optimization under uncertainty. This integration enables students to engage with complex systems thinking, experience data-informed planning, and develop competencies aligned with Industry 5.0. The framework builds on expertise from the EU-funded DIGITWINS4CIUE project, where graduate-level modules were co-developed across European universities to teach infrastructure-focused Digital Twin applications. Lessons from this initiative offer a foundation for adapting such content into civil engineering curricula level. The outcome is a scalable, adaptable educational model that fosters digital literacy, critical thinking, and engineering ethics among future professionals, contributing to the broader vision of sustainable, resilient, and technologically integrated learning environments in civil engineering.



Altyapıdan Ara yüze: Sürdürülebilir Gelecekler İçin Yapı Mühendisliği Eğitiminde Dijital İkiz ve Yapay Zekâ Entegrasyonu

Onur Behzat Tokdemir

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Özet

İklim değişikliği, kentleşme ve afet riski bağlamında altyapı sistemlerinin artan karmaşıklığı, mühendislik eğitiminde köklü bir dönüşümü zorunlu kılmaktadır. Bu çalışma, inşaat mühendisliği müfredatını gerçek veriye dayalı, uygulamalı ve direnç odaklı içerikle zenginleştirmek amacıyla Dijital İkiz (Dİ) teknolojileri ile Yapay Zekâ (YZ) uygulamalarını entegre eden disiplinler arası bir eğitim çerçevesi sunmaktadır. Depreme açık binalar, ulaşım koridorları ve su altyapısı gibi kentsel varlıkların dijital ikizleri; yapısal performans, varlık bozulması ve aşırı olaylara verilen tepkileri benzetim etmektedir. YZ modelleri, belirsizlik altında tahmine dayalı analiz, karar destek ve optimizasyon süreçlerini desteklemek amacıyla bu yapıya entegre edilmiştir. Bu entegrasyon, öğrencilerin karmaşık sistemleri analiz etmesini, veriye dayalı planlama yapmasını ve Endüstri 5.0 ile uyumlu yetkinlikler geliştirmesini sağlamaktadır. Bu çerçeve, Avrupa üniversiteleriyle birlikte geliştirilen ve altyapı odaklı dijital ikiz uygulamalarının öğretildiği lisansüstü modülleri kapsayan DIGITWINS4CIUE projesindeki deneyime dayanmaktadır. Bu girişimden elde edilen dersler, benzer içeriğin inşaat mühendisliği müfredatına ölçeklenebilir biçimde uyarlanması için bir temel sunmaktadır. Elde edilen sonuç, dijital okuryazarlığı, eleştirel düşünmeyi ve mühendislik etiğini teşvik eden; sürdürülebilir, dirençli ve teknolojiyle bütünleşik bir öğrenme ortamı vizyonuna katkı sağlayan ölçeklenebilir ve uyarlanabilir bir eğitim modelidir.

Integrating Neural Networks into the Pedagogy of Music Composition

Emmanouil Ekmektsoglou

Istanbul Technical University, Turkish Music State Conservatory, Department of
Composition and Sound Arts



Abstract

"Outside-time sketch" offers an innovative pedagogical framework for teaching live electroacoustic composition, integrating human performance with algorithmically controlled sound processing. At the heart of this pedagogical approach is a custom-built Max for Live patch, designed to transform instrumental input in real time through multi-layered randomization strategies. By combining the unpredictability of algorithmic processes with the coherence of musical expression, this project encourages students to engage deeply with the interplay between technology and musical creativity. The system employs Max's "drunk" object to introduce semi-structured modulation in delay parameters, allowing for gradual yet unpredictable sonic transformations. In addition, the integration of a neural network brings a layer of artificial intelligence into the process, offering emergent, non-deterministic behaviors that respond to live performance. This combination of randomization and AI creates a dynamic environment where students can explore how algorithmic systems shape their sound output in real time, while still maintaining a sense of coherence and musicality. The graphic score associated with "Outside-time sketch" is intentionally abstract, moving away from traditional musical notation in favor of visual representations of gesture and movement. This aligns with Xenakis's concept of "outside-time" structures - offering a temporal experience that is not confined by conventional rhythmic or metrical structures. By removing these constraints, the score invites students to experience sound more intuitively, allowing for greater freedom in interpretation and performance. This novel use of notation fosters an approach to musical composition where the focus shifts from precise pitch and rhythm to the exploration of sound itself, its textures, and its evolution over time. As an educational tool, "Outside-time sketch" promotes a project-based and research-based learning methodology. It encourages students to construct their own compositional environments, build algorithms for sound transformation, and interpret abstract scores through hands-on experimentation. This methodology allows students to actively engage in the creative process, combining technical skills with



compositional thinking. The project-based aspect fosters a sense of ownership and encourages students to experiment with AI tools, providing a valuable learning experience in both coding and composition. Moreover, by incorporating research-based learning, students are asked to reflect critically on the aesthetic and theoretical implications of AI in music, broadening their understanding of contemporary compositional practices. Through this framework, students also explore the adaptability of the system to various instruments, sound processing tools, and neural network configurations. The system's open-ended nature supports further experimentation, making it a valuable tool for both live performance and the manipulation of fixed media works. Ultimately, "Outside-time sketch" offers a new pedagogical approach to music composition - one that integrates the use of AI as both a tool for creative expression and a subject of critical inquiry, fostering students' technological fluency and compositional innovation.

Müzik Kompozisyonu Eğitime Sinir Ağlarının Entegrasyonu

Emmanouil Ekmektsoglou

İstanbul Teknik Üniversitesi, Türk Müziği Devlet Konservatuvarı, Kompozisyon ve Ses Sanatları Bölümü

"Outside-time sketch", insan performansını algoritmik olarak kontrol edilen ses işleme ile birleştirerek canlı elektroakustik kompozisyon öğretimi için yenilikçi bir pedagojik çerçeve sunmaktadır. Bu pedagojik yaklaşımın merkezinde, enstrümantal girişi gerçek zamanlı olarak çok katmanlı rastgeleleştirme stratejileriyle dönüştürmek için tasarlanmış özel bir Max for Live yaması bulunmaktadır. Algoritmik süreçlerin öngörülemezliğini, müzikal ifadenin tutarlılığı ile birleştirerek, bu proje öğrencilerin teknoloji ile müzikal yaratıcılık arasındaki etkileşime derinlemesine katılmalarını teşvik eder. Sistem, Max'in "drunk" objesini kullanarak gecikme parametrelerinde yarı yapısal modülasyonlar getirir, böylece yavaş ama öngörülemez ses dönüşümleri sağlar. Ayrıca, bir sinir ağı entegrasyonu, sürece yapay zeka katmanı ekleyerek, canlı performansa yanıt veren ortaya çıkan, deterministik olmayan davranışlar sunar. Rastgeleleştirme ve yapay zekanın bu birleşimi, öğrencilerin algoritmik sistemlerin gerçek zamanlı olarak ses çıktısını nasıl şekillendirdiğini keşfetmelerini sağlayan dinamik bir ortam yaratırken, yine de tutarlılık ve müzikalite duygusunu korur.

"Outside-time sketch" ile ilişkilendirilen grafik notasyon, kasıtlı olarak soyut olup, geleneksel müzik notasyonundan uzaklaşarak jest ve hareketin görsel temsillerine odaklanır. Bu, Xenakis'in "outside-time" yapılarını kavramsal olarak yansıtarak, geleneksel ritmik ya da metrik yapılara bağlı olmayan bir zaman deneyimi sunar. Bu

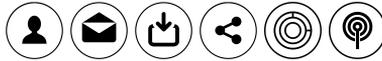


kısıtlamaları ortadan kaldırarak, notasyon, öğrencilerin sesle daha sezgisel bir şekilde deneyimlemelerini teşvik eder, böylece yorumlama ve performans konusunda daha büyük bir özgürlük sağlar. Bu yenilikçi notasyon kullanımı, müzik kompozisyonuna yaklaşımı, doğru pitch ve ritimden, sesin kendisinin, dokularının ve zaman içindeki evriminin keşfine kaydırır. Eğitimsel bir araç olarak, "Outside-time sketch" proje tabanlı ve araştırma tabanlı öğrenme metodolojisini teşvik eder. Öğrencilerin kendi kompozisyonel ortamlarını inşa etmelerini, ses dönüşümü için algoritmalar geliştirmelerini ve soyut notaları uygulamalı deneylerle yorumlamalarını sağlar. Bu metodoloji, öğrencilerin yaratıcı sürece aktif katılımını teşvik ederek, teknik becerilerle kompozisyonel düşünmeyi birleştirmelerine olanak tanır. Proje tabanlı yaklaşım, öğrencilere sahiplenme duygusu kazandırır ve yapay zeka araçları ile deneme yapmalarını teşvik ederek, hem kodlama hem de kompozisyon konusunda değerli bir öğrenme deneyimi sunar. Ayrıca, araştırma tabanlı öğrenmeyi dahil ederek, öğrencilere müzikteki yapay zekanın estetik ve teorik etkileri üzerinde eleştirel düşüncelerini sağlar ve çağdaş kompozisyonel pratiklere dair anlayışlarını genişletir. Bu çerçeve aracılığıyla, öğrenciler sistemin çeşitli enstrümanlara, ses işleme araçlarına ve sinir ağı yapılandırmalarına uyarlanabilirliğini keşfeder. Sisteminin açık uçlu doğası, daha fazla denemeye olanak tanır, bu da hem canlı performans hem de sabit medya eserlerinin işlenmesi için değerli bir araç haline getirir. Sonuç olarak, "Outside-time sketch", müzik kompozisyonuna yeni bir pedagojik yaklaşım sunar - bu, yapay zekanın hem yaratıcı ifade aracı hem de eleştirel sorgulama konusu olarak kullanımını entegre ederek, öğrencilerin teknolojik okuryazarlığını ve kompozisyonel yenilikçiliğini geliştiren bir yaklaşım.

CLIMA-Tutor: A Game-based, AI-driven Educational Platform for Enhancing Climate Literacy Among Turkish Middle-school Students

Hakan Akçay¹, Zeynep Gül Dertli², Nisa Nur Karabacak¹, Bora Şenceylan³, İbrahim Delen¹, Gökhan İnce³, Bahadır Yıldız⁴

¹Boğaziçi University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, ²Istanbul Aydın University, Faculty of Education, Department of Elementary Mathematics Education, ³Istanbul Technical University, Faculty of Computer and Informatics Engineering, Department of Computer Engineering, ⁴Hacettepe University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education



Improving climate literacy is crucial for empowering young learners to engage proactively with contemporary environmental challenges. CLIMA-Tutor, a TÜBİTAK-supported educational initiative, addresses this need by integrating advanced artificial-intelligence (AI) technologies and game-based learning methodologies to create interactive learning experiences for middle-school students (grades 6–8) in Turkey. This innovative educational platform targets key climate-related domains—Water, Environment, Energy, and Agriculture—through engaging conversational interactions with AI-driven virtual mentors, each representing one of these specific fields. The primary learning objectives of the CLIMA-Tutor platform are to improve students' understanding of climate-change concepts, foster critical thinking and inquiry-based dialogues, and promote sustained student engagement through immersive learning experiences. The system currently operates as a three-layered architecture: a server hosting a pre-trained general-purpose large language model (LLM), a Unity-based Android mobile application that provides distinct conversational chat interfaces for each specialized mentor, and a PostgreSQL database (managed via Supabase) that securely handles user authentication, data collection, and storage. Communication between the mobile application and the server-side LLM is maintained through secure HTTP requests, ensuring efficient, real-time interactions. To date, the platform has been piloted in 28 classrooms across Turkey, engaging 506 middle-school students and accumulating 2,520 chat interactions, demonstrating significant student interest and participation. Although detailed analysis is forthcoming, preliminary interactions suggest high engagement and potential improvements in climate-concept comprehension; planned evaluation will use pre/post testing and rubric-based chat



analyses to quantify knowledge gains and attitudinal shifts. Teachers and administrators utilize an intuitive web-based administrative panel, deployed through GitHub Pages, to securely access, filter, and download student interaction data at both classroom and individual student levels, enhancing the pedagogical transparency and usability of the platform. The next phase of the CLIMA-Tutor project includes substantial methodological enhancements. The LLM will be fine-tuned utilizing parameter-efficient methods such as QLoRA/LoRA, thus optimizing model performance specifically for climate-related educational content in Turkish. Retrieval-augmented generation (RAG) methods will be employed to provide precise, contextually accurate information. Additionally, the mobile application will be upgraded to dynamically launch relevant simulations, videos, or images based on conversational cues, further deepening engagement and understanding. Message tracing and tagging will be implemented to generate personalized feedback, adaptive chatbot interactions and targeted teaching directions, thus supporting differentiated instruction and individualized learning experiences. Because CLIMA-Tutor's modular stack—containerised LLM service, REST API, Unity client, and role-based Supabase analytics can be redeployed with minimal code changes, it readily scales to undergraduate and graduate coursework at ITU; replacing the climate corpus with discipline-specific content enables code-review tutoring in computer engineering, design support in mechanical engineering, or guidance in interdisciplinary capstone projects. Mentor personae can be recast as expert advisors, and the message-tracing pipeline provides ABET-aligned formative feedback suitable for flipped-classroom, studio, or seminar contexts. By uniting conversational AI, adaptive personalisation, and interactive multimedia within a coherent game-based framework, CLIMA-Tutor offers a transferable, robust model that meets Turkish higher-education standards, aligns with global STEM-pedagogy best practices, and advances SDG 4 on quality education.

CLIMA-Tutor: Türk Ortaokul Öğrencilerinin İklim Okuryazarlığını Geliştirmeye Yönelik Etkileşimli, Yapay Zekâ Destekli Eğitim Platformu

Hakan Akçay¹, Zeynep Gül Dertli², Nisa Nur Karabacak¹, Bora Şenceylan³, İbrahim Delen¹, Gökhan İnce³, Bahadır Yıldız⁴

¹Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ²İstanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü, ³İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, ⁴Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

İklim okuryazarlığının geliştirilmesi, genç öğrencilerin çağdaş çevre sorunlarına proaktif bir şekilde katılabilmeleri için çok önemlidir. TÜBİTAK destekli bir eğitim girişimi olan CLIMA-Tutor, bu ihtiyacı, gelişmiş yapay zeka (AI) teknolojileri ve oyun tabanlı öğrenme metodolojilerini birleştirerek Türkiye'deki ortaokul öğrencileri (6-8. sınıflar) için etkileşimli öğrenme deneyimleri yaratarak karşılamaktadır. Bu yenilikçi eğitim platformu, YZ destekli mentorlarla ilgi çekici sohbetler yoluyla iklimle ilgili temel alanları (su, çevre, enerji ve tarım) hedeflemektedir. Her mentor, bu alanlardan birini temsil etmektedir. CLIMA-Tutor platformunun temel öğrenme hedefleri, öğrencilerin iklim değişikliği kavramlarını daha iyi anlamalarını sağlamak, eleştirel düşünme ve sorgulamaya dayalı diyalogları teşvik etmek ve sürükleyici öğrenme deneyimleri yoluyla öğrencilerin katılımını desteklemektir. Sistem şu anda üç katmanlı bir mimariyle çalışmaktadır: büyük dil modeli (LLM) barındıran bir sunucu, her bir uzman mentora ayrı sohbet arayüzleri sağlayan Unity tabanlı bir mobil uygulama ve kimlik doğrulama, veri toplama ve depolamayı güvenli bir şekilde gerçekleştiren bir PostgreSQL veritabanı (Supabase). Mobil uygulamayla sunucu tarafındaki LLM arasındaki iletişim, HTTP istekleri ile sürdürülerek gerçek zamanlı etkileşimler sağlanmaktadır. Bugüne kadar, platform Türkiye genelinde 28 sınıfta pilot olarak uygulanmış, 506 ortaokul öğrencisi katılım göstermiş ve 2.520 sohbet etkileşimi gerçekleşmiştir. Bu, öğrencilerin platformla ilgisini ve katılımını ortaya koymaktadır. Analizler henüz tamamlanmamış olmakla birlikte, ön etkileşimler yüksek katılım olduğunu göstermektedir. Planlanan değerlendirmede, bilgi kazanımlarını ve tutum değişikliklerini ölçmek için testler ve rubrik tabanlı sohbet analizleri kullanılacaktır. Öğretmenler ve yöneticiler, GitHub Pages aracılığıyla dağıtılan bir web tabanlı yönetim paneli kullanarak, hem sınıf hem de bireysel öğrenci düzeyinde öğrenci etkileşim verilerine güvenli bir şekilde erişebilmekte, bunları filtreleyebilmekte ve indirebilmektedir. Böylelikle platformun pedagojik



şeffaflığı ve kullanılabilirliği artırılmaktadır. CLIMA-Tutor projesinin sonraki aşaması, önemli metodolojik iyileştirmeler içermektedir. LLM, QLoRA/LoRA gibi parametre verimli yöntemler kullanılarak ince ayar işlemlerinden geçecek ve böylece model Türkçe iklimle ilgili eğitim içeriği için optimize edilecektir. Geri Çağırma Destekli Üretim (RAG) yöntemleri, bağlamsal olarak doğru bilgiler sağlamak için kullanılacaktır. Ayrıca, mobil uygulama, mesajlara göre ilgili simülasyonları, videoları veya görüntüleri dinamik olarak başlatacak şekilde geliştirilecek ve böylelikle öğrencilerin anlayışı daha da derinleştirilecektir. Kişiselleştirilmiş geri bildirim, uyarlanabilir chatbot etkileşimleri ve hedefe yönelik öğretim talimatları oluşturmak için mesaj izleme ve etiketleme uygulanacak ve böylece farklılaştırılmış öğretim ve bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri desteklenecektir. CLIMA-Tutor'un modüler yapısı (LLM hizmeti, REST API, Unity istemcisi ve Supabase analitiği) minimum kod değişikliğiyle İTÜ'deki lisans ve lisansüstü derslere kolayca ölçeklendirilebilir; iklim bilgisinin disiplinlere özgü içerikle değiştirilmesi, bilgisayar mühendisliğinde kodlama danışmanlığı, makine mühendisliğinde tasarım desteği veya disiplinler arası projelerde rehberlik sağlamak için kullanılabilir. Mentor kişilikler, uzman danışmanlar olarak yeniden şekillendirilebilir ve mesaj izleme süreci, ters yüz öğrenme, stüdyo veya seminer ortamlarına uygun ABET uyumlu biçimlendirici geri bildirim sağlayabilmektedir. Diyalog tabanlı YZ, uyarlanabilir kişiselleştirme ve etkileşimli özellikleri tutarlı bir oyuna dayalı çerçeve içinde birleştiren CLIMA-Tutor, Türk yükseköğretim standartlarını karşılayan, küresel STEM pedagojisi ile uyumlu ve kaliteli eğitimle ilgili Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 4'ü destekleyen, sistematik bir model sunmaktadır.

Section 2: From Theses to AI-Enhanced Learning Experiences



An Adaptive AI Framework for Personalized and Inclusive Learning: Reducing Cognitive Load through Knowledge Tracing and Explainable AI

Ahmed Elgarhy

Istanbul Technical University, Graduate School, Big Data and Business Analytics

Supervisor: Mehmet Yasin Ulukuş

Istanbul Technical University, Faculty of Management, Department of Industrial Engineering



Abstract

This research proposes an adaptive AI framework for personalized learning that guides learners through dynamic knowledge paths to reduce cognitive load and enhance engagement. The system is built on four integrated components: a Data Collection Layer, a Knowledge Tracing Engine, an Adaptive Sequencing Layer, and an Explainable AI Layer, each contributing to real-time, transparent, and scalable personalization. The Data Collection Layer captures learner activity through assessments and behavioral tracking (e.g., navigation behavior, response time, session duration), enabling a real-time view of learner progress. Micro and cumulative assessments feed data into the system for continuous monitoring. These multimodal data streams feed into our knowledge tracing pipeline that combines three complementary models: Bayesian Knowledge Tracing (BKT), which measures student mastery of a specific skill based on their performance history, considering the probabilities of learning, slipping, and guessing, Performance Factor Analysis (PFA) based on logistic knowledge tracing providing a probability of correctness, and Deep Knowledge Tracing (DKT) utilizing RNN/LSTM-network for predicting knowledge mastery. These models are combined into an ensemble model that predicts mastery levels and knowledge gaps. These models are dynamically weighted by data density and learning domain, providing real-time mastery estimates that drive adaptive responses. Prior work has shown this ensemble can reach up to 89% accuracy in predicting performance. These insights drive the personalization of content and assessment paths. The Adaptive Sequencing Layer uses LSTM-based deep learning to generate learning paths tailored to individual learner states to determine optimal next-step content. Sequencing decisions are informed by cognitive load indicators—such as latency, error patterns, and self-reported effort—and adjust dynamically by introducing scaffolding or modifying



complexity when overload is detected (threshold index >0.7). To promote transparency and trust, the Explainable AI Layer provides natural language feedback and visual progress maps. These explanations enhance learner awareness and instructor decision-making through open learner models. A pilot implementation is planned in two domains: Turkish A1 language learning, and Machine Learning and Data Mining for university students. The system's effectiveness will be measured using pre/post testing, engagement analytics, and learner satisfaction (e.g., User Satisfaction Inventory). Results are expected to show reduced time-to-mastery (25–30%), increased retention (up to 40%), and improved learning engagement in alignment with prior studies' results. This research demonstrates how AI-driven adaptive assessment can transform educational experiences through precise, data-driven personalization while maintaining transparency and pedagogical alignment. By providing this detailed implementation framework, we extend prior studies into a comprehensive, deployable system for next-generation adaptive learning.

Uyarlanabilir ve Kapsayıcı Öğrenme için Yapay Zeka Tabanlı Bir Çerçeve: Bilgi İzleme ve Açıklanabilir Yapay Zeka ile Bilişsel Yükün Azaltılması

Ahmed Elgarhy

İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Büyük Veri ve İş Analitiği

Danışman: Mehmet Yasin Ulukuş

İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Özet

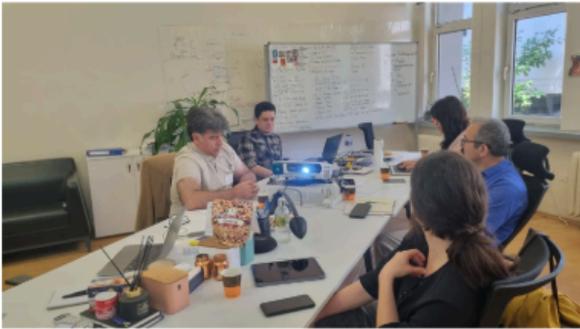
Bu araştırma, öğrenenleri dinamik bilgi yolları aracılığıyla yönlendirerek bilişsel yükü azaltmayı ve katılımı artırmayı amaçlayan kişiselleştirilmiş bir öğrenme için uyarlanabilir bir yapay zeka (YZ) çerçevesi önermektedir. Sistem, Gerçek Zamanlı Kişiselleştirme için dört entegre bileşenden oluşmaktadır: Veri Toplama Katmanı, Bilgi İzleme Motoru, Uyarlanabilir Sıralama Katmanı ve Açıklanabilir YZ Katmanı. Veri Toplama Katmanı, değerlendirmeler ve davranışsal izleme (örn. gezinme davranışı, yanıt süresi, oturum süresi) yoluyla öğrenen etkinliğini kaydederek, öğrenme ilerlemesine ilişkin gerçek zamanlı bir görünüm sunar. Mikro ve kümülatif değerlendirmeler sistemi sürekli izleme için besler. Bu çok modlu veri akışları, üç tamamlayıcı modelin bir araya getirildiği bilgi izleme hattımıza aktarılır: Öğrencinin performans geçmişine dayanarak belirli bir becerideki ustalığını öğrenme, hata



yapma ve tahmin olasılıkları üzerinden ölçen Bayesian Knowledge Tracing (BKT); doğruluk olasılığı sağlayan lojistik bilgi izleme temelli Performance Factor Analysis (PFA); ve bilgi düzeyini tahmin etmek için RNN/LSTM mimarisi kullanan Deep Knowledge Tracing (DKT). Bu modeller, bilgi düzeylerini ve öğrenme boşluklarını tahmin etmek üzere bir ansambl model içinde birleştirilmiştir. Modeller, veri yoğunluğu ve öğrenme alanına göre dinamik olarak ağırlıklandırılarak gerçek zamanlı ustalık tahminleri sağlar ve bu da uyarlanabilir tepkileri yönlendirir. Önceki çalışmalar, bu ansambl modelin performansı tahmin etmede %89'a kadar doğruluk sağlayabileceğini göstermiştir. Bu içgörüler içerik ve değerlendirme yollarının kişiselleştirilmesini sağlar. Uyarlanabilir Sıralama Katmanı, bireysel öğrenen durumlarına göre özelleştirilmiş öğrenme yolları üretmek için LSTM tabanlı derin öğrenme modelleri kullanır ve bir sonraki en uygun içeriği belirler. Sıralama kararları, gecikme süresi, hata kalıpları ve öz bildirim dayalı çaba gibi bilişsel yük göstergeleri ile yönlendirilir ve aşırı yük algılandığında (eşik indeksi > 0.7) yapı iskelesi sunarak veya karmaşıklığı değiştirerek dinamik olarak ayarlanır. Şeffaflık ve güveni artırmak amacıyla, Açıklanabilir YZ Katmanı doğal dil geri bildirim ve görsel ilerleme haritaları sağlar. Bu açıklamalar, öğrenen farkındalığını ve eğitmen kararlarını açık öğrenen modelleri yoluyla destekler. Pilot uygulama iki alanda planlanmaktadır: A1 seviyesinde Türkçe dil öğrenimi ve üniversite öğrencileri için Makine Öğrenmesi ve Veri Madenciliği. Sistemin etkinliği ön/son testler, etkileşim analizleri ve öğrenen memnuniyeti (örn. Kullanıcı Memnuniyeti Envanteri) yoluyla ölçülecektir. Sonuçların, ustalık süresinde %25–30 azalma, öğrenme kalıcılığında %40'a kadar artış ve önceki çalışmalarla uyumlu şekilde artan öğrenme katılımı göstereceği öngörülmektedir. Bu araştırma, YZ destekli uyarlanabilir değerlendirme yaklaşımının, hassas ve veri odaklı kişiselleştirme ile eğitim deneyimlerini nasıl dönüştürülebileceğini göstermektedir. Aynı zamanda şeffaflık ve pedagojik uyum korunmaktadır. Sunulan ayrıntılı uygulama çerçevesi ile bu çalışma, önceki araştırmaları daha kapsamlı ve uygulanabilir bir gelecek nesil uyarlanabilir öğrenme sistemine dönüştürmektedir.

ITU Co-Learning Lab | Artificial Intelligence

May 30th, 2025



Learning Station (LS) Model: An Introduction with a Digital Stakeholder Perspective

[Click here for Learning Station Design Guide](#)

Emrah Acar¹, Semra Ahmetolan²

¹Istanbul Technical University, Department of Architecture, Faculty of Architecture,

²Istanbul Technical University, Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters

The second day of the ITU Co-Learning Lab 2025 was dedicated to hands-on Learning Stations (LS) training, focusing on the design and implementation of modular, active, and scalable co-learning experiences. The training introduced Learning Stations as a flexible pedagogical methodology that enables educators to structure learning environments around interaction, collaboration, and learner agency rather than linear content delivery. Participants were guided through the conceptual foundations of the Learning Stations model, emphasizing its modular architecture, adaptability across disciplines, and compatibility with both physical and digital learning contexts. The training highlighted how Learning Stations can be used to redesign existing courses or to construct new learning experiences by breaking down content into purposeful learning units aligned with specific learning outcomes. Beyond conceptual framing, the session adopted a design-oriented approach in which participants actively developed their own Learning Station scenarios. With facilitated support, attendees explored how to integrate diverse learning activities, assessment strategies, and digital tools—including artificial intelligence—into station-based learning flows. This process encouraged participants to reflect on their own teaching practices and to experiment with alternative forms of engagement, assessment, and facilitation. The Learning Stations training positioned educators not as content transmitters but as learning designers and facilitators, reinforcing the shift from instructor-centred teaching toward learner-centred and co-created learning environments. As a core experimental component of the Co-Learning Lab, the session demonstrated the potential of Learning Stations to support sustainable pedagogical innovation, foster co-learning among stakeholders, and translate educational concepts into actionable teaching practices.



ITU Co-Learning Lab 2025

The ITU Co-Learning Lab 2025 represents Istanbul Technical University's ongoing commitment to fostering innovative, collaborative, and impactful learning ecosystems. This extended abstract book brings together contributions from diverse disciplines, highlighting research, practices, and pedagogical approaches presented throughout the event.

Built on the principles of co-learning, co-creation, and open knowledge sharing, the Co-Learning Lab provides a platform where students, academics, and external stakeholders collaboratively explore emerging trends in education. The works featured in this volume span topics such as AI-enhanced learning, interdisciplinary educational models, research-based practice, and the redesign of teaching and assessment strategies.

This publication aims to serve as a valuable resource for those interested in rethinking higher education, strengthening collaborative learning cultures, and developing sustainable, learner-centered academic environments. Through its collective insights, ITU continues to advance an educational vision grounded in participation, innovation, and shared growth.

ITU Center for Excellence in Education