



Journal of Infant, Child and Adolescent Health

Pediatric hastalarının ağrı değerlendirmesinde hemşirelerin yapay zekâ ve makine öğrenimi uygulamaları

Nurses' applications of artificial intelligence and machine learning in pain assessment of pediatric patients

Emine Çubukcu ^{a,*}, Ayşe Kahraman ^b

^aHatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Hatay, Türkiye

^bEge Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği AD, İzmir, Türkiye

ÖZET

Yapay zekâ, sağlık hizmetini etkileyen dönüşümsel bir teknolojidir. Yapay zekanın ortaya çıkışı ile savunma, finans, iletişim ve sağlık alanında devrim niteliğinde yenilikler meydana gelmiştir. Yapay zekâ ve makine öğreniminin sağlık alanında kullanımı; veri analizi ve verilerin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, tanı, tedavi ve hasta bakımında sağlık profesyonellerinin teknolojiyi benimsemelerini kolaylaştırmaktadır. Sağlık hizmetinin sunulduğu ortam olan hastane ve hastaneye yatışta uygulanan birçok girişim; pediatri hastalarında korku, ağrı, anksiyete ve travmaya neden olabilmektedir. Dolayısıyla yenidoğanlarda ve çocuklarda hastalık ve hastaneye yatışın neden olduğu stres faktörlerinin azaltılması ve bu travmatik deneyimlerin en aza indirilmesi gerekmektedir. Ağrılı klinik prosedürlerin uygulanması sırasında farmakolojik yöntemlerin yanı sıra non-farmakolojik yöntemler de kullanılmaktadır. Non-farmakolojik yöntemler; analjezik kullanma oranını azaltma, ağrı problemini giderme ya da azaltma ve hastaların yaşam kalitesini arttırmada etkilidir. Pediatri hastalarının ağrı kontrolünde kullanılan non-farmakolojik yöntemler; davranışsal, bilişsel, birleşik bilişsel-davranışsal, fiziksel ve duygusal yaklaşımları içeren yöntemlerdir. Non-farmakolojik bir yöntem olarak son yıllarda tıp alanında kullanımı oldukça yaygınlaşan yapay zekâ, sağlık çalışanlarının uygulamalarının şekillenmesi aşamasında sağlık profesyonellerine yardımcı olmakta ve kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Yapay zekâ değerlendirme araçlarının ve makine öğreniminin kullanılması ile ağrıyı değerlendirmede daha objektif değerlendirme sonuçları ortaya çıkacak, hemşire iş yükü azalacak ve böylece bakım için ayrılan sürede artış olacaktır. Bu bağlamda bu derlemenin amacı; pediatri hastalarının ağrı değerlendirmelerinde hemşirelerin yapay zekâ ve makine öğrenimi uygulamalarının etkisine ilişkin çalışmaların sonuçlarını araştırmaktır.

Anahtar Kelimeler: Ağrı değerlendirmesi; çocuk; hemşire; makine öğrenimi; yapay zekâ

ABSTRACT

Artificial intelligence is a transformative technology that affects healthcare. With the emergence of artificial intelligence, revolutionary innovations have taken place in the fields of defence, finance, communication and healthcare. The use of artificial intelligence and machine learning in healthcare facilitates the adoption of technology by healthcare professionals in data analysis and integration of data into healthcare services, diagnosis, treatment and patient care. Many procedures performed in hospitals and during hospitalisation can cause fear, pain, anxiety, and trauma in pediatric patients. Therefore, it is necessary to reduce the stress factors caused by illness and hospitalisation in newborns and children and minimise these traumatic experiences. In addition to pharmacological methods, non-pharmacological methods are also used during the application of painful clinical procedures. Non-pharmacological methods are effective in reducing the use of analgesics, eliminating or reducing pain problems, and improving patients' quality of life. Non-pharmacological methods used in pain control in pediatric patients include behavioural, cognitive, combined cognitive-behavioural, physical, and emotional approaches. Artificial intelligence, which has become widely used in the medical field in recent years as a non-pharmacological method, assists healthcare professionals in shaping their practices and is becoming increasingly important. The use of artificial intelligence assessment tools and machine learning will lead to more objective assessment results in pain evaluation, reduce the workload of nurses, and thus increase the time allocated for care. In this context, the aim of this review is to investigate the results of studies on the impact of artificial intelligence and machine learning applications by nurses in pain assessments of pediatric patients.

Keywords: Pain assessment; child; nurse; machine learning; artificial intelligence

Giriş

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Birliği (IASP) ağrı terimini "*Gerçek veya potansiyel doku hasarıyla ilişkili veya buna benzeyen hoş olmayan duyuşsal ve duygusal deneyim*" olarak tanımlamaktadır (Gıynaş, Önel, Küçük, Uğur & Yardımcı, 2024). Duyuşsal uyaranlardan kaynaklanan bu durum, çocuklar tarafından hastalığın veya hastaneye yatış sürecinin en stresli veya sıkıntı verici yönü olarak tanımlanır (Zuazua-Rico, Maestro-

*Corresponding author.

E-mail address: eminacubukcu@gmail.com (E. Ç)

Geliş Tarihi / Received: 29.08.2024 Kabul Tarihi/Accepted: 03.07.2025

Gonzalez, Cano-García & Mosteiro-Diaz, 2023). Amerikan Ağrı Derneği (American Pain Society- APS) tarafından beşinci yaşamsal belirti olarak kabul edilen ağrı; yaşamın herhangi bir döneminde ortaya çıkabilen subjektif bir deneyim olup, çocukların sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratabilmektedir (Zontag, Kuperman, Honigman & Treister, 2022). Ağrı, uygun yönetilmediğinde çocuklarda komplikasyon riskini artırarak çocukların uyku ve yeme düzeninde bozulmalara (Alotaibi, Higgins & Chan, 2019; Aydın & Özyazıcıoğlu, 2023), fiziksel aktivitelerinde kısıtlamalara, günlük işleyişte sınırlamalara (örneğin sosyal aktiviteler ve günlük yaşam aktiviteleri gibi), yaygın ruhsal sorunlara ve yaşam kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır (Zhang ve ark., 2023). Bu değişiklikler hastanede kalış süresini uzatabilir, tıbbi prosedürlere karşı direnci artırabilir ve çocuklarda ağrı duyarlılığı ve travma gelişmesine neden olabilir (Aydın & Özyazıcıoğlu, 2023; Treiman-Kiveste, Pölkki, Kalda & Kangasniemi, 2022). Bu nedenlerden dolayı ağrının uygun şekilde yönetilmesi oldukça önemlidir. Bu aşamada da çocukların ağrıyla baş etmelerine yardımcı olmak için çeşitli müdahale yaklaşımları geliştirilmiştir. Farmakolojik yöntemlere ek olarak, davranışsal, bilişsel, birleşik bilişsel-davranışsal, fiziksel ve duygusal yaklaşımları içeren çeşitli non-farmakolojik yöntemler de mevcuttur (Ferrari ve ark., 2023; Zhang ve ark., 2022). Non-farmakolojik bir yöntem olarak teknolojinin kullanıldığı yapay zekâ tabanlı dikkat dağıtma yöntemleri, çocuk hastaların bakımında yaygın olarak uygulanmaktadır (Tanaka, Hayakawa, Noda, Nakamura & Akiyama, 2022). Hastaların yaşam kalitesini arttırmak için sağlık hizmetlerinde kullanımı giderek artan teknoloji, sağlık çalışanlarının da uygulamalarını şekillendirmektedir (Rossi, 2020). Bu bağlamda bu derlemenin amacı hemşirelerin; pediatri hastalarının ağrı değerlendirmesinde yapay zekâ ve makine öğrenimi uygulamalarını kullandıkları çalışmalara örnekler sunmak ve ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutmaktır.

Yapay Zekâ

Yapay zekâ, makinelerin insan davranışını nasıl taklit edeceğini öğrenme yeteneğini araştıran bir bilgisayar bilimini tanımlamak için kullanılan terimdir (Ardahan Sevgili & Şenol, 2023; Shu, Sun, Tan, Shu & Chang, 2019). Yapay zekâ tarihinin en önemli ismi olarak kabul edilen John McCarthy, 1956 yılında Hannover’da yapılan bir konferansta getirdiği öneri ile “*Artificial Intelligence*” (günümüzde ifade edildiği şekilde “*yapay zekâ*”) kavramı kullanılmaya başlanmıştır (Gökçen Gökalp & Üzer, 2024). ‘*Logic Theorist*’ ise kullanılan ilk yapay zekâ programı olarak bilinmektedir (Akgerman, Yavuz, Kavaslar & Güngör, 2022). 1960’lı yıllardan günümüze yapay zekâ teknolojisi finans, savunma sanayi, denetim sistemleri (Yorgancıoğlu Tarcan, Yalçın Balçık & Sebik, 2024), bilgisayar ve video oyunları, otomotiv ve telekomünikasyon sistemleri olmak üzere pek çok sektörde kullanılmaktadır (Akgerman ve ark., 2022; Ardahan Sevgili & Şenol, 2023). Sağlık hizmetlerinde ilk yapay zekâ uygulamaları 1970’li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Akgerman ve ark., 2022).

Yapay zekâ; hastalıkları teşhis etmek, tedavileri seçmek, hastaları izlemek ve daha pek çok şey için kullanılabilir. Yapay zekâ özellikle yüksek performanslı, veriye dayalı tıbbi, bakım yollarını iyileştirmeye, hastalar için en uygun ilaçları önermeye ve klinik iddiaları geliştirmeye katkıda bulunmuştur (Khan ve ark., 2024; Zhang ve ark., 2023). Özellikle son yıllarda insanlarla öğrenebilen ve etkileşebilen sistemler kurmak amacıyla, bilişsel hesaplama ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı artmıştır (Çilhoroz & Işık, 2021). Örneğin insanlardan neredeyse ayırt edilemeyecek şekilde tasarlanmış Alexa, Siri, Cortana veya Google Assistant gibi konuşma asistanları, sürücüsüz ve manevra kabiliyeti yüksek bir araba, uçak veya gemi, çevrimiçi ticaret siteleri veya mobil hizmetlerdeki bir danışman, ürün veya banka kredisi almak için kullanıcılara çeşitli önerilerde bulunabilir (Ardahan Sevgili & Şenol, 2023). Benzer şekilde Google, insanların önceki aramalarına dayanarak ne aradıklarını bilmektedir. Grammarly uygulaması ise metindeki yazım hatalarını kontrol etmektedir (Van Bulck, Couturier & Moons, 2023). Yapay zekâ uygulamalarındaki bu denli büyüme ve ticarileşme özellikle makine öğrenimi algoritmalarının başarısıdır (Ardahan Sevgili & Şenol, 2023).

Makine Öğrenimi

Makine öğrenimi (Machine Learning-ML) terimi, ilk olarak 1959'da o zamanın önde gelen bilgisayar bilimcisi Arthur Samuel tarafından kullanılmıştır (Handelman ve ark., 2019). Bilgisayar bilimcisi Arthur Samuel'e göre makine öğrenimi, bilgisayarlara açıkça programlanmadan öğrenme yeteneği kazandıran bir çalışma alanı olarak tanımlanmaktadır (Das, Dey, Pal & Roy, 2020). ML, verilerdeki kalıpları otomatik olarak belirleyerek insan öğrenme sürecini taklit etmek için verileri kullanan bir tekniktir. Daha sonra ortaya çıkarılan kalıplar, anlamlı içgörüler ortaya çıkarmak, gelecekteki veriler için bilgi üretmek, sınıflandırmak, kümelemek veya tahmin etmek için algoritmaların oluşturulmasını ve incelenmesini sağlar (Khan ve ark., 2024). Algoritmalar bir veri parçasını doğru bir şekilde sınıflandırmak veya sağlanan diğer verileri inceleyerek doğru tahminlerde bulunmak için kullanılır (Matsangidou, Liampas, Pittara, Pattichi & Zis, 2021; Shah ve ark., 2023). Makine öğrenimi algoritmaları dinamiktir ve daha fazla veri sağlandıkça, başka bir deyişle öğrendikçe gelişme eğilimindedir (Ardahan Sevgili & Senol, 2023). ML; doğal dil işleme, konuşulan sözcükleri ve metni anlamak, yorumlamak ve değiştirmek için kullanılan bilgisayarlı bir yaklaşımdır (Zhang ve ark., 2023). Makine öğreniminin yenidoğan sepsisini tahmin etmede (Leon, 2020), klinik yüksek risk sendromları ve yeni başlayan depresyonu olan hastalarda psikozu tahmin etmede (Koutsouleris ve ark., 2021), doğum öncesi, sırası ve sonrasında çevresel faktörleri kullanarak çocukluk çağı astımı tahmin etmede (Jeddi, Gryech, Ghogho, El Hammoumi & Mahraoui, 2021), otizm teşhisinde (Achenie ve ark., 2019) algoritmalar geliştirmiştir. Makine öğreniminin sağlıktan eğitime, sensör teknolojisinden ulaşım, üretimden finansa kadar pek çok alanda oldukça başarılı uygulamaları bulunmaktadır (Ardahan Sevgili & Senol, 2023).

Yapay Zekâ ve Makine Öğreniminin Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı

Makine öğrenimi uygulamalarının tıp, hemşirelik ve diğer sağlık bilimlerine entegrasyonu, kliniklerde hasta verilerinin basılı belgelere yazılması geleneğinin terk edilip yerine elektronik tıbbi kayıtların benimsenmesiyle başlamıştır (Ardahan Sevgili & Senol, 2023). Uygulamaların büyük miktarda veriyi analiz edebilme yeteneği, tıbbi ve sağlık hizmetlerinin entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır (Hagedorn ve ark., 2024). Büyük dijital veri miktarının artması nedeniyle makine öğrenimi uygulamalarını içeren çalışmalar da hız kazanmıştır (Ardahan Sevgili & Senol, 2023). Makine öğrenimi; ağrı yönetiminde (Lötsch, Ultsch, Mayer & Kringel, 2022; Rashidi, Edwards & Tighe, 2019), pediatrik nörolojide (Gombolay ve ark., 2023), radyolojide (Daldrup-Link, 2019), onkolojide (Naushad ve ark., 2019), hastalıkların doğru teşhisinde (Liang ve ark., 2019), ilaç ve farmasötik ürünlerde (Sahu, Mishra & Kushwaha, 2022), çocukluk çağı obezitesi riskinin belirlenmesinde (Zare, Thomsen, Nayga Jr & Goudie, 2021) ve daha birçok çalışma alanında kullanılmıştır.

Yapay Zekâ ve Makine Öğreniminin Hemşirelikte Kullanımı

Yapay zekâ tabanlı destek sistemleri; sağlık hizmetlerinin maliyetini düşürmek, hizmetlerin verimliliğini artırmak, hastaların ve genel olarak sağlık sektörünün refahı için destek sistemi oluşturmak, hasta ve hasta yakınlarının memnuniyetini sağlamak ve klinik güvenliğine katkıda bulunmak için potansiyel bir kaynak sunmaktadır (Martinez-Ortigosa ve ark., 2023). Sağladığı bu faydalara ek olarak; hastalarda daha iyi tedavi planlarının organize edilmesine, sağlık çalışanlarının doğru kararlar vermelerine, hastaların hastanede kalış sürelerini tahmin etmek için çok büyük hasta popülasyonundan gerçek zamanlı çıkarımlar yaparak tahmine dayalı modellerin kullanmasına, hasta güvenliği ile ilgili tehditleri ve sorunları otomatik olarak tespit edebilen tüm bilgiler yapay zekâ ile sağlanmaktadır (Ulubay, Ayoğlu & Özcan, 2022). Bu sayede hemşireler, merkezinde insanın yer aldığı hemşirelik mesleğini daha bütüncül bir yaklaşım ile hastalara daha fazla zaman ayırarak daha kaliteli sağlık bakım hizmetleri sunabilecektir (Gökçen Gökalp & Üzer, 2024). Son on yılda, yapay zekâ hemşirelik alanında bakım sunumunu dönüştürmede muazzam gelişmeler kaydetmiştir (Ng, Ling, Chew & Lau, 2022). Hemşireler, klinikte neyin kullanılıp neyin kullanılamayacağı, hasta sonuçlarını

iyileştirmek için neyin gerekli olduğu ve bunun hastanedeki birçok faktöre nasıl bağlı olduğu konusunda bilgi sahibi olan tek hasta bakım personelidir (Özçevik Subaşı ve ark., 2024). Hemşirelerin daha sorunsuz ve bireyselleştirilmiş hemşirelik bakımı planları geliştirmeleri için klinik karar alma süreçlerini kolaylaştıran yapay zekâ (McGrow, 2019), kanser hastalarında yapay zeka destekli görüntüleme teknolojileriyle hemşirelerin tedavi sürecini etkili bir şekilde takip etmelerine ve olası yan etkileri daha iyi yönetmelerine olanak sağlayarak hemşirelerin klinik karar verme sürecinde destek olmaya (Gu & Li, 2022), hemşirelerin hasta bakımını dokümanete etmelerine (Moen ve ark., 2020), hasta düşme öyküsü ve hemşirelik notu çıkarmada (Topaz ve ark., 2019), yara bakımında (Mahmoudi & Moradi, 2024) ve daha bir çok alanda kullanılmıştır.

Yapay Zekâ ve Makine Öğreniminin Ağrı Değerlendirmesinde Kullanımı

Ağrı tedavisinde ilk adım ağrının değerlendirilmesidir (Andersson, Bergman, Henoch, Simonsson & Ahlberg, 2022; Aydın & Özyazıcıoğlu, 2023; Laures ve ark., 2019; Yapıcı & Ayyıldız, 2023). Ağrı değerlendirmesi; kişisel bildirim, davranışsal veya biyolojik gözlemler yoluyla yapılabilir (Fang ve ark., 2023). Ağrı, subjektif bir deneyim olduğundan (Mahon & Reynolds, 2024) değerlendirmesinde standart yöntem, kişinin ifadeleridir (Aydın & Özyazıcıoğlu, 2023). Ağrı, kırığı olan bir çocukta belirgin olabilirken, kronik ağrısı olan daha sabırlı başka bir çocukta çok daha az olabilir (Kapan, 2022). Bununla birlikte tüm çocuklar ağrılarını sözlü olarak ifade edemezler veya etmezler. Bu durumun konuşmayı henüz öğrenmemiş çocuklarda veya özel ihtiyaçları olan çocuklarda fark edilmesi gerekir (Aydın & Özyazıcıoğlu, 2023; Kapan, 2022). Bu nedenle çocuklar ajitasyon, anksiyete, yüz ifadesinde değişiklik, ağlama, parmak sıkma, dişlerini gıcırdatma, sinirlilik, yetersiz beslenme, uyku bozuklukları, aktiviteleri yapmak istememe veya kıvrınma gibi ağrının davranışsal belirtileri açısından gözlemlenmelidir. Bununla birlikte dil becerileri henüz az gelişmiş küçük çocuklarda ağrının uygun ölçümü halen büyük bir sorundur. Bir çocuğun ağrısı kavramsal olarak anlaması ve algılaması da ayrı bir sorundur (Kapan, 2022).

Ağrı, Uluslararası İnsan Hakları Hukuku kapsamında bir insan hakkı olarak kabul edilmesine rağmen, kanıtlar ağrının yeterli şekilde tedavi edilmediğini ortaya koymaktadır (Alkhatib, Al Qadire & Alshraideh, 2020). Çocuklar tarafından oldukça stresli ve korkulan bir deneyim olan ağrı, sağlık çalışanları tarafından en zor yönetilen süreçlerden biridir (Yapıcı & Ayıldız, 2023). Ağrı tedavisi, yönetimi ve değerlendirilmesinin önemini vurgulayan klinik uygulama kılavuzlarına ve artan literatüre rağmen, birçok pediatrik hasta hala yetersiz ağrı tedavisi almaktadır (Chen ve ark., 2023). Bunun başlıca nedeni ağrıyı değerlendirme ve ağrı yönetimindeki bilgi eksikliği (Aziato & Adejumo, 2014; Ufashingabire ve ark., 2016), ağrı uzmanlarının eksikliği (Chen ve ark., 2023) ve iş yüküdür (Skog ve ark., 2021). Ayrıca ağrı tedavisine yönelik olumsuz tutumlar, ağrının kişinin karakterini oluşturduğuna dair inanç ve analjeziklerin olumsuz etkilerinden duyulan korku gibi kültürel veya kişisel inançlar (Chen ve ark., 2023) ve ayrıca otomatik ağrı değerlendirmesi hakkında da çok az şey biliniyor olmasıdır. Son 5 yılda ağrı tanımayı, tahmin etmeyi ve öz yönetimi geliştirmek için yapay zekâ tabanlı müdahaleleri kullanma ile ilgili çalışmaların sayısı artmıştır (Zhang ve ark., 2023). Konu ile ilgili çalışmaların sayısı artmasına rağmen bildiğimiz kadarıyla henüz istenilen düzeye ulaşamamıştır. Scholar, PubMed, Science Direct veri tabanları kullanılarak yapılan literatür taramasında sınırlı sayıda makaleye ulaşılabilmek ve bu makalelerin detayları literatür taramasında açıklanmıştır (Tablo 1).

Literatür Taraması

Aydın & Özyazıcıoğlu, postoperatif ağrının değerlendirilmesinde bilgisayar destekli yüz ifadelerinin analiz kullanımını değerlendirmek amacıyla yürüttükleri metodolojik gözlemsel çalışmaya 7-13 yaşlarında 83 çocuğu dahil etmişlerdir. Veriler; Wong Baker Faces Ağrı Derecelendirme Ölçeği ve Görsel Analog Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Veriler çocuktan, anneden, hemşireden ve bir dış gözlemciden toplanmıştır. Makine

tahmini için ağrıyla ilişkili yüz hareket birimleri kullanılmıştır. Çocuğun yüz hareket birimlerini analiz etmek için OpenFace, makine öğrenimi algoritmaları için ise Python kullanılmıştır. Makinenin tahmin ettiği ağrı skoru ile çocuğun, annenin, hemşirenin ve gözlemcinin ağrı skoru değerlendirmeleri karşılaştırılmıştır. Çocuğun kendisinin bildirdiği ağrı puanına en yakın ağrı değerlendirmesi makine tahminine, anneye ve hemşireye göre yapılmıştır. Çocuklarda ağrı değerlendirmesinde kullanılan makine öğrenimi yöntemi, ağrı şiddetini tahmin etmede iyi performans göstermiştir (Aydın & Özyazıcıoğlu, 2023).

Cheng ve ark., yapay zekâ tabanlı aracının kan örneği için klinik uygulanabilirliğini analiz etmek amacıyla (venöz, arteriyel, topuk kanı ve parmaktan alınan kan örnekleme) 232 yenidoğanda araştırmacılar tarafından geliştirilen yapay zekâ ağrı değerlendirmesi ve hemşirelerin ağrı değerlendirme sonuçlarının tutarlılığını analiz etmişlerdir. Hemşireler ağrı değerlendirmede Yenidoğan Ağrı Tanılama Skalası (Neonatal Infant Pain Scale (NIPS) kullanmıştır. Araştırma sonucunda, yapay zekâ ağrı değerlendirme sistemi ile hemşire ağrı değerlendirme skorları tutarlı bulunmuştur (Cheng ve ark., 2022).

Chen ve ark., video tabanlı ağrı değerlendirme ve hemşire ağrı değerlendirme yoluyla elde edilen ağrı skorlarının tutarlılığını araştırmak amacıyla 598 yenidoğanla yürüttükleri prospektif çalışmada, 10 ağrılı prosedürden (arteriyel kan örneği alma, topuktan kan örneği alma, parmak ucundan kan örneği alma, intravenöz enjeksiyon, deri altı enjeksiyon, periferik intravenöz kanülasyon, nazofaringeal aspirasyon, retansiyon lavmanı, flaster çıkarılması ve pansuman) birine tabi tutulan yenidoğanların videosunu kaydetmişlerdir. Yenidoğanların ağrı düzeyini değerlendirmek amacıyla deneyimli iki hemşire, ‘Yenidoğan Bebek Ağrı Ölçeğini kullanarak çift-kör puanlama yoluyla 10 gün arayla hemşireler tarafından ve video tabanlı yöntem ile ağrı değerlendirmesi yapmışlardır. Araştırmada yenidoğan ağrısının video tabanlı değerlendirmesinin güvenilir bir şekilde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Chen ve ark., 2023).

Fang ve ark., ameliyat sonrası ağrıyı çocukların yüz ifadesine göre otomatik olarak değerlendirmek için Çocuk Ağrı Değerlendirme Sinir Ağına (Children Pain Assessment Neural Network (CPANN) dayalı bir çerçeve geliştirmek amacıyla 1-14 yaş aralığındaki 4104 çocukla yürüttükleri çalışmayı 2 aşamada tamamlamışlardır.

1. Aşamada: İki hemşireden biri her çocuk için ağrı değerlendirmesi yapmış, diğer hemşire değerlendirmeye karşılık gelen videoları kaydetmiştir.

2. Aşamada: Uzman hemşire ameliyat sonrası her video için ağrı değerlendirmesi yapmış ve değerlendirme için bir açıklama eklemiştir. Araştırma CPANN, spesifik ağrı tipine veya çocukların durumuna göre ağrı ölçeklerinin kullanılmasıyla karşılaştırıldığında daha hızlı, daha kullanışlı ve daha objektif bulunmuştur. Ayrıca, çocuklarda otomatik ağrı değerlendirmesi için derin öğrenmeye dayalı yöntemin etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Fang ve ark., 2023).

Hughes ve ark., PainChek Infant'ın doğruluğunu ve uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla 40 çocukla 4 aşamada yürüttükleri çalışmanın;

1. Aşamasında (Başlangıç): Bebeği prosedüre hazırlamak için herhangi bir girişimde bulunulmadan önce [yani, hâlâ ebeveynlerinin kollarındayken]

2. Aşamasında (Hazırlık): Bebeğin kolu hazırlanırken ve sürüntü alınırken,

3. Aşamasında (Aşılamanın Hemen Sonrası): Prosedürün ağrılı kısmı [yani, iğnenin yerleştirilmesinden sonraki 10 saniye içinde]

4. Aşamasında (İyileşme): Ağrılı prosedürden sonra [yani, iğnenin yerleştirilmesinden sonraki 10 ila 40 saniye arasında] 4 adet video kullanarak değerlendirme yapmışlardır. Ağrı değerlendirmeleri, bağımsız olarak 4 değerlendirici tarafından tamamlanmıştır. Her değerlendirme oturumunda klinik olarak deneyimli 1 kişi (yani pediatri hemşiresi) ve klinik açıdan deneyimsiz 1 değerlendirici (yani pediatri klinik deneyimi olmayan hemşirelik öğrencisi) yer almıştır. Her değerlendirici, değerlendirmeleri 3 ağrı değerlendirme aracını (yani

PainChek Infant, NFCS-R ve ObsVAS) kullanarak tamamlamıştır. Araştırmada, PainChek Infant ve Adaptif modlarının her ikisinin de yüksek doğruluk gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır (Hughes, Chivers & Hoti, 2023).

Hemşireler, sağlık ekibinin bir parçası olarak ağrının değerlendirilmesi ve yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır (Alotaibi ve ark., 2019; Yuan, 2024). Ağrı yönetiminde hemşire, hastayı daha sık görmesi, ağrıyı erken evrelerinde fark etmesi, hastanın ağrıyla ilgili deneyimlerini ve başa çıkma becerilerini gözlemlemesi ve planlanan herhangi bir tedavinin sonuçlarını uygulaması ve değerlendirmesiyle diğer ekip üyelerinden ayrılır (Ülgen & Tüfekci, 2024). Ağrısı olan çocuğun hemşirelik bakımında ağrının doğru ve uygun bir biçimde değerlendirilmesi ve yönetimi önem taşımaktadır. Ağrı yönetiminin uygun şekilde yapılması çocuğun yaşam kalitesini yükseltmekte, erken mobilizasyonu sağlamakta, hastanede kalış süresini kısaltarak maliyeti azaltmaktadır (Kudubeş, Bektaş & Bektaş, 2021).

Yapay zekâ ile inovasyonu hızlandırmak, karar vermek, süreçleri otomatikleştirmek, hızlandırmak ve genel maliyetlerden tasarruf sağlamak, tedavi planlarının hazırlanmasında tekrarlayan işleri kolaylaştırmak, farmakoterapinin oluşturulmasına ve yönetilmesine kadar birden çok yarar sağlamaktadır (Ulubay ve ark., 2022). Bu dönüşüm dalgası içerisinde, hemşirelerin sağlık hizmeti sağlayıcıları olarak oynadıkları önemli rol göz önüne alındığında, hemşirelik bakımı yapay zekâ entegrasyonu için kritik öneme sahiptir (Ruksakulpiwat ve ark., 2024). Yapay zekâ, ağrı sırasında yüz ifadelerinin analizini daha verimli hale getirerek ve sağlık profesyonellerinin iş yükünü azaltarak sağlık sistemini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Özellikle yapay zekâ, makine öğrenimi algoritmalarını ve veri analizi tekniklerini kullanarak özellik çıkarmayı otomatikleştirebilir ve efor gerektiren, zaman alan görevleri gerçekleştirebilir. Bu, daha iyi hasta sonuçları, kaynakların daha iyi kullanımı ve daha düşük hastane maliyetler ile sonuçlanabilir (De Sario ve ark., 2023). Bu bağlamda bu derleme, pediatri hastalarının ağrı yönetiminde yapay zekâ teknolojilerinin önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamaktadır. Ancak, bu teknolojilerin güvenli ve etik bir şekilde kullanılması için dikkatli bir yaklaşım gerekmektedir.

Tablo 1. Pediatri hastalarının ağrı değerlendirmesinde hemşirelerin yapay zekâ ve makine öğrenimi uygulamaları taramasında elde edilen bulgular

Çalışma İsmi Yazar-Yıl	Araştırmanın Amacı	Yöntem	Katılımcı		Uygulamanın Yapıldığı Birim	Çalışma Tasarımı	Sonuç
			n	Yaş			
Assessment of postoperative pain in children with computer assisted facial expression analysis Aydın & Özyacicioğlu (2023)	Çocuklarda postoperatif ağrının değerlendirilmesinde bilgisayar destekli yüz ifadesi analizinin kullanımını değerlendirmek	Veriler araştırmacı tarafından Wong Baker Faces ağrı derecelendirme ve Görsel Analog Ölçeği kullanılarak toplandı. Veriler çocuktan, anneden, hemşireden ve bir dış gözlemciden toplandı. Makine tahmini için ağrıyla ilişkili yüz hareket birimleri kullanıldı.	83	7-18 yaş	Çocuk Cerrahisi Kliniği	Metodolojik Gözlemsel Çalışma	Çocuklarda ağrı değerlendirmesinde kullanılan makine öğrenimi yöntemi, ağrı şiddetini tahmin etmede iyi performans gösterdi. Çocukların ağrılarının yüz ifadelerini kodlayabiliyor ve video kayıtlarından ağrıyla ilişkili yüz hareket birimlerini güvenilir bir şekilde ölçebiliyor.
Artificial Intelligence Based Pain Assessment Technology in Clinical Application of Real-World Neonatal Blood Sampling Cheng ve ark. (2022)	Yapay zekâ tabanlı NPA (AI-NPA) aracının gerçek dünyadan kan örnekleme için klinik uygulanabilirliğini analiz etmek (venöz, arteriyel, topuk kanı ve parmaktan alınan kan örnekleme)	Yenidoğan Yoğun bakım ünitesinde araştırmacılar tarafından geliştirilen yapay zekâ ağrı değerlendirme ve hemşirelerin ağrı değerlendirme sonuçlarının tutarlılığı analiz edilmiştir. Hemşireler ağrı değerlendirmede NIPS kullanmıştır.	232	8.5-41 gün (ort 21 gün)	Yenidoğan Yoğun Bakım	Prospektif çalışma	Yapay zekâ ağrı değerlendirme sistemi ile hemşire ağrı değerlendirme skorları tutarlı bulunmuştur.
Video-Based versus On-Site Neonatal Pain Assessment in Neonatal Intensive Care Units: The Impact of Video-Based Neonatal Pain Assessment in Real-World Scenario on Pain Diagnosis and Its Artificial Intelligence Application Chen ve ark. (2023)	Video tabanlı ağrı değerlendirmesi (VB-NPA) ve hemşire ağrı değerlendirmesi (OS-NPA) yoluyla elde edilen ağrı skorlarının tutarlılığını araştırmak	Bu çalışmada, 10 ağırlı prosedürden birine (arteriyel kan örneği alma, topuktan kan örneği alma, parmak ucundan kan örneği alma, intravenöz enjeksiyon, deri altı enjeksiyon, periferik intravenöz kanülasyon, nazofaringeal aspirasyon, retansiyon lavmanı, flaster çıkarılması ve pansuman) tabi tutulan 598 yenidoğanın videosu kaydedildi. Yenidoğanların ağrı düzeyini değerlendirmek amacıyla deneyimli iki hemşire, Yenidoğan Bebek Ağrı Ölçeğini kullanarak çift-kör puanlama yoluyla 10 gün arayla kendisi ve video tabanlı ağrı değerlendirme uyguladı.	598		Yenidoğan Yoğun Bakım	Prospektif Çalışma	Yenidoğan ağrısının video tabanlı değerlendirmesinin güvenilir bir şekilde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Deep learning-guided postoperative pain assessment in children Fang ve ark. (2023)	Derin öğrenmenin tıbbi görüntü analizi ve duygu tanımadaki dramatik başarılı uygulamalarından esinlenerek, postoperatif ağrıyı çocukların yüz ifadesine göre otomatik olarak değerlendirmek için yeni, derin öğrenmeye dayalı Çocuk Ağrı Değerlendirme Sinir Ağı (CPANN) bir çerçeve geliştirmek	1. Aşamada: 2 hemşireden biri her çocuk için ağrı değerlendirmesi yapar. Diğer hemşire değerlendirmeye karşılık gelen videoları kaydeder. 2. Aşamada: Uzman hemşire ameliyat sonrası her video için ağrı değerlendirmesi yapar ve değerlendirme için bir açıklama ekler.	4104	1-14 yaş	Çocuk Cerrahisi Kliniği	CPANN, spesifik ağrı tipine veya çocukların durumuna göre ağrı ölçeklerinin kullanılmasıyla karşılaştırıldığında daha hızlı, daha kullanışlı ve daha objektiftir. Bu çalışmada, çocuklarda otomatik ağrı değerlendirmesi için derin öğrenmeye dayalı yöntemin etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
The Clinical Suitability of an Artificial Intelligence-Enabled Pain Assessment Tool for Use in Infants: Feasibility and Usability Evaluation Study Hughes ve ark. (2023)	PainChek Infant'ın doğruluğunu ve uygulanabilirliğini değerlendirmek	Standart bir anket kullanılarak değerlendirme yapıldı.	40	2,2-6,9 ay	Randomize Kontrollü Çalışma	Araştırmada, PainChek Infant ve Adaptif modlarının her ikisinin de yüksek doğruluk gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

- Achenie, L. E., Scarpa, A., Factor, R. S., Wang, T., Robins, D. L. & McCrickard, D. S. (2019). A machine learning strategy for autism screening in toddlers. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 40(5), 369-376. <https://doi.org/10.1097/dbp.0000000000000668>
- Akgerman, A., Yavuz, E. D. Ö., Kavaslar, İ. & Güngör, S. (2022). Yapay zekâ ve hemşirelik. *Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Dergisi (Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences)* ISSN: 2757-9646, 2(1), 21-27. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jaihs/issue/84896/1493549>
- Alotaibi, K., Higgins, I. & Chan, S. (2019). Nurses' knowledge and attitude toward pediatric pain management: a cross-sectional study. *Pain Management Nursing*, 20(2), 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2018.09.001>
- Alkhatib, G. S., Al Qadire, M. & Alshraideh, J. A. (2020). Pain management knowledge and attitudes of healthcare professionals in primary medical centers. *Pain Management Nursing*, 21(3), 265-270. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2019.08.008>
- Andersson, V., Bergman, S., Henoch, I., Simonsson, H. & Ahlberg, K. (2022). Pain and pain management in children and adolescents receiving hospital care: a cross-sectional study from Sweden. *BMC Pediatrics*, 22(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12887-022-03319-w>
- Ardahan Sevgili, S. & Şenol, S. (2023). Prediction of chemotherapy-related complications in pediatric oncology patients: artificial intelligence and machine learning implementations. *Pediatric Research*, 93(2), 390-395. <https://doi.org/10.1038/s41390-022-02356-6>
- Aydın, A. İ. & Özyazıcıoğlu, N. (2023). Assessment of postoperative pain in children with computer assisted facial expression analysis. *Journal of Pediatric Nursing*, 71, 60-65. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2023.03.008>
- Aziato, L. & Adejumo, O. (2014). Determinants of nurses' knowledge gap on pain management in Ghana. *Nurse Education in Practice*, 14(2), 195-199. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2013.08.004> Get rights and content
- Chen, X., Zhu, H., Mei, L., Shu, Q., Cheng, X., Luo, F.,..... & Pan, Y. (2023). Video-Based versus On-Site Neonatal Pain Assessment in Neonatal Intensive Care Units: The Impact of Video-Based Neonatal Pain Assessment in Real-World Scenario on Pain Diagnosis and Its Artificial Intelligence Application. *Diagnostics*, 13(16), 2661. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13162661>
- Cheng, X., Zhu, H., Mei, L., Luo, F., Chen, X., Zhao, Y.,..... & Pan, Y. (2022). Artificial intelligence based pain assessment technology in clinical application of real-world neonatal blood sampling. *Diagnostics*, 12(8), 1831. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12081831>
- Çilhoroz, Y. & Işık, O. (2021). Yapay Zekâ: Sağlık Hizmetlerinden Uygulamalar. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 573-588. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ahbvubfd/issue/64683/905614>
- Das, S., Dey, A., Pal, A. & Roy, N. (2015). Applications of artificial intelligence in machine learning: review and prospect. *International Journal of Computer Applications*, 115(9), 31-41. <http://dx.doi.org/10.5120/20182-2402>
- Daldrup-Link, H. (2019). Artificial intelligence applications for pediatric oncology imaging. *Pediatric Radiology*, 49(11), 1384-1390. <https://doi.org/10.1007/s00247-019-04360-1>
- De Sario, G. D., Haider, C. R., Maita, K. C., Torres-Guzman, R. A., Emam, O. S., Avila, F. R., ... & Forte, A. J. (2023). Using AI to detect pain through facial expressions: A review. *Bioengineering*, 10(5), 548. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10050548>
- Fang, J., Wu, W., Liu, J. & Zhang, S. (2023). Deep learning-guided postoperative pain assessment in children. *Pain*, 164(9), 2029-2035. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002900>
- Ferrari, O. I., Zhang, F., Braam, A. A., Van Gorp, J. A., Broz, F. & Barakova, E. I. (2023). Design of Child-robot Interactions for Comfort and Distraction from Post-operative Pain and Distress. In Companion of the 2023 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (pp. 686-690). <https://doi.org/10.1145/3568294.3580174>
- Gıynaş, T., Önel, A. E., Küçük, S., Uğur, S. & Yardımcı, F. (2024). An Investigation of Using Non-Pharmacological Methods in Pain Management in Postoperative Period in Children: A Systematic Review. *Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2(3), 172-190. <https://doi.org/10.61535/bseusbfd.1431585>
- Gombolay, G. Y., Gopalan, N., Bernasconi, A., Nabbout, R., Megerian, J. T., Siegel, B.,..... & Gombolay, M. C. (2023). Review of machine learning and artificial intelligence (ML/AI) for the pediatric neurologist. *Pediatric Neurology*, (141), 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2023.01.004>
- Gökçen Gökalp, M. & Üzer, M. A. (2024). Yapay zeka çağında hemşirelik bakımı. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 6(1), 89-94. <https://doi.org/10.48071/sbuhemsirelik.1349981>
- Gu, Q. & Li, S. E. (2022). Computed tomography image under artificial intelligence algorithm to evaluate the nursing and treatment effect of pemetrexed combined platinum-based chemotherapy on elderly lung cancer. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2022(1), 2574451. <https://doi.org/10.1155/2022/2574451>

- Hagedorn, J. M., George, T. K., Aiyer, R., Schmidt, K., Halamka, J. & D'Souza, R. S. (2024). Artificial intelligence and pain medicine: An introduction. *Journal of Pain Research*, 509-518. <https://doi.org/10.2147/JPR.S429594>
- Handelman, G. S., Kok, H. K., Chandra, R. V., Razavi, A. H., Lee, M. J. & Asadi, H. (2018). eD octor: Machine learning and the future of medicine. *Journal of Internal Medicine*, 284(6), 603-619. <https://doi.org/10.1111/joim.12822>
- Hughes, J. D., Chivers, P. & Hoti, K. (2023). The Clinical suitability of an artificial intelligence-enabled pain assessment tool for use in infants: Feasibility and usability evaluation study. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e41992. <https://doi.org/10.2196/41992>
- Jeddi, Z., Gryech, I., Ghogho, M., El Hammoumi, M. & Mahraoui, C. (2021). Machine learning for predicting the risk for childhood asthma using prenatal, perinatal, postnatal and environmental factors. In *Healthcare*, 9(1), p. 1464). MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare9111464>
- Kapan, NE. (2022). Çocuklarda venöz kan alma işleminde çikolata kokusu ve stres topunun ağrı ve korku üzerine etkisi.Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Khan, M. A., Koh, R. G., Rashidani, S., Liu, T., Tucci, V., Kumbhare, D. & Doyle, T. E. (2024). Cracking the Chronic Pain code: A scoping review of Artificial Intelligence in Chronic Pain research. *Artificial Intelligence in Medicine*, 102849. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2024.102849>
- Koutsouleris, N., Dwyer, D. B., Degenhardt, F., Maj, C., Urquijo-Castro, M. F., Sanfelici, R.,..... & PRONIA Consortium. (2021). Multimodal machine learning workflows for prediction of psychosis in patients with clinical high-risk syndromes and recent-onset depression. *JAMA Psychiatry*, 78(2), 195-209. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2020.3604>
- Kudubeş, A. A., Bektaş, İ. & Bektaş, M. (2021). Çocuklarda ağrı yönetiminde hemşirenin rolü. *Journal of Education & Research in Nursing/Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 18(1), 107-113. https://jag.journalagent.com/jern/pdfs/JERN_18_1_107_113.pdf
- Laures, E., LaFond, C., Hanrahan, K., Pierce, N., Min, H. & McCarthy, A. M. (2019). Pain assessment practices in the pediatric intensive care unit. *Journal of Pediatric Nursing*, 48, 55-62. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2019.07.005>
- Leon, C., Carrault, G., Pladys, P. & Beuchée, A. (2020). Early detection of late onset sepsis in premature infants using visibility graph analysis of heart rate variability. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 25(4), 1006-1017. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2020.3021662>
- Liang, H., Tsui, B. Y., Ni, H., Valentim, C. C., Baxter, S. L., Liu, G.,..... & Xia, H. (2019). Evaluation and accurate diagnoses of pediatric diseases using artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(3), 433-438. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0335-9>
- Lötsch, J., Ultsch, A., Mayer, B. & Kringel, D. (2022). Artificial intelligence and machine learning in pain research: A data scientometric analysis. *Pain Reports*, 7(6). <https://doi.org/10.1097/pr9.0000000000001044>
- Mahon, P. R. & Reynolds, D. (2024). Lived experiences of adolescents living with primary chronic pain. *Pain Management Nursing*, 25(1), 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2023.06.006>
- Mahmoudi, H. & Moradi, M. H. (2024). The progress and future of artificial intelligence in nursing care: A review. *The Open Public Health Journal*, 17(1). <http://dx.doi.org/10.2174/0118749445304699240416074458>
- Matsangidou, M., Liampas, A., Pittara, M., Pattichi, C. S. & Zis, P. (2021). Machine learning in pain medicine: an up-to-date systematic review. *Pain and Therapy*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s40122-021-00324-2>
- Martinez-Ortigosa, A., Martinez-Granados, A., Gil-Hernández, E., Rodriguez-Arrastia, M., Ropero-Padilla, C. & Roman, P. (2023). Applications of artificial intelligence in nursing care: a systematic review. *Journal of Nursing Management*, 2023(1), 3219127. <https://doi.org/10.1155/2023/3219127>
- McGrow, K. (2019). Artificial intelligence: Essentials for nursing. *Nursing2023*, 49(9), 46-49. <https://doi.org/10.1097/01.nurse.0000577716.57052.8d>
- Moen, H., Hakala, K., Peltonen, L. M., Matinolli, H. M., Suhonen, H., Terho, K.,..... & Salanterä, S. (2020). Assisting nurses in care documentation: from automated sentence classification to coherent document structures with subject headings. *Journal of Biomedical Semantics*, 11, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s13326-020-00229-7>
- Naushad, S. M., Dorababu, P., Rupasree, Y., Pavani, A., Raghunadharao, D., Hussain, T.,..... & Kutala, V. K. (2019). Classification and regression tree-based prediction of 6-mercaptopurine-induced leucopenia grades in children with acute lymphoblastic leukemia. *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*, 83, 875-880. <https://doi.org/10.1007/s00280-019-03803-8>
- Ng, Z. Q. P., Ling, L. Y. J., Chew, H. S. J. & Lau, Y. (2022). The role of artificial intelligence in enhancing clinical nursing care: A scoping review. *Journal of Nursing Management*, 30(8), 3654-3674. <https://doi.org/10.1111/jonm.13425>
- Özçevik Subaşı, D., Akça Sümengen, A., Semerci, R., Şimşek, E., Çakır, G. N. & Temizsoy, E. Paediatric nurses' perspectives on artificial intelligence applications: A cross-sectional study of concerns, literacy levels and attitudes. *Journal of Advanced Nursing*. <https://doi.org/10.1111/jan.16335>
- Rashidi, P., Edwards, D. A., & Tighe, P. J. (2019). Primer on machine learning: utilization of large data set analyses to individualize pain management. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 32(5), 653. <https://doi.org/10.1097/aco.0000000000000779>

- Rossi, S., Larafa, M. & Ruocco, M. (2020). Emotional and behavioural distraction by a social robot for children anxiety reduction during vaccination. *International Journal of Social Robotics*, 12, 765-777. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00616-w>
- Ruksakulpiwat, S., Thorngthip, S., Niyomyart, A., Benjasirisan, C., Phianhasin, L., Aldossary, H.,..... & Samai, T. (2024). A systematic review of the application of artificial intelligence in nursing care: where are we, and what's next?. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 1603-1616. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S459946>
- Sahu, A., Mishra, J. & Kushwaha, N. (2022). Artificial intelligence (AI) in drugs and pharmaceuticals. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 25(11), 1818-1837. <https://doi.org/10.2174/1386207325666211207153943>
- Shah, N., Arshad, A., Mazer, M. B., Carroll, C. L., Shein, S. L. & Remy, K. E. (2023). The use of machine learning and artificial intelligence within pediatric critical care. *Pediatric Research*, 93(2), 405-412. <https://doi.org/10.1038/s41390-022-02380-6>
- Shu, L. Q., Sun, Y. K., Tan, L. H., Shu, Q. & Chang, A. C. (2019). Application of artificial intelligence in pediatrics: past, present and future. *World Journal of Pediatrics*, 15, 105-108. <https://doi.org/10.1007/s12519-019-00255-1>
- Skog, N., Mesic Mårtensson, M., Dykes, A. K. & Vejzovic, V. (2021). Pain assessment from Swedish nurses' perspective. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 26(3), e12317. <https://doi.org/10.1111/jspn.12317>
- Tanaka, K., Hayakawa, M., Noda, C., Nakamura, A. & Akiyama, C. (2022). Effects of artificial intelligence aibo intervention on alleviating distress and fear in children. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 16(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13034-022-00519-1>
- Topaz, M., Murga, L., Gaddis, K. M., McDonald, M. V., Bar-Bachar, O., Goldberg, Y. & Bowles, K. H. (2019). Mining fall-related information in clinical notes: Comparison of rule-based and novel word embedding-based machine learning approaches. *Journal of Biomedical Informatics*, 90, 103103. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103103>
- Treiman-Kiveste, A., Pölkki, T., Kalda, R. & Kangasniemi, M. (2022). Nurses' perceptions of infants' procedural pain assessment and alleviation with non-pharmacological methods in Estonia. *Journal of Pediatric Nursing*, 62, e156-e163. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2021.09.006>
- Ufashingabire, C. M., Nsereko, E., Njunwa, K. J. & Brysiewicz, P. (2016). Knowledge and attitudes of nurses regarding pain in the intensive care unit patients in Rwanda. *Rwanda Journal*, 3(1), 21-26. <https://doi.org/10.4314/rj.v3i1.4F>
- Ulubay, S., Ayoğlu, T. & Özcan, E. (2022). Hemşirelik Bakım ve Uygulamalarında Yapay Zekâ Kullanımının Önemi. *Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi*, 2(2), 13-17. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jaihs/issue/84914/1493719>
- Ülgen, H. & Tüfekci, F. G. (2024). The Effect of Pain Management Education on Nurses' Pain Knowledge and Attitudes. *Pain Management Nursing*, 25(3), e186-e191. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2023.12.011>
- Van Bulck, L., Couturier, R. & Moons, P. (2023). Applications of artificial intelligence for nursing: has a new era arrived? *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 22(3), e19-e20. <https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvac097>
- Yapıcı, G. & Ayyıldız, T. K. (2023). Çocuk servislerinde çalışan hemşirelere ağrı değerlendirmesine yönelik verilen eğitimin etkisi: Yarı deneysel çalışma. *Journal of Health Science Yuksek İhtisas University*, 4,1-6. <https://doi.org/10.51261/yiu.2023.00056>
- Yorgancıoğlu Tarcan, G., Yalçın Balçık, P. & Sebik, N. B. (2024). Türkiye ve Dünyada Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 14(1), 50-60. <https://doi.org/10.31020/mutftd.1278529>
- Yuan, L. (2024). Effect of Educational Interventions for Improving the Nurses' Knowledge, Attitude, and Practice of Pediatric Pain Management: A Aystematic Review and Meta-Analysis. *Pain Management Nursing*. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2024.04.005>
- Zare, S., Thomsen, M. R., Nayga Jr, R. M. & Goudie, A. (2021). Use of machine learning to determine the information value of a BMI screening program. *American Journal of Preventive Medicine*, 60(3), 425-433. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2020.10.016>
- Zhang, F., Broz, F., Dertien, E., Kousi, N., Van Gorp, J. A., Ferrari, O. I.,..... & Barakova, E. I. (2022). Understanding design preferences for robots for pain management: A co-design study. In 2022 17th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI) (pp. 1124-1129). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HRI53351.2022.9889542>
- Zhang, M., Zhu, L., Lin, S. Y., Herr, K., Chi, C. L., Demir, I.,..... & Chi, N. C. (2023). Using artificial intelligence to improve pain assessment and pain management: a scoping review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 30(3), 570-587. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocac231>
- Zontag, D., Kuperman, P., Honigman, L. & Treister, R. (2022). Agreement between children's, nurses' and parents' pain intensity reports is stronger before than after analgesic consumption: Results from a post-operative study. *International Journal of Nursing Studies*, 130, 104176. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2022.104176>
- Zuazua-Rico, D., Maestro-Gonzalez, A., Cano-García, C. & Mosteiro-Díaz, M. P. (2023). Spanish validation of pediatric nurses knowledge and attitudes survey regarding pain. *pain management Nursing*, 24(3), 365-370. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2022.09.007>