EĞİTİM TEKNOLOJİSİ Kuram ve Uygulama
Cilt:16 Sayı:2 Yıl:2026

Makale Geçmişi / Article History
Alındı/Received: 10.10.2025
Düzeltme Alındı/Received in revised form: 08.01.2026
Kabul edildi/Accepted: 26.01.2026

DUYGUSAL TASARIMLI PEDAGOJİK AJANLARIN SOSYAL ARACILIK ETKİSİ: MULTİMEDYA ÖĞRENMEDE YÜZ İFADESİ ANALİZİ*

Adem Mehmet Yıldız[1] , Adem Uzun[2]

Öz

Bu çalışma, duygusal yüz ifadelerine sahip pedagojik ajanların çoklu ortam öğrenme süreçlerinde öğrencilerin yüz ifadelerine yansıyan duygusal tepkiler üzerindeki etkisini incelemektedir. Araştırmanın amacı, yüz ifadesi analizini eğitim teknolojilerine entegre ederek öğrenme sürecindeki duygusal katılımı nesnel biçimde ölçmek ve farklı duygusal tasarımlara sahip pedagojik ajanların öğrenenlerin duygusal ve bilişsel süreçleri üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Çalışma, 2024–2025 akademik yılında Türkiye'de bir devlet üniversitesinde yürütülmüş ve iki farklı çoklu ortam uygulaması ("IP ve IP Sınıfları" ve "Sıtmanın Yaşam Döngüsü") kapsamında toplam 162 lisans öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar üç gruba ayrılmıştır: yalnızca metin ve sesli geri bildirim alan kontrol grubu, nötr yüz ifadesine sahip pedagojik ajanla etkileşime giren deney 1 grubu ve neşeli yüz ifadesine sahip ajanla etkileşime giren deney 2 grubu. Python tabanlı bir yüz ifadesi analiz algoritmasıyla öğrencilerin yüz ifadelerinden değerlik, uyarılma ve yoğunluk değerleri saniyede dört kez ölçülmüş ve üç öğrenme aşamasında (videoyu izleme, gömülü soruları yanıtlama ve geri bildirimleri alma) analiz edilmiştir. ANOVA sonuçları her iki uygulamada da gruplar arasında özellikle değerlik parametresinde anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir. Deney gruplarındaki öğrencilerin yüz ifadelerinde kontrol grubuna göre daha negatif değerlik gözlenmiştir. Bu durum, pedagojik ajanların sosyal ipuçlarının öğrencilerde daha yüksek dikkat, bilişsel çaba ve duygusal uyarılma oluşturduğunu göstermektedir. Ek olarak gömülü sorulara verilen doğru ya da yanlış yanıtlar öğrencilerin yüz ifadeleri üzerinde etkili olmamıştır. Bulgular, Sosyal Aracılık Teorisi, Duygusal Tepki Teorisi ve Tekinsiz Vadi hipotezi çerçevesinde yorumlanmıştır. Sonuç olarak, duygusal tasarımlı pedagojik ajanların öğrenme sürecinde mikro yüz ifadeleri aracılığıyla ölçülebilen anlamlı bilişsel ve duyuşsal farklılıklar yarattığı, yüz ifadesi analizinin ise eğitimde duygusal etkileşimi değerlendirmede güçlü bir araç olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: pedagojik ajanlar; yüz ifadesi analizi; çoklu ortamla öğrenme; duygusal tasarım; değerlik; uyarılma; sosyal aracılık teorisi.

* Bu makale birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir.

[1] Öğr. Gör. Dr., Kırklareli Üniversitesi, ademmehmetyildiz@klu.edu.tr, orcid.org/0000-0002-4033-0122
[2] Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, auzun@uludag.edu.tr, orcid.org/0000-0001-6935-346X

Atıf için: Yıldız, A.M., & Uzun, A. (2026). Duygusal Tasarımlı Pedagojik Ajanların Sosyal Aracılık Etkisi: Multimedya Öğrenmede Yüz İfadesi Analizi. Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama. 16 (2), 159-187. DOI: 10.17943/etku.1801005.

Yasal İzinler: Kırklareli Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu, Tarih: 18.11.2024, Sayı: E-35523585-199-141965.

SOCIAL AGENCY EFFECTS OF EMOTIONALLY DESIGNED AGENTS: FACIAL EXPRESSION ANALYSIS IN MULTIMEDIA LEARNING

Abstract

This study investigates the effects of pedagogical agents with emotional facial expressions on learners' affective responses as reflected in their own facial expressions during multimedia learning processes. The aim of the research is to integrate facial expression analysis into educational technologies in order to objectively measure emotional engagement throughout the learning process and to reveal how pedagogical agents with different emotional designs influence learners' emotional and cognitive processes. The study was conducted at a public university in Türkiye during the 2024–2025 academic year and involved a total of 162 undergraduate students across two multimedia learning applications ("IP and IP Classes" and "The Life Cycle of Malaria"). Participants were divided into three groups: a control group receiving feedback only through text and audio, an experimental group interacting with a pedagogical agent displaying a neutral facial expression, and another experimental group interacting with a cheerful agent. Using a Python-based facial expression analysis algorithm, students' facial expressions were continuously measured to capture valence, arousal, and intensity values four times per second and analyzed across three learning phases: watching the video, answering embedded questions, and receiving feedback. The ANOVA results indicated that in both multimedia applications there were statistically significant differences among the groups, particularly in the valence parameter. Students in the experimental groups exhibited more negative valence compared to those in the control group. This finding suggests that the social cues conveyed by pedagogical agents induced greater attention, cognitive effort, and emotional arousal among learners. Furthermore, whether the responses to embedded questions were correct or incorrect had no significant impact on students' facial expressions. The results were interpreted within the frameworks of Social Agency Theory, Emotional Response Theory, and the Uncanny Valley hypothesis. In conclusion, pedagogical agents with emotional facial designs were found to generate meaningful cognitive and affective differences during learning, observable through micro-level facial expressions, while facial expression analysis proved to be a powerful tool for evaluating emotional engagement in educational settings.

Keywords: pedagogical agents; facial expression analysis; multimedia learning; emotional design; valence; arousal; social agency theory.

Legal Permissions: Kırklareli University Scientific Research and Publication Ethics Committee, Date: 18.11.2024, Number: E-35523585-199-141965.

Summary

The human face has long been recognized as one of the most powerful mediums through which emotions, intentions, and cognitive states are communicated. Across history, facial movements have been interpreted as reflections of inner feelings, personality traits, and social attitudes. With the advancement of affective computing, the face has also become a measurable and analyzable object in empirical research. Facial Expression Analysis (FEA) now

allows for the quantitative observation of subtle micro-expressions, offering new insights into how emotions manifest during learning. This study integrates FEA into multimedia learning research and investigates how pedagogical agents with different emotional expressions influence learners' affective responses, specifically through variations in valence, arousal, and intensity parameters. By combining educational psychology, emotion theory, and artificial intelligence-based measurement techniques, this research provides empirical evidence about how emotional design elements affect learners' emotional engagement, attention, and cognitive processing during multimedia instruction.

Pedagogical agents have become essential components of contemporary learning environments. They are designed to simulate social interactions between the learner and a virtual instructor by using gestures, gaze, voice, and facial expression. The theoretical foundation for this study lies in three complementary frameworks: the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), the Cognitive-Affective Model of Learning with Media, and the Social Agency Theory. The CTML proposed by Mayer conceptualizes learning as an active process that takes place through dual channels—verbal and visual—and within limited cognitive capacity. However, purely cognitive models overlook the motivational and affective processes that shape learning efficiency. Moreno and Mayer's Cognitive-Affective Model extends CTML by emphasizing that emotions regulate cognitive resource allocation and thereby influence learning outcomes. Within this framework, pedagogical agents are not simply tools for delivering information but social actors that elicit emotional and motivational responses capable of shaping cognitive engagement.

The Social Agency Theory (Mayer and DaPra, 2012) posits that learners engage in deeper cognitive processing when instructional materials include social cues. Features such as facial expressions, gaze direction, or empathetic tone prompt learners to interpret the learning interaction as socially meaningful. In other words, when a pedagogical agent displays human-like features, learners subconsciously adopt a social stance, becoming more attentive and emotionally involved. However, this emotional engagement can have both positive and negative consequences. While certain expressions can enhance motivation and empathy, overly exaggerated or incongruent expressions may evoke discomfort or distraction, a phenomenon known as the "uncanny valley." Emotional design, therefore, must carefully balance realism and empathy without overstepping the limits of human-likeness. The present study is situated precisely within this balance: it aims to determine whether pedagogical agents' cheerful and neutral facial expressions differentially affect learners' facially expressed emotional states.

The study adopted a quantitative experimental research design. Participants were 162 undergraduate students enrolled in two departments at a public university in Türkiye during the 2024–2025 academic year. The study was carried out through two separate multimedia applications designed to match the participants' disciplinary contexts: one on "IP and IP Classes" for Software Engineering students and another on "The Life Cycle of Malaria" for Health Management students. In both applications, the content was embedded with comprehension questions and elaborative feedback, allowing learners to engage interactively with the material. The students were divided into three groups: a control group that received feedback in text and voice form, an experimental group that interacted with a pedagogical agent displaying a neutral facial expression, and another experimental group that interacted with a cheerful-faced agent. These emotional expressions were generated by artificial

intelligence through the Neiro.ai platform, ensuring consistent presentation and affective quality across participants.

Each learning session was conducted in a controlled laboratory environment equipped with ten identical laptops, each featuring a 720p webcam. Students completed the tasks individually, and the webcams recorded facial data in real time. A Python-based algorithm adapted from Vonikakis and Winkler's (2021) dimensional affect recognition model continuously analyzed participants' facial expressions. This algorithm measured valence (the positive or negative direction of affect), arousal (the level of physiological activation), and intensity (the strength of expression) four times per second during three specific phases of learning: video watching, question solving, and feedback reception. The collected data were averaged for each phase and stored in a database. The facial analysis module incorporated a frontalization process that corrected for variations in head orientation, ensuring consistent reading of facial features regardless of angle or position.

Statistical analyses were performed using one-way ANOVA to compare mean values of valence, arousal, and intensity among the three groups in both applications. Across all conditions, results revealed significant differences in the valence parameter but not in arousal or intensity. In both the "IP and IP Classes" and "Life Cycle of Malaria" applications, students in the experimental groups displayed lower mean valence values than those in the control group, indicating more negative emotional expressions during the learning process. These negative valence values were often associated with facial cues such as brow contraction or lip tightening, which correspond to focused attention, tension, or cognitive effort rather than overt negative affect. The interpretation, therefore, is that interaction with emotional pedagogical agents induced deeper engagement, greater concentration, and stronger self-regulatory activation, even if facially expressed emotions appeared less positive.

The observed differences align with theoretical expectations drawn from Social Agency Theory, Emotional Response Theory, and the Uncanny Valley hypothesis. According to Emotional Response Theory (Horan et al., 2012), instructors' verbal and nonverbal cues can evoke emotional reactions that influence learner behavior and motivation. Pedagogical agents, functioning as virtual instructors, operate similarly. Their affective tone can guide approach or avoidance behaviors, thereby modulating attention and persistence. The cheerful agent, while socially appealing, might have unintentionally increased learners' anxiety when paired with difficult questions or feedback, as the positive expression contrasted with the cognitive demand of the task. This interpretation is supported by Lang et al. (2024), who found that students interacting with cheerful agents sometimes experienced frustration or discomfort when their performance was being evaluated. In contrast, the neutral agent may have elicited less emotional arousal but sustained a more stable level of engagement. The key implication is that emotional design must be context-sensitive: not every positive facial expression yields a positive learning outcome.

The results also lend partial support to the Uncanny Valley hypothesis. When a virtual character approximates human expressiveness without achieving full realism, learners may perceive an unsettling mismatch between expectation and appearance. Such perceptual dissonance may account for the more negative valence detected among students exposed to cheerful agents. However, these responses do not necessarily signify failure of design. Negative valence within moderate levels of arousal may actually correspond to productive emotional states such as challenge, determination, or evaluative reflection. Rowe and Fitness (2018) demonstrated that certain negative but high-arousal emotions can facilitate learning

under cognitively demanding conditions by promoting sustained effort and deeper processing. Similarly, the Control-Value Theory of achievement emotions (Pekrun and Linnenbrink-Garcia, 2014) explains that emotions such as anxiety or frustration can be adaptive when learners perceive tasks as challenging yet controllable. Thus, the more negative valence detected in experimental groups could indicate heightened cognitive and emotional involvement rather than disengagement.

From a methodological perspective, the integration of real-time facial expression analysis into multimedia learning experiments represents a significant advancement. Traditional approaches to measuring affect in education have relied on self-report questionnaires, post-task reflections, or observer coding, all of which are limited by subjectivity and temporal delay. In contrast, automated facial tracking captures genuine, moment-to-moment fluctuations in emotion, providing a fine-grained view of affective dynamics. The present study demonstrates that FEA can be embedded seamlessly into instructional systems, enabling researchers to monitor learner emotions unobtrusively. Furthermore, the finding that valence was the only parameter that differed significantly across conditions highlights its sensitivity to social and affective design features, whereas arousal and intensity may reflect more general physiological or attentional states.

The implications for educational design are substantial. The study underscores that emotional design in multimedia learning is not merely a matter of adding positive expressions or cheerful colors; it requires nuanced consideration of how affective cues interact with task demands. Overly expressive or incongruent emotional signals can disrupt the learner's equilibrium, while subtle, contextually aligned expressions can sustain motivation and focus. Designers of pedagogical agents should therefore calibrate emotional expressiveness to match the cognitive load and emotional tone of the learning activity. The study also suggests that emotional feedback should be adaptive rather than static. Future systems could utilize real-time FEA data to adjust the agent's facial expression dynamically providing calming, empathetic responses when negative valence rises, or energizing encouragement when engagement wanes. Such adaptive affective feedback loops could transform pedagogical agents from static presenters into emotionally intelligent companions.

The results contribute to a broader understanding of the interdependence between cognition and emotion in learning. They reveal that learning is not purely an intellectual act but an embodied, emotional experience. The students' micro-expressions captured by FEA provide evidence that cognitive effort, emotional regulation, and social presence unfold simultaneously and interactively. Emotional design elements, when properly balanced, can act as catalysts for meaningful learning by shaping the learner's affective climate. Conversely, poor emotional alignment can hinder concentration and reduce motivation. By situating these findings within an empirical framework, this study bridges theoretical gaps between affective science and educational technology.

Nevertheless, several limitations warrant consideration. The controlled laboratory environment, while ensuring internal validity, limits ecological generalizability. In real classroom settings, factors such as peer interaction, environmental noise, and physical movement would likely introduce additional affective variability. Furthermore, the study's sample was drawn from a single cultural and linguistic context, which may influence the interpretation of facial cues, as cultural display rules affect expressivity. Extending this research to cross-cultural or multilingual populations would provide valuable comparative insights. Another limitation relates to the exclusive use of visual data; integrating physiological

measures such as electroencephalography (EEG), galvanic skin response, or eye-tracking could enrich the multimodal analysis of emotion and cognition. Finally, the study examined short-term emotional reactions within a single session. Longitudinal research could investigate how repeated exposure to emotionally designed agents shapes sustained motivation, affect regulation, and academic achievement over time.

In summary, this study demonstrates that the facial expressions of pedagogical agents exert measurable effects on learners' emotional states during multimedia learning. The cheerful and neutral expressions influenced the valence of students' own facial expressions in systematic ways, suggesting that emotional design is a potent but delicate variable in instructional design. The integration of FEA into multimedia research opens new pathways for emotion-aware learning analytics and adaptive educational systems. The findings challenge the simplistic assumption that positive expressions always yield positive outcomes and instead highlight the complex interplay of social cues, cognitive load, and emotional congruence. By revealing how learners' faces mirror their cognitive and emotional engagement, this study reaffirms the centrality of emotion in education and offers a methodological blueprint for future research that seeks to humanize digital learning environments through data-driven empathy.

Giriş

Yüz ifadesi analizi (YİA), bireylerin duygusal durumlarını, motivasyonlarını ve sosyal niyetlerini anlamada güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır. Yüz, kimlik, cinsiyet, yaş ve ruh hali gibi bilgilerin yanı sıra, sosyal etkileşimlerde duygusal işaretlerin taşınmasında kritik bir role sahiptir (O'Toole ve Abdi, 2001; Schmidt ve Cohn, 2001; Young, 2016). Bu bağlamda, YİA yalnızca psikolojik değerlendirmeler için değil, aynı zamanda eğitim ortamlarında öğrenme süreçlerinin daha derinlemesine anlaşılması için de önemli bir yöntemdir.

Özellikle çoklu ortam öğrenme ortamlarında, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal süreçlerini desteklemek amacıyla tasarım ilkelerine duygusal boyutların entegre edilmesi gerekmektedir. Duygusal tasarım manipülasyonlarının öğrenme motivasyonunu artırdığı, bilişsel yükü dengelediği ve daha derin bilişsel süreçleri tetiklediği bilinmektedir (Brom vd., 2018; Mayer vd., 2003). Bu bağlamda, pedagojik ajanlar sosyal ipuçları taşıyan araçlar olarak öne çıkmakta; jestler, yüz ifadeleri, göz hareketleri ve kişisel iletişim tarzları aracılığıyla öğrencilerin motivasyonel ve bilişsel durumlarını etkileyebilmektedir (Chen vd., 2012; Mayer ve DaPra, 2012). Ancak literatürde pedagojik ajanların duygusal tasarımlarının öğrencilerin yüz ifadeleri üzerinden duygusal ve bilişsel süreçlere etkisini sistematik biçimde ele alan çalışmalar sınırlıdır. Önceki araştırmalar, yüz ifadesi analizinin çevrimiçi eğitimde motivasyon, dikkat ve katılımı ölçmede kullanılabileceğini göstermiştir (Ayvaz vd., 2017; Tonguç ve Ozaydın Ozkara, 2020; Zel, 2020). Bununla birlikte, farklı tasarımlara sahip pedagojik ajanların öğrenenlerin yüz ifadeleri ve duygusal tepkileri üzerindeki etkileri hâlâ yeterince açıklığa kavuşturulmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, çoklu ortam videoları içindeki farklı duygusal tasarımlara sahip pedagojik ajanların sunduğu geri bildirimlerin öğrencilerin yüz ifadeleri üzerindeki etkisini incelemektir. Böylece araştırma, hem YİA'nın eğitim teknolojilerine entegrasyonuna katkı sağlamayı hem de pedagojik ajanların tasarımına ilişkin yeni çıkarımlar sunmayı hedeflemektedir.

Araştırma Soruları

Araştırmada "IP ve IP Sınıfları" ve "Sıtmanın Yaşam Döngüsü" adında iki farklı uygulamadaki çoklu ortam videoları içinde gömülü sorular yerleştirilmiştir ve açıklayıcı geri bildirimler verilmiştir. Her uygulamada üç grup yer almaktadır. Kontrol gruplarında geri bildirimler metin ve sesle, deney 1 gruplarında nötr yüz ifadesine sahip pedagojik ajanlarla ve deney 2 gruplarında ise neşeli yüz ifadesine sahip pedagojik ajanlarla verilmiştir. Bu bağlamda araştırma soruları şöyledir:

Araştırma Sorusu 1: Uygulama 1 ve Uygulama 2'de Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 gruplarında yer alan öğrencilerin yüz ifadelerine ait değerlik, uyarılma ve yoğunluk parametre değerleri çoklu ortam videolarını izleme sürecinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Araştırma Sorusu 2: Uygulama 1 ve Uygulama 2'de Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 gruplarında yer alan öğrencilerin yüz ifadelerine ait değerlik, uyarılma ve yoğunluk parametre değerleri gömülü soruları çözme sürecinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Araştırma Sorusu 3: Uygulama 1 ve Uygulama 2'de Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 gruplarında yer alan öğrencilerin yüz ifadelerine ait değerlik, uyarılma ve yoğunluk parametre değerleri geri bildirimleri alma sürecinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Araştırma Sorusu 4: Uygulama 1 ve Uygulama 2'de Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 gruplarında yer alan öğrencilerin çoklu ortam videolarını izleme, gömülü soruları çözme ve geri bildirimleri alma süreçlerinde yüz ifadelerine ait değerlik, uyarılma ve yoğunluk parametre değerleri ile gömülü soru puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki var mıdır?

Teorik Çerçeve

Bu araştırmanın teorik çerçevesi, çoklu ortamla öğrenme kuramları, pedagojik ajanların sosyal aracılık işlevleri ve duygusal katılım kavramlarının kesişiminde şekillenmektedir. Öğretim materyallerinde yer alan pedagojik ajanların sosyal bir aracı rolü vardır (Moreno vd., 2001). Tarihsel bağlamda, insan yüzü uzun süre kişilik ve mizaç göstergesi olarak değerlendirilmiş; fizyonomi ve frenoloji gibi yaklaşımlar modern bilimsel geçerlilik kazanmasa da yüz ifadesi analizine (YİA) giden yolu açmıştır (Landau, 1989; Lavater, 1775; Pickover, 2012). 20. yüzyılda Ekman (2004) yüz ifadelerinin evrenselliğine ilişkin bulgularıyla, yüzün duyguların ve sosyal niyetlerin görünür bir işareti olarak bilimsel incelemesini sağlam temellere oturtmuştur. Günümüzde YİA, eğitim araştırmalarında da bilişsel ve duyuşsal süreçlerin anlaşılmasında güçlü bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (O'Toole ve Abdi, 2001; Schmidt ve Cohn, 2001). Çoklu ortam materyallerinde sosyal birer aracı olarak kullanılan duygusal pedagojik ajanlar aracılığıyla sunulan geri bildirimler, öğrenme sürecini sadece bilgi aktarımı olarak değil, çok boyutlu bir etkileşim olarak ele almayı gerektirir. Bu süreçlerin etkinliği, hem zihinsel yükü yöneten bilişsel modeller hem de motivasyon ve duygu durumunu kapsayan duyuşsal modeller çerçevesinde bütüncül bir bakış açısıyla incelenmelidir.

Çoklu Ortamla Öğrenmede Bilişsel ve Duyuşsal Modeller

Çoklu ortamla öğrenme, bilgilerin sözcük, resim ve ses gibi farklı biçimlerde sunulmasıyla gerçekleşir ve öğrencilerin öğrenme süreçlerinde daha etkin zihinsel temsiller oluşturmalarını destekler (Mayer, 2002, 2014). Mayer'in Bilişsel Teorisi, öğrenme sürecini seçme, organize etme ve bütünleştirme aşamalarıyla açıklamaktadır. Bu modelde öğrenme, çift kanallı işleme,

sınırlı kapasite ve aktif işlemleme ilkelerine dayanmaktadır (Baddeley, 1992; Paivio, 1990; Sweller vd., 1990). Ancak bu yaklaşım, duygusal-motivasyonel durumların düzenleyici rolünü büyük ölçüde göz ardı etmektedir (Fiedler ve Beier, 2014). Bu eksiklik Moreno ve Mayer'in (2007) Bilişsel-Duyuşsal Modeli ile giderilmiş; motivasyonel ve üstbilişsel unsurların bilişsel kaynak kullanımını doğrudan etkileyerek öğrenmeye aracılık ettiği ileri sürülmüştür. Dolayısıyla çoklu ortam tasarımlarında yalnızca bilişsel süreçlere değil, öğrenenin duygusal katılımını harekete geçirecek tasarım ilkelerine de ihtiyaç vardır (Brom vd., 2018).

Gömülü Sorular, Geri Bildirim ve Pedagojik Ajanlar

Çoklu ortam materyallerinde gömülü sorular ve geri bildirimler, öğrenme sırasında öğrencilerin dikkatini sürdürmesini ve aktif bilişsel işlemleme gerçekleştirmesini sağlar (Mayer vd., 2009; Torres vd., 2022). Araştırmalar, soru gömülü materyallerin öğrencilerin tutum, motivasyon ve öğrenme performansları üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Deng ve Gao, 2023; Kestin ve Miller, 2022). Özellikle geri bildirimin türü ve zamanı (anlık ya da gecikmeli) öğrenme çıktıları üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Hattie ve Timperley, 2007; Taxipulati ve Lu, 2021). Bu noktada pedagojik ajanlar, sosyal ipuçları (jest, mimik, göz teması, ses tonu) aracılığıyla gömülü sorular ve geri bildirim mekanizmalarını destekleyen kritik araçlar olarak öne çıkmaktadır. Çalışmalar, pedagojik ajanların öğrencilerin dikkatini odaklamada, motivasyonlarını artırmada ve bilişsel yükü yönetmede etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Chen vd., 2012; İzmirli vd., 2017; Lin vd., 2013). Ancak bu etkinin pedagojik ajanın tasarımına, kullandığı geri bildirim stratejilerine ve duygusal ifadelerine göre değişebileceği de vurgulanmaktadır (Rosenberg-Kima vd., 2010; Wang ve Yeh, 2013).

Sosyal Aracılık Teorisi ve Duygusal Katılım

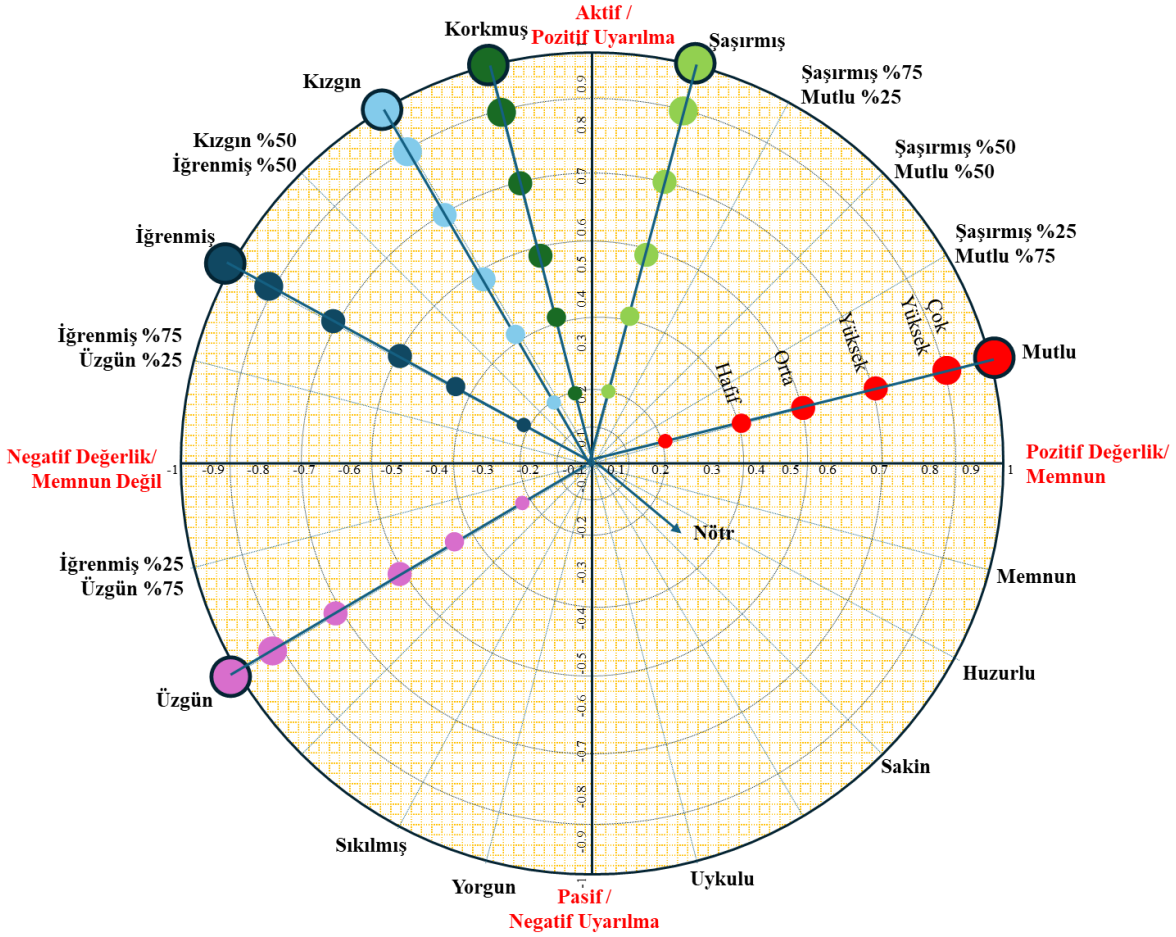
Pedagojik ajanların işlevselliğini açıklayan başlıca yaklaşım, Sosyal Aracılık Teorisi'dir (Moreno vd., 2001). Bu teoriye göre öğrenme, yalnızca bilişsel bir süreç değil, aynı zamanda eğitici ile öğrenci arasında sosyal ipuçları aracılığıyla kurulan bir ortaklık sürecidir. Öğrencilerin pedagojik ajanların sosyal özelliklerine (örneğin yüz ifadesi, nezaket, kişisel konuşma tarzı) verdikleri tepkiler, öğrenme sırasında daha derin bilişsel işlemleri harekete geçirmektedir (Lester vd., 2000; Reeves ve Nass, 1996). Bununla birlikte, pedagojik ajanların duygusal ifadeleri öğrenenlerde farklı tepkiler doğurabilir (Mayer ve DaPra, 2012). Mutluluk gibi pozitif duygular motivasyonu ve katılımı artırırken (Tsai vd., 2012), aşırı gerçekçi veya uyumsuz tasarımlar "tekinsiz vadi" fenomeni nedeniyle olumsuz algılara yol açabilmektedir (Liew vd., 2016; Mori vd., 2012). Bu nedenle pedagojik ajanların duygusal tasarımı, öğrenme sürecinde hem fırsatlar hem de riskler barındırmaktadır.

Yüz İfadelerinin Ölçümü

Ekman'ın (1993) bulgularına göre tüm ırklarda ve kültürlerde 7 temel yüz ifadesi vardır. Bunlar nötr, mutlu, şaşırmış, korkmuş, kızgın, iğrenmiş ve üzgün ifadelerdir. Ekman ve Friesen (1978) kategorik modeli yüz ifadelerini eylem birimlerine (AU'lar) göre tanımlamak için Yüz Eylemi Kodlama Sistemini (FACS) geliştirdi. AU'lar anatomik olarak belirli yüz kaslarının kasılmasıyla ilişkilidir. Tek tek veya kombinasyon halinde oluşabilirler. AU kombinasyonları katkılı olabilir, bu durumda kombinasyon bileşenlerin görünümünü değiştirmez veya katkısız olabilir, bu durumda bileşenlerin görünümü değişir. Anatomik eylem birimlerinin sayısı az olmasına rağmen (sadece 44), eylem birimlerinin 7000'den fazla kombinasyonu gözlemlenmiştir (Scherer ve Ekman, 1982). Yüzde meydana gelen bu kombinasyonlar iki boyutlu olarak geometrik özelliklerin boyutsal değişimleri ile yüz ifadesi analizlerinde etkin olarak kullanılabilmektedir. Bu boyutsal değişimler yüze ait ifadelerin iki boyutlu bir kutupsal

alanda ifade edilmesini sağlar (Russell, 1980). Russell'in boyutlu duygulanım modeli ise merkezinde nötr olan döngüsel modelde 7 temel duyguyu barındırarak uyarılma-değerlik alanında 2 boyutlu bir kutupsal duygulanım alanı varsayar (Şekil 1).

Bu çalışmada öğrencilerin çoklu ortam videolarını izleme, gömülü soruları çözme ve geri bildirimleri alma süreçlerinde meydana gelen yüz ifadelerindeki değişimleri Vonikakis ve Winkler (2021) tarafından önerilen, geometrik özellikleri kullanarak boyutsal etki tanıma için etkin yüz ifadesi analizi yöntemi kullanılmıştır. Russell'ın (1980) bu yaklaşımı, Ekman ve Friesen'in (1971) kategorik modeline alternatif olarak boyutlu duygulanım modeli olarak kurulmuştur.



Şekil 1. Vonikakis ve Winkler'den (2021) uyarlanan iki boyutlu kutupsal duygulanım alanı.

Merkezden uzaklık (yani nötrden sapma) yüz ifadesinin hafif, orta, yüksek ve çok yüksek yoğunluğunu temsil eder. Çok yüksek yoğunluklu ifadeler (örneğin 'son derece mutlu') duygusal alanın dış çevresine yerleştirilirken, düşük tonlu ifadeler (örneğin 'biraz mutlu') alanın merkezine yakın, Nötr'e yakın bir yerde bulunur. Şekil 1 böyle bir duygusal alanı göstermektedir. Uyarılma ve Değerlik [−1, 1] aralığındadır. Duygular [0◦, 360◦] aralığındaki açılarla tanımlanırken, ifadenin yoğunluğu merkeze olan uzaklığa (Nötr) göre tanımlanır ve [0, 1] aralığındadır. Değerlilik ve uyarılma, beynin belirli bölgelerinin belirli işlevleriyle kolaylıkla ilişkilidir; Sağ yarım kürenin parietal bölgesi uyarılmanın aracılığında özel bir rol oynuyor gibi görünürken, ön bölgelerin duygusal değerlikte özel bir rol oynadığı görülmektedir (Kollias ve Zafeiriou, 2021).

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu araştırma, tek faktörlü deneysel desenlerden karşılaştırmalı grup desenine dayanmaktadır (Büyüköztürk vd., 2019; Creswell ve Creswell, 2017). Araştırmada bağımsız değişken, öğrencilerin yer aldığı grup (kontrol, Deney 1, Deney 2) olup; bağımlı değişkenler yüz ifadelerinden elde edilen değerlik, uyarılma ve yoğunluk parametreleridir.

Katılımcılar

Araştırma, 2024–2025 eğitim-öğretim yılı güz döneminde, Türkiye'de yer alan bir devlet üniversitesinde yürütülmüştür. Çalışmanın örneklemi; mühendislik fakültesi yazılım mühendisliği programının 3. ve 4. sınıfında öğrenim gören öğrenciler ile sağlık bilimleri fakültesi sağlık yönetimi bölümünde aynı sınıf düzeylerinde bulunan öğrencilerden oluşmaktadır. Toplam 162 öğrenci araştırmaya dâhil edilmiştir.

Çalışmada, gömülü sorular ve anlık geri bildirimler içerecek biçimde tasarlanmış iki ayrı çoklu ortam materyali geliştirilmiştir. "IP ve IP Sınıfları" konusunu ele alan birinci uygulama yazılım mühendisliği öğrencilerine sunulmuştur. Bu gruptaki öğrencilerin söz konusu uygulamaya seçilme nedeni, daha önce "Bilgisayar Ağları ve İletişim" dersini almış olmaları ve bu ders aracılığıyla konuya yönelik temel bilgiye sahip olmalarıdır. "Sıtmanın Yaşam Döngüsü" konusunu kapsayan ikinci uygulama ise sağlık yönetimi bölümü öğrencilerine uygulanmıştır. Bu grubun belirlenme gerekçesi, öğrencilerin alan bilgisi kapsamında konuyla ilgili ön bilgiye sahip olmaları ve içeriğin doğrudan eğitim alanlarıyla ilişkili olmasıdır. Katılımcılara ilişkin demografik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların demografik bilgileri.

Uygulama		**Uygulama 1 (N=84)**			**Uygulama 2 (N=78)**		
Konu		(IP ve IP Sınıfları)			(Sıtmanın Yaşam Döngüsü)		
Katılımcıların Bölümleri		Yazılım Mühendisliği Bölümü			Sağlık Yönetimi Bölümü		
Gruplar		Kontrol (K)	Deney 1 (D1)	Deney 2 (D2)	Kontrol (K)	Deney 1 (D1)	Deney 2 (D2)
Cinsiyet	Kadın	10	4	4	14	10	16
	Erkek	18	24	24	12	16	10
	Toplam	28	28	28	26	26	26

Katılımcılar tüm gruplara yansız olarak atanmıştır. Uygulama 1'e katılan gruptaki öğrencilerin mühendislik fakültesi öğrencilerinden oluşması nedeniyle örneklemde erkek öğrencilerin oranı daha yüksektir. Buna karşılık, Uygulama 2'nin yürütüldüğü sağlık yönetimi bölümü öğrencilerinde kadın ve erkek dağılımı daha dengeli bir yapı göstermektedir.

Veri Toplama Araçları

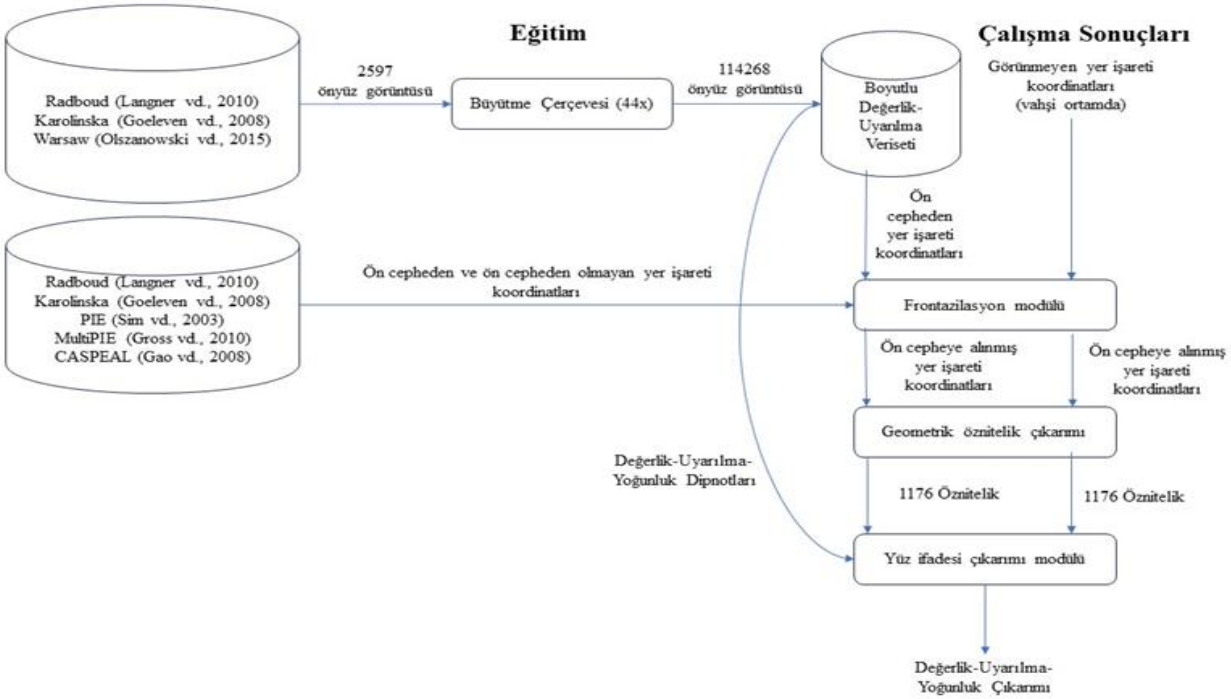
Bilgisayar ve Kamera

Araştırmada 10 adet, 720p/30fps özelliklerine sahip kameraları olan diz üstü bilgisayarlar kullanılmıştır. Öğrenciler belirli periyotlarda bilgisayar laboratuvarına çağrılmıştır. Uygulama sürecinde kameralar yüz ifadesi analizi algoritması için veriler toplayan donanım aygıtları olarak kullanılmıştır.

Yüz İfadesi Analizi Algoritması

Bu çalışmada, yüz ifadelerinin analizi için Vonikakis ve Winkler (2021) tarafından geliştirilen yüz ifadesi çıkarım modülünden (Şekil 2) elde edilen eğitilmiş model, Python 3.6

tabanlı geliştirilen uygulama arayüzüne entegre edilmiştir. İlgili modelin eğitim sürecinde kullanılan 114.268 görüntülük veri kümesi, orijinal çalışmada %92 eğitim ve %8 test setlerine ayrılmış; modelin genellenebilirliği ve aşırı öğrenme kontrolü yazarlar tarafından çapraz doğrulama yöntemleriyle raporlanmıştır. Vonikakis ve Winkler (2021) çalışmalarında değerlik, uyarılma ve yoğunluk parametrelerinin tahminlenmesi için Çok Katmanlı Perseptron (Multi-Layer Perceptron-MLP), Temel Bileşen Regresyonu (Principal Components Regression-PCR), Rastgele Orman Regresyonu (Random Forest Regression- RF) ve Sırt Regresyonu (Ridge Regression- RR) yöntemlerini kullanmışlardır. Elde ettikleri en düşük Ortalama Hata Karesi (Mean Square Error-MSE) sonuçları değerlik değeri için 0.0367, uyarılma değeri için 0.0276 ve yoğunluk değeri için ise 0.0235'tir. Bu çalışmada kullanılan algoritma, kameradan gelen gerçek zamanlı verileri ilgili model üzerinden geçirerek analiz etmektedir. Çoklu ortam videolarını izleme, gömülü soruları çözme ve geri bildirimleri alma süreçlerinde yüz ifadesi analizi algoritması saniyede 4 adet değerlik, okuma ve yoğunluk verisi toplamıştır. Her sürecin ortalama değeri veri tabanına kaydedilmiştir.



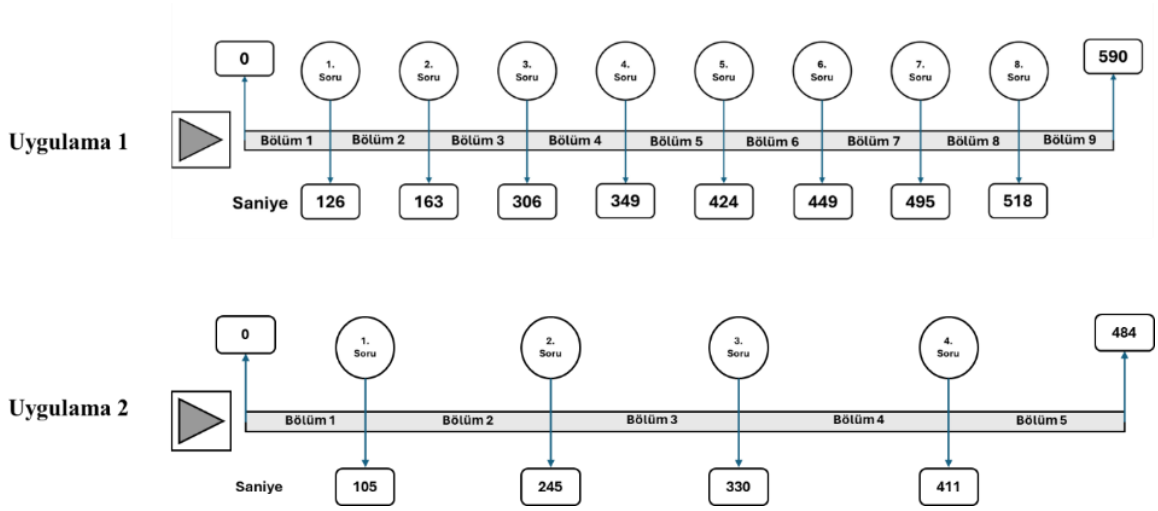
Şekil 2. Yüz ifadeleri çıkarma modülü (Vonikakis ve Winkler, 2021)

Şekil 2'deki yüz ifadeleri çıkarım modülü yaklaşımı 44x'lik bir büyütme faktörü sunmaktadır. 2597 orijinal kategorik görüntüden oluşan 3 veri kümesi (Goeleven vd., 2008; Langner vd., 2010; Olszanowski vd., 2015) birleştirilmiştir, bunun sonucunda 114268 eğitim görüntüsünden oluşan boyutlu bir veri kümesi elde edilir. Baş duruşundaki farklılıkları gidermek için ayrıca yer işareti tabanlı bir ön cepheleştirme kullanılmıştır. Bunun için frontalizasyon modülünü eğitmek amacıyla 5 farklı veri seti kullanılmıştır (D'Mello ve Graesser, 2010; Gao vd., 2008; Goeleven vd., 2008; Langner vd., 2010; Rasouli vd., 2019). Frontalizasyon modülü kafa hareketlerini düzleştirerek karşıdan görünümdeki durumuna çevirir. Yüz pozu 3 boyutlu bir uzayda kafanın sağa-sola dönme (yaw), yukarı-aşağı eğilme (pitch) ve yuvarlama (roll) değerleri ile ifade edilir (Patrick, 2023). Yüz ifadeleri çıkarma modülündeki frontalizasyon modülü yüz ifadesinin değerlik-uyarılma ve yoğunluk değerlerini net olarak alabilmesi için yüzün farklı dönme açılarını ön yüze çevirir (Vonikakis ve Winkler, 2020). Vonikakis ve Winklerin 2020 ve 2021'deki çalışmalarında frontolizasyon modülünün kafanın sağa sola

dönme (yaw) açılarında ±60 derece aralığında, kafanın yukarı aşağı eğilme (pitch) açılarında da ±30 derece aralığında yüz ifadeleri tahminlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir bozulmaya neden olmadığını göstermişlerdir. Bu sayede okuma ve problem çözme zamanlarında katılımcının farklı kafa açıları olsa dahi yüz ifadesine ait değerlik, uyarılma ve yoğunluk değerleri web kamerası tarafından kolaylıkla okunabilmiş ve kaydedilmiştir.

Uygulama Süreci

Uygulama, araştırmacı tarafından özel olarak tasarlanan bir laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma için toplam 10 dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Öğrenciler önceden belirlenmiş bir programa göre bilgisayar laboratuvarına atanmış ve laboratuvarın kullanımına ilişkin tüm izinler dış uyaranlardan kaldırılmıştır. Öğrenciler ayrıca gömülü sorular ve geri bildirim içeren bir multimedya videosu izlemişlerdir. Her iki uygulamadaki gömülü soruların ekranda görünme süreleri Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. "IP ve IP Sınıfları" (Uygulama 1) ve "Sıtmanın Yaşam Döngüsü" (Uygulama 2) konulu multimedyalardaki gömülü soruların zamanlaması

İlk uygulamaya yönelik "IP ve IP Sınıfları" konusunu kapsayan multimedya videosunda video 126., 163., 306., 349., 424., 449., 495. ve 518. saniyelerde sistem tarafından otomatik olarak duraklatıldı. Bu noktaların her birinde, öğrencilere o ana kadar kapsanan içeriğe ilişkin bilgi ve kavrayışı değerlendirmek için tasarlanmış toplam 8 gömülü soru sunuldu (bkz. Şekil 3). Her yanıtın ardından ayrıntılı geri bildirim sağlandı ve video bir sonraki bölüme devam etti. İkinci uygulamaya yönelik "Sıtmanın Yaşam Döngüsü" konulu multimedya videosunda videonun 105., 245., 330. ve 411. saniyelerde sistem tarafından otomatik olarak duraklatılması sağlanmıştır. Bu noktaların her birinde, öğrencilere o noktaya kadar kapsanan içeriğe ilişkin bilgilerini ve kavrayışlarını değerlendirmeyi amaçlayan toplam 4 gömülü soru sunuldu (bkz. Şekil 3). Her yanıtın ardından ayrıntılı geri bildirim sağlandı ve video bir sonraki bölümle devam etti. Video bölümleri, gömülü sorular ve pedagojik ajanlar tarafından sunulan geri bildirimler 1280x768 çözünürlükte sunulmuştur. Soruların yer aldığı bölüm Şekil 4'te gösterildiği gibi görüntülenmiştir.

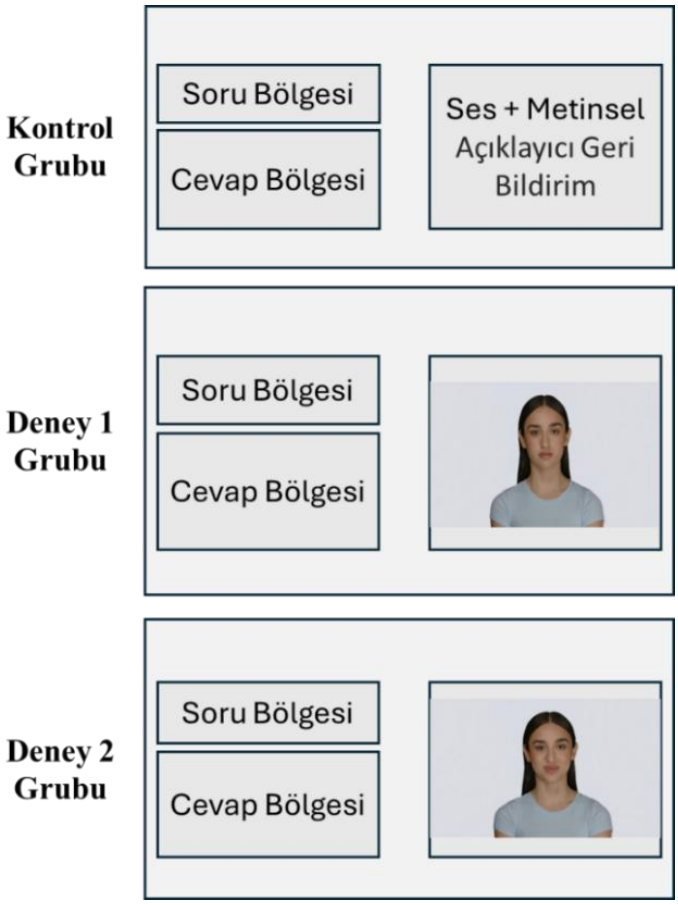


Şekil 4. Gömülü soru ekranı

Şekil 4, soru-cevap bölümleri için belirlenen alanları göstermektedir. Cevap verildikten hemen sonra, deney gruplarına özgü geri bildirimlerin gösterildiği ekranlar sunulmaktadır. Sağlanan geribildirimin tasarımı ve türü, aşağıda ana hatlarıyla belirtildiği gibi gruplara göre yapılandırılmıştır. Pedagojik ajanlar https://studio.neiro.ai adresinde bulunan platform kullanılarak oluşturulmuştur. Pedagojik ajanların yüz ifadeleri üretken yapay zekâ kullanılarak oluşturulmuş, özellikle nötr ve neşeli ifadeler olarak seçilmiştir. Sisteme girilen geri bildirim metinleri de üretken yapay zekâ kullanılarak konuşmaya dönüştürülmüştür. Uygulama 1 (IP ve IP Sınıfları) ve Uygulama 2'de (Sıtmanın Yaşam Döngüsü), her durumda bir kontrol grubu ve iki deney grubu bulunmaktadır. İçerik, soru sayısı ve geri bildirim örneklerinin sayısı iki uygulama arasında farklılık gösterirken, geri bildirim verme şekli tutarlı kalmıştır. Uygulama 1'de her gruba 8 gömülü soru ve 8 karşılık gelen açıklayıcı geri bildirim verilirken (EK 1), Uygulama 2'de her gruba 4 gömülü soru ve 4 açıklayıcı geri bildirim verilmiştir (EK2). EK 1 ve EK2'de açıklayıcı geri bildirimlerin süreleri de yer almaktadır.

Gruplar

Ayrıntılı geri bildirim verilen gruplara ait görüntüler Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5. Gruplardaki geri bildirim ekranları.

Kontrol Grubu (Ses ve Metinsel Açıklayıcı Geri Bildirim): Bu grupta, açıklayıcı geri bildirimler metin ve sesle birlikte sunulur (bkz: Şekil 5).

Deney 1 Grubu (Nötr Yüz İfadesine Sahip Pedagojik Ajanla Birlikte Sunulan Açıklayıcı Geri Bildirim): Bu grupta, açıklayıcı geri bildirimler nötr yüz ifadesine sahip bir pedagojik ajanla birlikte sunulur (bkz: Şekil 5).

Deney 2 Grubu (Neşeli Yüz İfadesine Sahip Pedagojik Ajanla Birlikte Sunulan Açıklayıcı Geri Bildirim): Bu grupta, açıklayıcı geri bildirimler neşeli yüz ifadesine sahip bir pedagojik ajanla birlikte sunulur (bkz: Şekil 5).

Verilerin Analizi

Algoritma video kaydı yapmamıştır, anlık olarak gelen görüntüleri işlemiştir ve veri tabanına sayısal değerleri kaydetmiştir. Her 0,25 saniyede bir kayıt alan fonksiyon yüze ait değerleri, çoklu ortam videosunu izleme, gömülü soruları çözme ve geri bildirimleri alma süreçlerinde bir veri tabanına kaydetmiştir. Her katılımcı için ortalama değerler hesaplanmış ve analizlerde kullanılmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farkların anlamlılığını belirlemek amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA sonucunda anlamlı fark bulunan grupların belirlenmesi amacıyla post-hoc analizlerinden Tukey HSD testi kullanılmıştır. Her iki uygulamada da gruplardaki öğrencilerin gömülü soru puanları ve yüz ifadeleri değerleri arasındaki ilişkilerin analizi için de korelasyon analizi yapılmış ve Pearson Korelasyonu değerlerine bakılmıştır. Veriler, SPSS 27 istatistiksel yazılım paketi kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular

Bu bölümde, "IP ve IP Sınıfları" ile "Sıtmanın Yaşam Döngüsü" uygulamaları kapsamında Kontrol (K), Deney 1 (D1) ve Deney 2 (D2) gruplarında yer alan öğrencilerin öğrenme sürecindeki duygusal değişimlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları sunulmuştur. Araştırma soruları doğrultusunda; öğrencilerin çoklu ortam videolarını izleme, gömülü soruları çözme ve açıklayıcı geri bildirimleri alma süreçleri boyunca yüz ifadelerinden elde edilen değerlik (valence), uyarılma (arousal) ve yoğunluk (intensity) parametreleri, gruplar arası farklılıklar açısından incelenmiştir. Her iki uygulama için ayrı ayrı yürütülen analizlerde, pedagojik ajanların (nötr ve neşeli) ve geleneksel metin/ses tabanlı geri bildirimlerin öğrenci duyguları üzerindeki etkisi Tek Yönlü ANOVA testi ile belirlenmiş; elde edilen anlamlı farklılıklar ve betimsel istatistiklerin Post-Hoc analizleri tablolarda gösterilmiştir.

Araştırma Sorusu 1'e Ait Bulgular

Uygulama1 ve Uygulama 2'deki Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 gruplarındaki katılımcıların çoklu ortam videolarını izleme süreçlerindeki (VİS), yüz ifadelerine ait değerlik (D), uyarılma (U) ve yoğunluk (Y) parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, ANOVA ve Post-Hoc sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Uygulama 1 ve Uygulama2'deki grupların VİS durumlarındaki yüz ifadeleri değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler, ANOVA ve Post-Hoc sonuçları.

			Tanımlayıcılar		ANOVA Sonuçları							Post-Hoc
Uygulama	Değ.	Grup	Ort	Ss		K. Top.	Sd	K. Ort	F	p	η^2	Farklar
Uygulama 1	D	K	-0.11	0.16	GA	0.149	2	0.075	3.144	0.048*	0.072	K>D2 (p=0.022)
		D1	-0.19	0.12	Gİ	1.924	81	0.024				
		D2	-0.21	0.16	Top.	2.073	83					
		Top.	-0.17	0.15								
	U	K	0.16	0.08	GA	0.005	2	0.002	0.281	0.756	0.007	
		D1	0.17	0.09	Gİ	0.721	81	0.009				
		D2	0.15	0.09	Top.	0.726	83					
		Top.	0.16	0.09								
	Y	K	0.29	0.08	GA	0.021	2	0.011	1.205	0.305	0.029	
		D1	0.32	0.06	Gİ	0.707	81	0.009				
		D2	0.33	0.11	Top.	0.728	83					
		Top.	0.31	0.09								
Uygulama 2	D	K	-0.12	0.14	GA	0.286	2	0.143	8.213	0.001*	0.180	K>D1 (p=0.001) K>D2 (p=0.001)
		D1	-0.25	0.12	Gİ	1.307	75	0.017				
		D2	-0.25	0.12	Top.	1.593	77					
		Top.	-0.20	0.14								
	U	K	0.21	0.08	GA	0.043	2	0.021	2.242	0.113	0.056	
		D1	0.15	0.10	Gİ	0.716	75	0.01				
		D2	0.18	0.10	Top.	0.759	77					
		Top.	0.18	0.09								
	Y	K	0.34	0.07	GA	0.004	2	0.002	0.289	0.75	0.008	
		D1	0.35	0.09	Gİ	0.548	75	0.007				
		D2	0.36	0.09	Top.	0.552	77					
		Top.	0.35	0.08								

Not: Değ.: Değişken, D: Değerlik, U: Uyarılma, Y: Yoğunluk, K: Kontrol Grubu, D1: Deney1 Grubu, D2: Deney2 Grubu, Ort: Ortalama, Ss: Standart Sapma, K. Top: Kareler Toplamı, Sd: Serbestlik Derecesi, K. Ort: Kareler Ortalaması, GA: Gruplar Arası, Gİ: Gruplar İçi, Top.: Toplam, η^2: Eta Kare, Post- Hoc analizinde Tukey HSD Testi kullanılmıştır.

Tablo 2'de Uygulama 1 ve Uygulama 2'de yer alan gruplardaki katılımcıların çoklu ortam videolarını izleme süreçlerindeki yüz ifadelerine ait uyarılma ve yoğunluk değişkenlerindeki ortalama değerleri incelendiğinde gruplar arasında büyük farklar gözlenmemiştir. Ancak yüz ifadelerine ait değerlik değişkeninin ortalama değerleri her iki uygulamadaki Deney 1 ve Deney 2 gruplarında Kontrol gruplarına göre daha negatif bir değerde olduğu gözlenmiştir. ANOVA sonuçları her iki uygulamada da çoklu ortam videolarını izleme süreçlerinde yüz ifadelerindeki

değerlik değişkeninde gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir (p<0,05). Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğuna bakmak için de Post-Hoc analizleri yapılmıştır.

Her iki uygulamada da çoklu ortam videolarını izleme sürecindeki değerlik değişkeni açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Uygulama 1'de (IP ve IP Sınıfları) Kontrol grubu ile Deney 2 grubu arasında değerlik ortalamaları açısından anlamlı bir fark saptanmıştır (p=<0.05). Ortalama farklar incelendiğinde, kontrol grubundaki öğrencilerin video izleme sürecinde yüz ifadelerindeki değerlik ortalamaları, deney2 grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmektedir (K-D2=0.1). Öte yandan, Kontrol ile Deney 1 grupları ve Deney 1 ile Deney 2 grupları kendi aralarında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Uygulama 2'de (Sıtmanın Yaşam Döngüsü) ise Kontrol grubunun hem Deney 1 hem de Deney 2 gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaştığı görülmektedir (p=<0.05). Ortalama fark değerlerine bakıldığında, Kontrol grubunun yüz ifadelerindeki değerlik değişkenine ait ortalamalarının, Deney 1 grubundan (K-D1=0.13) ve Deney 2 grubundan (K-D2=0.13) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Deney 1 ve deney 2 grupları arasında ise değerlik ortalamaları açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yüz ifadelerine ait uyarılma ve yoğunluk değişkenlerinin ortalamalarında ise iki uygulamanın da grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Her iki uygulama sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, video izleme sürecinde pedagojik ajan içermeyen açıklayıcı geri bildirimlerin olduğu (metin + sesli açıklayıcı geri bildirim) Kontrol grubundaki öğrencilerin, duygusal yüz ifadelerine sahip pedagojik ajanlı açıklayıcı geri bildirimlerin yer aldığı gruplara göre daha yüksek değerlik ortalamaları sergilediği görülmektedir. Bu durum, Deney 1 ve Deney 2 gruplarındaki açıklayıcı geri bildirimlerde duygusal yüz ifadelerine sahip pedagojik ajanların video izleme aşamasında, öğrencilerin yüz ifadelerine yansıyan değerlik durumunu Kontrol gruplarına kıyasla daha düşük seviyede tuttuğu şeklinde yorumlanabilir. Diğer bir deyişle açıklayıcı geri bildirimlerde duygusal yüz ifadelerine sahip ajanların varlığı videoyu izlerken Deney 1 ve Deney 2 gruplarındaki öğrencilerin yüz ifadesinde kaş çatılması ve dudakların gerginleşmesi gibi daha odaklanmış bir duruma neden olmuştur.

Araştırma Sorusu 2'ye Ait Bulgular

Uygulama1 ve Uygulama 2'deki Kontrol, Deney 1 ve D eney2 gruplarındaki katılımcıların gömülü soruları çözme süreçlerindeki (GSÇS), yüz ifadelerine ait değerlik (D), uyarılma (U) ve yoğunluk (Y) parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, ANOVA ve Post-Hoc sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Uygulama 1 ve Uygulama2'deki grupların GSÇS durumlarındaki yüz ifadeleri değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler, ANOVA ve Post-Hoc sonuçları.

		Tanımlayıcılar			ANOVA Sonuçları						Post-Hoc
Uygulama	Değ	Grup	Ort	Ss		K. Top.	Sd	K. Ort	F	p	η^2	Farklar
Uygulama 1	D	K	-0.10	0.16	GA	0.228	2	0.114	4.328	0.016*	0,097	K>D1 (p=0.018)
		D1	-0.20	0.14	Gİ	2.132	81	0.026				
		D2	-0.21	0.17	Top.	2.359	83					K>D2 (p=0.009)
		Top.	-0.17	0.16								
	U	K	0.17	0.10	GA	0.002	2	0.001	0.121	0.886	0.003	
		D1	0.16	0.09	Gİ	0.796	81	0.010				
		D2	0.16	0.09	Top.	0.798	83					
		Top.	0.17	0.09								
	Y	K	0.30	0.09	GA	0.013	2	0.007	0.652	0.524	0.016	
		D1	0.32	0.08	Gİ	0.835	81	0.010				
		D2	0.33	0.12	Top.	0.849	83					
		Top.	0.32	0.10								
Uygulama 2	D	K	-0.18	0.14	GA	0.146	2	0.073	4.053	0.021*	0.098	K>D1 (p=0.009)
		D1	-0.28	0.13	Gİ	1.355	75	0.018				
		D2	-0.26	0.12	Top.	1.501	77					K>D2 (p=0.032)
		Top.	-0.24	0.13								
	U	K	0.17	0.11	GA	0.014	2	0.007	0.615	0.543	0.016	
		D1	0.15	0.10	Gİ	0.831	75	0.011				
		D2	0.18	0.09	Top.	0.845	77					
		Top.	0.17	0.10								
	Y	K	0.32	0.07	GA	0.038	2	0.019	2.112	0.128	0.053	
		D1	0.37	0.10	Gİ	0.676	75	0.009				
		D2	0.36	0.09	Top.	0.715	77					
		Top.	0.35	0.09								

Not: Değ.: Değişken, D: Değerlik, U: Uyarılma, Y: Yoğunluk, K: Kontrol Grubu, D1: Deney1 Grubu, D2: Deney2 Grubu, Ort: Ortalama, Ss: Standart Sapma, K. Top: Kareler Toplamı, Sd: Serbestlik Derecesi, K. Ort: Kareler Ortalaması, GA: Gruplar Arası, Gİ: Gruplar İçi, Top.: Toplam, η^2: Eta Kare, Post- Hoc analizinde Tukey HSD Testi kullanılmıştır.

Tablo 3'te Uygulama 1 ve Uygulama 2'de yer alan gruplardaki katılımcıların gömülü soruları çözme süreçlerindeki yüz ifadelerine ait uyarılma ve yoğunluk değişkenlerindeki ortalama değerleri incelendiğinde gruplar arasında büyük farklar gözlenmemiştir. Ancak yüz ifadelerine ait değerlik değişkeninin ortalama değerleri her iki uygulamadaki Deney1 ve Deney2 gruplarında kontrol gruplarına göre daha negatif bir değerde olduğu gözlenmiştir. ANOVA sonuçları her iki uygulamada da gömülü soruları çözme süreçlerinde yüz ifadelerindeki değerlik değişkeninde gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğuna bakmak için de Post-Hoc analizleri yapılmıştır.

Her iki uygulamada da gömülü soruları çözme sürecindeki değerlik değişkeni açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Uygulama 1'de (IP ve IP Sınıfları) Kontrol grubu ile Deney 1 ve Deney 2 grupları arasında değerlik ortalamaları açısından anlamlı bir fark saptanmıştır ($p = <0.05$). Ortalama fark değerlerine bakıldığında, Kontrol grubunun değerlik ortalamalarının, Deney 1 grubundan (K-D1=0.1) ve Deney 2 grubundan (K-D2=0.11) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan Uygulama 1'de gömülü soruları çözme sürecinde yüz ifadelerine ait değerlik ortalamalarında, Deney 1 ve Deney 2 grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Uygulama 2'de (Sıtmanın Yaşam Döngüsü) ise gömülü soruları çözme sürecinde Kontrol grubunun hem Deney 1 hem de Deney 2 grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaştığı görülmektedir ($p=<0.05$). Ortalama fark değerlerine bakıldığında, Kontrol grubunun değerlik ortalamalarının, Deney 1 grubundan (K-D1=0.1) ve Deney 2 grubundan (K-D2=0.08) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Deney 1 ve Deney 2 grupları arasında ise değerlik ortalama puanları açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Her iki uygulama sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, gömülü soru çözme sürecinde pedagojik ajan içermeyen açıklayıcı geri bildirimlerin olduğu (metin + ses) Kontrol grubundaki öğrencilerin, duygusal yüz ifadelerine sahip pedagojik ajanlı açıklayıcı geri bildirimlerin yer aldığı gruplara göre daha yüksek değerlik ortalamaları sergilediği görülmektedir. Bu durum, açıklayıcı geri bildirimlerde duygusal yüz ifadelerine sahip pedagojik ajanların gömülü soruları çözme aşamasında, öğrencilerin yüz ifadelerine yansıyan değerlik durumunu Kontrol grubuna kıyasla daha düşük seviyede tuttuğu şeklinde yorumlanabilir. Diğer bir deyişle açıklayıcı geri bildirimlerde duygusal yüz ifadelerine sahip ajanların varlığı gömülü soruları çözerken Deney 1 ve Deney 2 gruplarındaki öğrencilerin yüz ifadesinde kaş çatılması ve dudakların gerginleşmesi gibi daha odaklanmış bir duruma neden olmuştur.

Araştırma Sorusu 3'e Ait Bulgular

Uygulama1 ve Uygulama 2'deki kontrol, deney1 ve deney2 gruplarındaki katılımcıların geri bildirim alma süreçlerindeki (GBAS), yüz ifadelerine ait değerlik (D), uyarılma (U) ve yoğunluk (Y) parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve ANOVA sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Uygulama 1 ve Uygulama2'deki grupların GBAS durumlarındaki yüz ifadeleri değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler, ANOVA ve Post-Hoc sonuçları.

			Tanımlayıcılar		ANOVA Sonuçları							Post-Hoc
Uygulama	Değ.	Grup	Ort	Ss		K. Top.	Sd	K. Ort	F	p	η^2	Farklar
Uygulama 1	D	K	-0.10	0.16	GA	0.224	2	0.112	3.809	0.026*	0.086	K>D1 (p=0.022)
		D1	-0.21	0.16	Gİ	2.381	81	0.029				
		D2	-0.21	0.18	Top.	2.605	83					K>D2 (p=0.017)
		Top.	-0.17	0.17								
	U	K	0.18	0.10	GA	0.003	2	0.001	0.130	0.878	0.003	
		D1	0.17	0.10	Gİ	0.853	81	0.011				
		D2	0.16	0.09	Top.	0.856	83					
		Top.	0.17	0.10								
	Y	K	0.31	0.08	GA	0.018	2	0.009	0.848	0.432	0.021	
		D1	0.34	0.09	Gİ	0.875	81	0.011				
		D2	0.33	0.13	Top.	0.893	83					
		Top.	0.33	0.10								
Uygulama 2	D	K	-0.17	0.14	GA	0.131	2	0.066	3.553	0.034*	0.087	K>D1 (p=0.031)
		D1	-0.25	0.12	Gİ	1.385	75	0.018				
		D2	-0.26	0.12	Top.	1.516	77					K>D2 (p=0.019)
		Top.	-0.23	0.14								
	U	K	0.18	0.11	GA	0.016	2	0.008	0.66	0.52	0.017	
		D1	0.16	0.11	Gİ	0.918	75	0.012				
		D2	0.20	0.09	Top.	0.935	77					
		Top.	0.18	0.11								
	Y	K	0.33	0.07	GA	0.025	2	0.012	1.394	0.254	0.036	
		D1	0.36	0.11	Gİ	0.665	75	0.009				
		D2	0.37	0.09	Top.	0.69	77					
		Top.	0.35	0.09								

Not: Değ.: Değişken, D: Değerlik, U: Uyarılma, Y: Yoğunluk, K: Kontrol Grubu, D1: Deney1 Grubu, D2: Deney2 Grubu, Ort: Ortalama, Ss: Standart Sapma, K. Top: Kareler Toplamı, Sd: Serbestlik Derecesi, K. Ort: Kareler Ortalaması, GA: Gruplar Arası, Gİ: Gruplar İçi, Top.: Toplam, η^2: Eta Kare, Post- Hoc analizinde Tukey HSD Testi kullanılmıştır.

Tablo 4'te Uygulama 1 ve Uygulama 2'de yer alan gruplardaki katılımcıların geri bildirim alma süreçlerindeki yüz ifadelerine ait uyarılma ve yoğunluk değişkenlerindeki ortalama değerleri incelendiğinde gruplar arasında anlamlı farklar gözlenmemiştir. Ancak yüz ifadelerine ait değerlik değişkeninin ortalama değerleri her iki uygulamadaki Deney1 ve Deney2 gruplarında Kontrol gruplarına göre daha negatif bir değerde olduğu gözlenmiştir. ANOVA sonuçları her iki uygulamada da geri bildirim alma süreçlerinde yüz ifadelerindeki değerlik değişkeninde gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğuna bakmak için de Post-Hoc analizleri yapılmıştır.

Her iki uygulamada da geri bildirim alma sürecindeki değerlik değişkeni açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Uygulama 1'de (IP ve IP Sınıfları) Kontrol grubu ile Deney 1 ve Deney 2 grupları arasında değerlik ortalamaları açısından anlamlı bir fark saptanmıştır ($p<0.05$). Ortalama fark değerlerine bakıldığında, Kontrol grubunun değerlik ortalamalarının, Deney 1 grubundan (K-D1=0.11) ve Deney 2 grubundan (K-D2=0.11) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan Uygulama 1'de geri bildirim alma sürecinde yüz ifadelerine ait değerlik ortalamalarında, Deney 1 ve Deney 2 grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Uygulama 2'de (Sıtmanın Yaşam Döngüsü) ise geri bildirim alma sürecinde Kontrol grubunun hem Deney 1 hem de Deney 2 grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılaştığı görülmektedir ($p<0.05$). Ortalama fark değerlerine bakıldığında, Kontrol grubunun değerlik puanlarının, Deney 1 grubundan (K-D1=0.08) ve Deney 2 grubundan (K-D2=0.09) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Deney 1 ve Deney 2 grupları arasında ise değerlik puanı açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Her iki uygulama sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, geri bildirim alma sürecinde pedagojik ajan içermeyen açıklayıcı geri bildirimlerin olduğu (metin + ses) Kontrol grubundaki öğrencilerin, duygusal yüz ifadelerine sahip pedagojik ajanlı açıklayıcı geri bildirimlerin yer aldığı gruplara göre daha yüksek değerlik ortalamaları sergilediği görülmektedir. Bu durum, açıklayıcı geri bildirimlerde duygusal yüz ifadelerine sahip pedagojik ajanların geri bildirimleri alma sürecinde, öğrencilerin yüz ifadelerine yansıyan değerlik durumunu kontrol grubuna kıyasla daha düşük seviyede tuttuğu şeklinde yorumlanabilir. Diğer bir deyişle açıklayıcı geri bildirimlerde duygusal yüz ifadelerine sahip ajanların varlığı geri bildirimleri alırken Deney 1 ve Deney 2 gruplarındaki öğrencilerin yüz ifadesinde kaş çatılması ve dudakların gerginleşmesi gibi daha odaklanmış bir duruma neden olmuştur.

Araştırma Sorusu 4'e Ait Bulgular

Uygulama1 ve Uygulama 2'deki Kontrol, Deney1 ve Deney2 gruplarındaki katılımcıların VİS, GSÇS ve GBA durumlarında yüz ifadelerine ait değerlik (D), uyarılma (U) ve yoğunluk (Y) parametreleri ile gömülü soru puanları (GSP) arasındaki ilişkilerin korelasyon analizi sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir. Bu analizin yapılma nedeni öğrencilerin gömülü sorulara verdikleri doğru ya da yanlış cevapların yüz ifadeleri üzerinde etkisi olabileceği varsayımıdır.

Tablo 5. Uygulama 1 ve Uygulama2'deki grupların VİS, GSÇS ve GBAS durumlarındaki yüz ifadeleri ortalamaları ile GSP arasındaki korelasyon analizleri.

Uygulama-Grup	Süreç-Değişken	GSP		Uygulama-Grup	Süreç-Değişken	GSP	
		Pearson C	p			Pearson C	p
Uygulama1-Kontrol (N=28)	VİS-D	0.074	0.707	Uygulama2-Kontrol (N=26)	VİS-D	-0.081	0.692
	VİS-U	-0.05	0.776		VİS-U	-0.232	0.253
	VİS-Y	-0.31	0.108		VİS-Y	-0.351	0.077
	GSÇS-D	0.185	0.344		GSÇS-D	-0.178	0.383
	GSÇS-U	-0.059	0.764		GSÇS-U	-0.192	0.346
	GSÇS-Y	-0.317	0.1		GSÇS-Y	-0.196	0.335
	GBAS-D	0.034	0.861		GBAS-D	-0.123	0.547
	GBAS-U	-0.058	0.767		GBAS-U	-0.187	0.358
	GBAS-Y	-0.189	0.333		GBAS-Y	-0.083	0.685
Uygulama1-Deney 1 (N=28)	VİS-D	0.267	0.168	Uygulama2-Deney 1 (N=26)	VİS-D	-0.056	0.782
	VİS-U	0.1	0.611		VİS-U	-0.004	0.981
	VİS-Y	-0.118	0.549		VİS-Y	-0.187	0.358
	GSÇS-D	0.173	0.376		GSÇS-D	-0.029	0.884
	GSÇS-U	0.056	0.776		GSÇS-U	0.054	0.789
	GSÇS-Y	-0.144	0.464		GSÇS-Y	-0.306	0.127
	GBAS-D	0.278	0.150		GBAS-D	-0.054	0.791
	GBAS-U	0.125	0.526		GBAS-U	0.084	0.681
	GBAS-Y	-0.2	0.307		GBAS-Y	-0.083	0.685
Uygulama1-Deney 2 (N=28)	VİS-D	-0.085	0.664	Uygulama2-Deney 2 (N=26)	VİS-D	-0.164	0.422
	VİS-U	-0.214	0.273		VİS-U	-0.226	0.264
	VİS-Y	-0.133	0.497		VİS-Y	0.042	0.835
	GSÇS-D	-0.081	0.678		GSÇS-D	-0.235	0.246
	GSÇS-U	-0.121	0.538		GSÇS-U	-0.246	0.224
	GSÇS-Y	-0.103	0.6		GSÇS-Y	0.117	0.567
	GBAS-D	-0.077	0.695		GBAS-D	-0.316	0.115
	GBAS-U	-0.155	0.43		GBAS-U	-0.187	0.358
	GBAS-Y	-0.095	0.627		GBAS-Y	0.214	0.292

Not: VİS: Video İzleme Süreci, GSÇS: Gömülü Soru Çözme Süreci, GBAS: Geri Bildirim Alma Süreci, D: Değerlik, U: Uyarılma, Y: Yoğunluk, Pearson C: Pearson Korelasyonu.

Tablo 5'te görüldüğü üzere, Uygulama 1 ve Uygulama 2'de kontrol ve deney gruplarının VİS, GSÇS ve GBAS durumlarında yüz ifadesi parametreleri (değerlik, uyarılma, yoğunluk) ile gömülü soru puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (tüm $p>0.05$). Bu sonuç, gömülü sorulardaki başarı düzeyinin yüz ifadesi ölçümlerini sistematik biçimde yordamadığını göstermektedir. Bununla birlikte bazı koşullarda özellikle yoğunluk boyutunda negatif yönlü orta düzeye yakın eğilimler gözlenmiş olsa da (örn. Uygulama 2 kontrol grubunda VİS-Y: $r=-0.351$, $p=0.077$), bu eğilimler anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır.

Sonuçlar

Uygulama 1 ve Uygulama 2'de Kontrol, Deney1 ve Deney2 gruplarında yer alan öğrencilerin yüz ifadelerine ait değerlik, uyarılma ve yoğunluk parametre değerlerinin çoklu ortam videosunu izleme, gömülü soruları çözme ve geri bildirimleri alma durumlarında gruplar arasında farklılık olup olmadığına bakmak için her iki uygulamadaki gruplara da ANOVA analizleri yapılmıştır. Her iki uygulamada da çoklu ortam videolarını izleme, gömülü soruları çözme ve geri bildirimleri alma süreçlerinde öğrencilerin yüz ifadelerindeki değerlik parametresi gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermiştir. Bu bulgulara göre her iki

uygulamadaki Deney1 ve Deney2 gruplularında yer alan öğrencilerin yüz ifadelerindeki değerlik parametresi Kontrol grubundaki öğrencilere göre daha negatif bir değerdedir. Diğer bir deyişle Deney 1 ile Deney 2 gruplarındaki öğrencilerin yüz ifadelerindeki odaklanma ve gerginlik durumları kontrol grubundaki öğrencilere göre daha yüksektir. Kaşların çatılması, alt çenenin ve dudakların gerilmesi Deney1 ve Deney2 gruplarındaki öğrencilerde daha yoğun gözlenmiştir. Bu durum farklı duygusal tasarımlara sahip pedagojik ajanlarla birlikte verilen geri bildirimlerden kaynaklandığı varsayımı doğrulamaktadır. Nitekim bulgular metin ve sesle birlikte sunulan Kontrol gruplarında geri bildirimleri alan öğrencilerin videoları izleme, soruları çözme ve geri bildirimleri alma süreçlerinde diğer gruplara göre daha pozitif bir yüz ifadesine sahip olduğunu göstermiştir. Yani pedagojik ajanlara sahip olmayan gruplarda kaşların çatılması, çene ve dudakların gerginleşmesi durumları gözlenmemiştir. Bu durum sosyal aracılık etkisinin olmadığı bir durumda yüz ifadelerinde herhangi bir gerginlik ve odaklanma belirtisi olmadığına işaret etmektedir. Öte yandan gömülü sorulara verilen doğru ya da yanlış yanıtların yüz ifadeleri üzerinde etkili olabileceği varsayımına göre yapılan korelasyon analizlerinde anlamlı bir etki gözlenmemiştir. Diğer bir deyişle yüz ifadelerinde meydana gelen anlamlı değişimler gömülü sorulara verilen yanıtlardan kaynaklanmamaktadır. Yüz ifadelerinde meydana gelen değişimlerin duygusal tasarımlara sahip pedagojik ajanların olduğu gruplarda meydana gelmiştir. Bu sonuçlar pedagojik ajanların sosyal aracılık etkisini güçlendirmektedir.

Uygulama 1 ve uygulama 2'de ele alınan materyaller çoklu ortamla öğrenmenin bilişsel teorisi (Mayer, 1997) ve çoklu ortamla öğrenmenin bilişsel duyuşsal modeline göre (Moreno ve Mayer, 2007) tasarlanmıştır. Çoklu ortam videolarında, gömülü sorularda ve ardından gelen geri bildirimlerde çoklu ortam tasarım ilkeleri dikkate alınmıştır. Hung'ya (2016) göre video modundaki geri bildirimin yalnızca daha fazla etkileşimi teşvik edemeyeceğini, aynı zamanda daha kişiselleştirilmiş öğrenmeyi ve özenli katılımı da teşvik etmektedir. Geri bildirimlerde eğitmenin sosyal varlığı, metinsel geri bildirimlere göre öğrencilerin yüz ifadeleri üzerinde anlamlı bir etkiye neden olmaktadır ve sosyal varlığın olması öğrencilerin bağlılığını da arttırmaktadır (Thomas vd., 2017). Uygulamalarda Deney1 ve Deney2 gruplarındaki geri bildirimlerde duygusal bir ifadeyle sosyal bir duruş sergileyen pedagojik ajanların varlığı öğrenenlerin yüz ifadelerinde negatif yönde değerliğin artmasına neden olmuştur. Bu durum olumsuz bir yargı uyandırabilir ancak elde edilen bulgular öğrencinin derse olan dikkatini verme ve bağlılığını arttırdığının bir göstergesidir. Öyle ki animasyonlu pedagojik ajanlar için sosyal aracılık teorisine (Mayer ve DaPra, 2012) göre eğitim ortamında pedagojik ajan sosyal ipuçları sergiler, öğrenci bu sosyal duruşu benimser, öğrenme sırasında derin bilişsel işlemleri etkinleştirir ve anlamlı öğrenme sonuçları oluşturur. Bu araştırmada da Deney 1 ve Deney2 gruplarındaki sosyal bir duruş sergileyen pedagojik ajanların sunduğu geri bildirimler sosyal ipuçları sayesinde öğrencilerin yüz ifadelerindeki değerlik parametresinde anlamlı değişime neden olarak onların derin bilişsel işlemler yürütmesini sağlamıştır. Bu da onların yüz ifadelerindeki değerlik parametrelerinin Kontrol gruplarındakine göre daha negatif bir yönde olmasına neden olmuştur. Lang vd. (2024)'göre neşeli yüz ifadesine sahip pedagojik ajanla öğrenen öğrencilerin, nötr yüz ifadesine sahip pedagojik ajanla öğrenen öğrencilere göre daha fazla negatif duygular belirtmişlerdir. Bunun nedeni öğrencilerin yanlış yaptıklarında veya kurs içinde zorlayıcı bir durumla karşılaştıklarında neşeli bir pedagojik ajanın varlığı onlarda kaygı ve hayal kırıklığına neden olduğudur.

Duygusal pedagojik ajanların neden öğrenmeyi teşvik edebildiğini açıklayabilen teorilerden biri de duygusal tepki teorisidir. Duygusal tepki teorisi, eğitmenlerin sözlü ve

sözsüz iletişimlerinin, öğrencilerin duygusal tepkilerini etkileyerek öğrencilerin davranışlarını etkileyebileceğine işaret etmektedir (Horan vd., 2012). Duygusal tepki teorisine göre, duygusal pedagojik ajanlar, öğrencilerin yaklaşma davranışlarını yönlendirebilir ve onları öğrenmeye daha fazla katılmaya teşvik edebilir, bu da daha iyi öğrenme performansına yol açabilir (Liew vd., 2017).

Duygusal pedagojik ajanların duygusal-motivasyonel durumlar üzerindeki farklı etkileri tekinsiz vadi teorisi ile açıklanabilir (Mori vd., 2012). Bu teori, sanal bir aracının bir insana çok benzemesi durumunda, öğrencilerin bir tuhaflık hissi yaşayabileceğini ve daha az olumlu duygular yaşayabileceğini öne sürmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin duygusal aracıya ilişkin beklentileri doğrulanmadığında, duygusal pedagojik ajan, öğrencilerin duygusal-motivasyonel süreçlerini olumsuz yönde etkileyebilir (Frechette ve Moreno, 2010). Araştırmada her iki uygulamada da Deney1 ve Deney2 gruplarındaki öğrencilerin Kontrol gruplarındaki öğrencilere göre yüz ifadelerindeki değerlik parametresinin daha olumsuz olması da tekinsiz vadi teorisi ile açıklanabilir.

Gomes vd. (2013) hem pozitif hem de negatif değerliliğin anı hatırlamayı etkilediğini bulmuşlardır, ancak bu uyarılma düzeyine bağlıdır, bu da uyarılmanın biraz daha önemli olduğunu düşündürmektedir. Dahası, Rowe ve Fitness (2018) can sıkıntısı gibi olumsuz duyguların genellikle öğrenmeyi olumsuz etkilediğini, ancak hayal kırıklığı gibi bazı aktif olumsuz duyguların (yani olumsuz değerlik ancak yüksek uyarılma) bazı koşullar altında öğrenmeye faydalı olduğunu kanıtladığını buldu. Nitekim bu araştırmada da her iki uygulamada yer alan Deney 2 gruplarındaki öğrencilerin yüz ifadelerindeki değerlik parametreleri negatif değerlik ve yüksek uyarılma düzeyindedir. Eğer yüz ifadelerindeki değerlik ve uyarılma parametrelerinin ikisi de negatif yönde seyretseydi bu onları can sıkıntısı veya uyuklama eğiliminde olduklarını gösterirdi. Bu da olumsuz duyguların eğitsel açıdan da olumsuz sonuçları olacağını belirtir. Pekrun ve Linnenbrink-Garcia'e (2014) göre duygular kontrol-değer teorisiyle ilişkilidir. Sınav kaygısı gibi kontrol edilemeyen durumlarda dikkat ve bilişsel süreçler daha aktif çalışmaktadır. Öğrencilerin öğrenme sürecinde genel duygusal süreçleri benzerlik ya da farklılık gösterebilir ancak sosyal birer rehber niteliğindeki pedagojik ajanlar, öğrenme deneyimini bireyselleştiren kritik bir role sahiptir. Bu ajanların varlığı; öğrencilerin yüz ifadelerindeki mikro değişimleri, başarım duygularını, derse olan bağlılıklarını ve kontrol-değer algılarını doğrudan etkileyebilir. Bu araştırmada da nötr ve neşeli yüz ifadesine sahip açıklayıcı geri bildirimler sunan pedagojik ajanların öğrencilerin yüz ifadelerinde mikro değişimlere neden olarak onlardaki dikkat düzeyini arttırmış olabilir. Bir diğer durum ise Deney 1 ve Deney 2 gruplarında tekinsiz vadi etkisi Kontrol gruplarına göre daha fazla yaşanmış olabilir. Bu da literatürdeki sınırlı ancak çarpıcı yaklaşımları destekler niteliktedir.

Öneriler

Bu çalışmanın bulguları hem öğretim tasarımı hem de eğitimde duygusal bilişim araştırmaları açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır. Günümüzde yapay zekâ araçları ile oluşturulan karakterler oldukça gerçekçi tasarımlara sahiptir ve duygusal ifadeleri başarılı bir şekilde yansıtmaktadır. Pedagojik ajanların cinsiyeti, duygusal ifadesi ve ses tonu değiştirilerek sosyal aracılık etkisi sağlanabilir. İlk olarak, pedagojik ajanların duygusal tasarımı süsleyici bir unsur olarak değil, öğrenme ortamının işlevsel bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir. Çoklu ortam materyali tasarlayıcıları, ajanın duygusal tonu, yüz ifadesi ve sosyal davranışını öğrenenlerin bilişsel ve duyuşsal katılımını doğrudan etkileyen değişkenler olarak ele almalıdır.

Özellikle duygusal ifadeleri belirgin ajanların, görevin zorluk düzeyi ve bilişsel yük ile orantılı biçimde kalibre edilmesi önerilmektedir; neşeli veya abartılı yüz ifadeleri keşif temelli öğrenme ortamlarında motivasyonu artırabilirken, değerlendirme odaklı ya da karmaşık görevlerde kaygıyı yükseltebilir.

İkinci olarak, YİA eğitim teknolojilerine entegrasyonu, gerçek zamanlı öğrenme analitiği açısından umut verici bir yön sunmaktadır. Gelecekte geliştirilecek akıllı öğretim sistemleri, öğrenenin duygusal durumuna adaptif biçimde tepki verebilir; negatif değerlik yükseldiğinde destekleyici veya sakinleştirici, katılım azaldığında ise teşvik edici geri bildirim sunabilir. YİA'nın göz izleme, EEG veya fizyolojik sensörlerle birleştirilmesi, duygu tanıma doğruluğunu artırarak öğrenme sürecinin daha bütüncül biçimde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Üçüncü olarak, gelecekteki araştırmaların kontrollü laboratuvar ortamlarının ötesine geçerek ekolojik geçerliliği yüksek sınıf veya çevrim içi öğrenme ortamlarında yürütülmesi önerilmektedir. Bu tür çalışmalar, duygusal yüz ifadelerine sahip pedagojik ajanların sosyal açıdan daha karmaşık, dinamik ortamlarda nasıl işlev gördüğünü ortaya koyabilir. Kültürlerarası ve yabancı uyruklu öğrencilerle yapılan araştırmalarda ise duygusal tepki örüntülerinin kültürel ifade normlarına göre farklılaşıp farklılaşmadığını veya tekrar eden etkileşimlerde değişip değişmediğini açıklığa kavuşturabilir.

Son olarak, pedagojik açıdan öğretmen yetiştirme programlarının ve eğitim teknolojisi geliştiricilerinin duygusal farkındalık temelli tasarım ilkelerini benimsemeleri önerilmektedir. Duygusal ipuçlarının öğrenen katılımını nasıl şekillendirdiğini anlamak, duygusal açıdan dengeli ve insan merkezli öğrenme ortamlarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Böylece yapay zekâ ile duyuşsal pedagoji arasındaki köprü güçlenerek yalnızca "akıllı" değil aynı zamanda "empatik" öğrenme sistemlerinin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Kaynakça

Ayvaz, U., Gürüler, H., ve Devrim, M. O. (2017). *USE OF FACIAL EMOTION RECOGNITION IN E-LEARNING SYSTEMS*. https://doi.org/10.33407/itlt.v60i4.1743

Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*. https://doi.org/10.1126/science.1736359

Brom, C., Stárková, T., ve D'Mello, S. K. (2018). How effective is emotional design? A meta-analysis on facial anthropomorphisms and pleasant colors during multimedia learning. *Educational Research Review*, *25*, 100-119. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.09.004

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz Oran, Ş., ve Demirel, F. (2019). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Pegem Akademi. https://avesis.gazi.edu.tr/yayin/491a4be9-de92-4456-ab17-eff747c88774/bilimsel-arastirma-yontemleri

Chen, G.-D., Lee, J.-H., Wang, C.-Y., Chao, P.-Y., Li, L.-Y., ve Lee, T.-Y. (2012). An Empathic Avatar in a Computer-Aided Learning Program to Encourage and Persuade Learners. *Journal of Educational Technology & Society*, *15*(2), 62-72.

Creswell, J. W., ve Creswell, J. D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.

Deng, R., ve Gao, Y. (2023). Effects of embedded questions in pre-class videos on learner perceptions, video engagement, and learning performance in flipped classrooms.

Active Learning in Higher Education, 14697874231167098. https://doi.org/10.1177/14697874231167098

D'Mello, S. K., ve Graesser, A. (2010). Multimodal semi-automated affect detection from conversational cues, gross body language, and facial features. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, *20*(2), 147-187. https://doi.org/10.1007/s11257-010-9074-4

Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, *48*(4), 384-392. https://doi.org/10.1037/0003-066X.48.4.384

Ekman, P. (2004). Emotions revealed. *BMJ*, *328*(Suppl S5), 0405184. https://doi.org/10.1136/sbmj.0405184

Ekman, P., ve Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, *17*(2), 124-129. https://doi.org/10.1037/h0030377

Ekman, P., ve Friesen, W. V. (1978). *Facial Action Coding System Investigator's Guide*. Consulting Psychologists Press.

Fiedler, K., ve Beier, S. (2014). Affect and cognitive processes in educational contexts. Içinde *International Handbook of Emotions in Education* (ss. 36-55). Scopus. https://doi.org/10.4324/9780203148211

Frechette, C., ve Moreno, R. (2010). The Roles of Animated Pedagogical Agents' Presence and Nonverbal Communication in Multimedia Learning Environments. *Journal of Media Psychology*, *22*(2), 61-72. https://doi.org/10.1027/1864-1105/a000009

Gao, W., Cao, B., Shan, S., Chen, X., Zhou, D., Zhang, X., ve Zhao, D. (2008). The CAS-PEAL Large-Scale Chinese Face Database and Baseline Evaluations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, *38*(1), 149-161. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans. https://doi.org/10.1109/TSMCA.2007.909557

Goeleven, E., De Raedt, R., Leyman, L., ve Verschuere, B. (2008). The Karolinska Directed Emotional Faces: A validation study. *Cognition and Emotion*, *22*(6), 1094-1118. https://doi.org/10.1080/02699930701626582

Gomes, C. F. A., Brainerd, C. J., ve Stein, L. M. (2013). Effects of emotional valence and arousal on recollective and nonrecollective recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *39*(3), 663-677. https://doi.org/10.1037/a0028578

Hattie, J., ve Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, *77*(1), 81-112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

Horan, S. M., Martin, M. M., ve Weber, K. (2012). Understanding Emotional Response Theory: The Role of Instructor Power and Justice Messages. *Communication Quarterly*, *60*(2), 210-233. https://doi.org/10.1080/01463373.2012.669323

Hung, S.-T. A. (2016). Enhancing feedback provision through multimodal video technology. *Computers & Education*, *98*, 90-101. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.009

İzmirli, S., Kırmacı, Ö., ve Kahraman, A. (2017). Eğitsel Ajan Araştırmalarında Güncel Eğilimler: 2009-2014 Yılları Arasındaki Makalelerin İçerik Analizi. *Ege Eğitim Dergisi*, *18*(1), 213-243. https://doi.org/10.12984/egeefd.328382

Kestin, G., ve Miller, K. (2022). Harnessing active engagement in educational videos: Enhanced visuals and embedded questions. *Physical Review Physics Education Research*, *18*(1), 010148. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010148

Kollias, D., ve Zafeiriou, S. (2021, Mart 29). *Affect Analysis in-the-wild: Valence-Arousal, Expressions, Action Units and a Unified Framework*. arXiv.Org. https://arxiv.org/abs/2103.15792v1

Landau, T. (1989). *About Faces*. Doubleday Anchor Books.

Lang, Y., Gong, S., Hu, X., Xiao, B., Wang, Y., Jiang, T., ve Guo, J. (2024). The impact of pedagogical agent's emotional expression on multimedia learning: a multi-faceted perspective. *Journal of Computing in Higher Education*. https://doi.org/10.1007/s12528-024-09429-x

Langner, O., Dotsch, R., Bijlstra, G., Wigboldus, D. H. J., Hawk, S. T., ve van Knippenberg, A. (2010). Presentation and validation of the Radboud Faces Database. *Cognition and Emotion*, *24*(8), 1377-1388. https://doi.org/10.1080/02699930903485076

Lavater, J. C. (1775). *Physiognomische Fragmente, zur Beförderung der Menschenkenntniß und Menschenliebe* (1. Auflage). Weidmann und Reich; Steiner.

Lester, J. C., Towns, S. G., Callaway, C. B., Voerman, J. L., ve FitzGerald, P. J. (2000). *Deictic and Emotive Communication in Animated Pedagogical Agents*. https://doi.org/10.7551/mitpress/2697.003.0007

Liew, T. W., Mat Zin, N. A., ve Sahari, N. (2017). Exploring the affective, motivational and cognitive effects of pedagogical agent enthusiasm in a multimedia learning environment. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, *7*(1), 9. https://doi.org/10.1186/s13673-017-0089-2

Liew, T. W., Zin, N. A. M., Sahari, N., ve Tan, S.-M. (2016). The Effects of a Pedagogical Agent's Smiling Expression on the Learner's Emotions and Motivation in a Virtual Learning Environment. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *17*(5). https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i5.2350

Lin, L., Atkinson, R. K., Christopherson, R. M., Joseph, S. S., ve Harrison, C. J. (2013). Animated agents and learning: Does the type of verbal feedback they provide matter? *Computers & Education*, *67*, 239-249. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.04.017

Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, *32*(1), 1-19. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3201_1

Mayer, R. E. (2002). Multimedia learning. İçinde *Psychology of Learning and Motivation* (C. 41, ss. 85-139). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(02)80005-6

Mayer, R. E. (2014). Based Principles for Designing Multimedia Instruction. İçinde *In their own words: What scholars and teachers want you to know about why and how to apply the science of learning in your academic setting*. Society for the Teaching of Psychology.

Mayer, R. E., ve DaPra, C. S. (2012). An embodiment effect in computer-based learning with animated pedagogical agents. *Journal of Experimental Psychology Applied*, *18*(3), 239-252. https://doi.org/10.1037/a0028616

Mayer, R. E., Sobko, K., ve Mautone, P. D. (2003). Social cues in multimedia learning: Role of speaker's voice. *Journal of Educational Psychology*, *95*(2), 419-425. https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.419

Mayer, R. E., Stull, A., DeLeeuw, K., Almeroth, K., Bimber, B., Chun, D., Bulger, M., Campbell, J., Knight, A., ve Zhang, H. (2009). Clickers in college classrooms: Fostering learning with questioning methods in large lecture classes. *Contemporary Educational Psychology*, *34*(1), 51-57. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.04.002

Moreno, R., ve Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, *19*(3), 309-326. https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2

Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A., ve Lester, J. C. (2001). The Case for Social Agency in Computer-Based Teaching: Do Students Learn More Deeply When They Interact With Animated Pedagogical Agents? *Cognition and Instruction*, *19*(2), 177-213. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1902_02

Mori, M., MacDorman, K. F., ve Kageki, N. (2012). The Uncanny Valley [From the Field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, *19*(2), 98-100. IEEE Robotics & Automation Magazine. https://doi.org/10.1109/MRA.2012.2192811

Olszanowski, M., Pochwatko, G., Kuklinski, K., Scibor-Rylski, M., Lewinski, P., ve Ohme, R. K. (2015). Warsaw set of emotional facial expression pictures: a validation study of facial display photographs. *Frontiers in Psychology*, *5*. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.01516

O'Toole, A. J., ve Abdi, H. (2001). Face Recognition Models. İçinde N. J. Smelser ve P. B. Baltes (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (ss. 5223-5226). Pergamon. https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/00690-2

Paivio, A. (1990). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford University Press.

Patrick, F. (2023, Temmuz 27). *Yüz algılama ve öznitelikler - Yüz - Azure AI services*. https://learn.microsoft.com/tr-tr/azure/ai-services/computer-vision/concept-face-detection

Pekrun, R., ve Linnenbrink-Garcia, L. (2014). Introduction to Emotions in Education. İçinde *International Handbook of Emotions in Education*. Routledge.

Pickover, C. A. (2012). Phrenology 1796. İçinde *The medical book: from witch doctors to robot surgeons, 250 milestones in the history of medicine.* Union Square+ ORM.

Rasouli, A., Kotseruba, I., Kunic, T., ve Tsotsos, J. K. (2019). *PIE: A Large-Scale Dataset and Models for Pedestrian Intention Estimation and Trajectory Prediction*. 6262-6271. https://openaccess.thecvf.com/content_ICCV_2019/html/Rasouli_PIE_A_Large-Scale_Dataset_and_Models_for_Pedestrian_Intention_Estimation_ICCV_2019_paper.html

Reeves, B., ve Nass, C. I. (1996). *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places* (ss. xiv, 305). Cambridge University Press.

Rosenberg-Kima, R. B., Plant, E. A., Doerr, C. E., ve Baylor, A. L. (2010). The Influence of Computer-based Model's Race and Gender on Female Students' Attitudes and Beliefs Towards Engineering. *Journal of Engineering Education*, *99*(1), 35-44. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2010.tb01040.x

Rowe, A. D., ve Fitness, J. (2018). Understanding the Role of Negative Emotions in Adult Learning and Achievement: A Social Functional Perspective. *Behavioral Sciences*, *8*(2), Article 2. https://doi.org/10.3390/bs8020027

Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *39*(6), 1161-1178. https://doi.org/10.1037/h0077714

Scherer, K. R., ve Ekman, P. (1982). *Handbook of methods in nonverbal behavior research*. Cambridge University Press. https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000796865038208

Schmidt, K. L., ve Cohn, J. F. (2001). Human facial expressions as adaptations: Evolutionary questions in facial expression research. *American Journal of Physical Anthropology*, *116*(S33), 3-24. https://doi.org/10.1002/ajpa.20001

Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P., ve Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*, *119*(2), 176-192. https://doi.org/10.1037/0096-3445.119.2.176

Taxipulati, S., ve Lu, H.-D. (2021). The Influence of Feedback Content and Feedback Time on Multimedia Learning Achievement of College Students and Its Mechanism. *Frontiers in Psychology*, *12*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.706821

Thomas, R. A., West, R. E., ve Borup, J. (2017). An analysis of instructor social presence in online text and asynchronous video feedback comments. *The Internet and Higher Education*, *33*, 61-73. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.01.003

Tonguç, G., ve Ozaydın Ozkara, B. (2020). Automatic recognition of student emotions from facial expressions during a lecture. *Computers & Education*, *148*, 103797. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103797

Torres, D., Pulukuri, S., ve Abrams, B. (2022). Embedded Questions and Targeted Feedback Transform Passive Educational Videos into Effective Active Learning Tools. *Journal of Chemical Education*, *99*(7), 2738-2742. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00342

Tsai, M.-J., Hou, H.-T., Lai, M.-L., Liu, W.-Y., ve Yang, F.-Y. (2012). Visual attention for solving multiple-choice science problem: An eye-tracking analysis. *Computers & Education*, *58*(1), 375-385. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.012

Vonikakis, V., ve Winkler, S. (2020). Identity-Invariant Facial Landmark Frontalization For Facial Expression Analysis. *2020 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 2281-2285. https://doi.org/10.1109/ICIP40778.2020.9190989

Vonikakis, V., ve Winkler, S. (2021). *Efficient Facial Expression Analysis For Dimensional Affect Recognition Using Geometric Features* (No. arXiv:2106.07817). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.07817

Wang, C.-C., ve Yeh, W.-J. (2013). Avatars with Sex Appeal as Pedagogical Agents: Attractiveness, Trustworthiness, Expertise, and Gender Differences. *Journal of Educational Computing Research*, *48*(4), 403-429. https://doi.org/10.2190/EC.48.4.a

Young, A. W. (2016). *Facial Expression Recognition: Selected works of Andy Young*. Psychology Press. https://doi.org/10.4324/9781315715933

Zel, S. (2020). *Engaging Learners in Synchronous Online Training Using Facial Expression Analysis Technology* [Ph.D.]. https://www.proquest.com/docview/2468167077/abstract/D075AEFF9455498FPQ/1

Ekler

Ek-1. Uygulama 1'deki Gömülü Sorular ve Açıklayıcı Geri Bildirimler

No	Soru	Açıklayıcı Geribildirim
1	Bir oktet kaç bitten oluşur? a) 2 b) 4 **c) 8** d) 16 e) 32	Bir oktet 8 bitten oluşmaktadır. 4 adet oktet kullanarak 32 bitlik bir IP adresini temsil edebiliriz. **(11 saniye)**
2	Aşağıdakilerden hangisi bir ip adresi değildir? a) 0.0.0.0 b) 1.1.1.1 c) 192.168.0.1 d) 192.168.0.2 e) **192.168.0.256**	8 bit (oktet) kullanılarak temsil edilebilecek en büyük sayı 255'tir. Yani IP adresinde yer alan oktet değerleri 0 ile 255 aralığı dışında olamaz. **(15 saniye)**
3	Bir IP adresinin ağ numarası neyi temsil eder? **a) IP adresinin ait olduğu ağı** b) Ağ içerisindeki cihaz sayısını c) Ağ içerisindeki yönlendiricinin adresini d) IP adresinin sınırlarını e) IP adresine ait mac adresini	Bir IP adresi 2 bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler ağ numarası ve düğüm numarası olarak adlandırılır. Ağ numarası bölümü ağ yöneticisine tahsis edilmiş IP ağının ait olduğu ağı göstermektedir. **(16 saniye)**
4	A sınıfı bir IP adresinin ilk okteti hangi aralıktadır? a) 0-63 **b) 0-127** c) 128-191 d) 128-255 e) 192-223	0.0.0.0 ile 127.255.255.255 arasındaki tüm ip adresleri A sınıfıdır. Dolayısıyla A sınıfı IP adreslerinin ilk okteti 0 ile 127 arasında olmalıdır. **(19 saniye)**
5	Kaç adet B sınıfı ağ bulunmaktadır? a) 2^7 (128) b) 2^8 (256) **c) 2^{14} (16.384)** d) 2^{16} (65.536) e) 2^{21} (2.097.152)	B sınıfı IP adresinin ağ numarasını anlamak için ilk iki oktetine bakmak yeterlidir. 128.0.0.0 ile 191.255.255.255 arasındaki tüm IP'ler B sınıfı adreslerdir. Bundan dolayı B sınıfında 2^{14} (16.384) adet ağ numarası bulunmaktadır. **(29 saniye)**
6	Aşağıdaki IP adreslerinden hangisi B sınıfına ait <u>ilk</u> IP adresidir? a) 127.0.0.0 b) 127.255.255.255 **c) 128.0.0.0** d) 128.0.0.255 e) 128.128.128.128	128.0.0.0 ile 191.255.255.255 arasındaki tüm IP'ler B sınıfı adreslerdir. Bu nedenle B sınıfı IP sınıfına ait ilk IP adresi 128.0.0.0'dir. **(20 saniye)**
7	4. okteti düğüm numarasını belirten IP sınıfı aşağıdakilerden hangisidir? a) A b) B **c) C** d) D e) E	C sınıfı IP adreslerinde ilk üç oktet ağ numarasını belirlerken, son oktet düğüm numarasını belirlemektedir. **(10 saniye)**
8	• 78.224.250.73 • 120.135.254.232 • 152.169.3.0 Yukarıdaki IP adreslerinin sırasıyla ait olduğu sınıflar sırasıyla hangisidir? **a) A, A, B** b) A, B, C c) A, B, D d) B, C, D e) B, A, C	Bir IP adresinin ilk okteti; 0-127 arasında ise A, 128-191 arasında ise B, 192-223 arasında ise C, 224-239 arasında ise D, 240-255 arasında ise E sınıfındadır. **(21 saniye)**

Ek-2. Uygulama 2'deki Gömülü Sorular ve Açıklayıcı Geri Bildirimler

No	Soru	Açıklayıcı Geribildirim
1	Sıtma parazitinin yaşam döngüsü temelde nasıldır? a) İnsandan sivrisineğe geçerek tek taraflı yaşam döngüsünü tamamlar. b) Sivrisinekten insana geçerek tek taraflı yaşam döngüsünü tamamlar. c) Sivrisinekler arasında karşılıklı bir döngü yaşar. **d) Sivrisinekten insana ve insandan sivrisineğe geçerek karşılıklı bir döngü yaşar.** e) İnsandan insana hava yoluyla geçer.	Sıtma paraziti sivrisineğe insan kanından, sivrisinekten de insana sivrisineğin salyasından geçer. Bu nedenle parazit sivrisinekten insana ve insandan sivrisineğe geçen karşılıklı bir döngü izler. **(16 saniye)**
2	Sıtma paraziti karaciğeri terk ettikten sonra nereye yerleşir? a) Mide b) Böbrek **c) Alyuvarlar** d) Akyuvarlar e) Kalp	Karaciğeri terk eden sıtma paraziti vücudun bağışıklık sisteminden saklanmak için alyuvarların içine gizlenir. Parazitin etkisiyle yapısı bozulan alyuvarlar yapışkan hale gelir ve kan damarlarına tutunur. **(17 saniye)**
3	I- Nektar. II- Bitki öz suyu. III- Kanatlı hayvan eti. IV- Meyve suyu. Yukarıdakilerden hangisi sivrisineklerin beslenmesinde tercih ettiği gıdalar arasında gösterilebilir? a) Yalnız III b) I ve II **c) I, II ve IV** d) II ve IV e) Hepsi	Sivrisinekler genellikle vejetaryendir. Meyve suları, nektar ve tatlı bitki öz sularını içmeyi tercih ederler. Yalnızca hamile sivrisinekler gelişmekte olan yumurtalarını beslemek için kandan besin arayarak insanları ısırır. **(18 saniye)**
4	Henüz aktif hale gelmemiş sıtma cinsiyet hücreleri ne zaman belirginleşir? **a) Sineğin midesinde, insan kanının soğuması sırasında.** b) Sineğin midesinde sindirildikten sonra. c) Sineğin tükürük bezlerine ulaştığında. d) Mide duvarına yapıştıktan sonra. e) Sineğin midesindeki kan sıcakken.	Sıtma üremesi, sineğin midesindeki sıcak kan soğumaya başladığında tetiklenir. Parazitin dişi formu bu süreçte olgunlaşarak bir yumurtaya dönüşür. Erkek formunun sperm haline gelmesi ise biraz daha uzun sürer. **(18 saniye)**