

Bulut tabanlı hasta takip ve kontrol platformları

Cloud-based patient follow-up and control platforms

Olca Güler¹, Mahmut Enes Kayaalp², Yiğit Umut Cırdı³

¹Memorial Sağlık Grubu, Şişli Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Şişli, İstanbul

²Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kartal, İstanbul

³Acıbadem Kozyatağı Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kadıköy, İstanbul

Teknolojik gelişmeler, bulut bilişim hizmet modellerinin ve nesnelerin interneti unsurlarının sağlık alanına beklenmeyen bir hızla girmesi ile sonuçlanmıştır. Kurumsal etkinliğin artırılmasını sağlayan bulut bilişim sistemleri sayesinde hasta verileri depolanabilir ve işlenebilir. Bu sayede hekimler, hastaların verilerine kolayca ulaşabilmektedir. Ortopedi ve travmatoloji alanında bulut bilişim; hastaların ameliyat öncesi planlamasına, tedavi kararının verilmesine ve cerrahi sonrası rehabilitasyon sürecinin uzaktan takip edilmesine olanak sağlamaktadır. Henüz ortopedi ve travmatoloji alanında hastane ve klinik bazlı rutin kullanım yaygın değildir. Ancak gelecekte yaygın kullanıma gireceği öngörülebilmektedir.

Anahtar sözcükler: bulut bilişim; bulut depolama sistemleri; nesnelerin interneti; e-sağlık

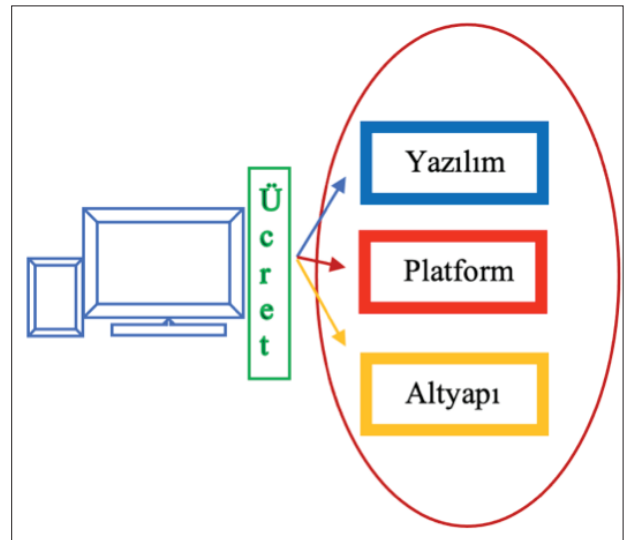
Technological developments have caused entrance of “cloud-based information service models” and “internet of things” into health service area abruptly. Patient data can become processable, storable by cloud information systems which make institutions more effective. By this way medical professionals can access patient data easily. Cloud information makes remote pre-operative planning, treatment decision and post-operative rehabilitation follow up available in orthopedic practice. Just its availability is not common in orthopedics and traumatology practice. However, in near future its common usage is foreseeable.

Key words: cloud computing; cloud storage systems; internet of things; e-health

1. BULUT BİLİŞİM (CLOUD COMPUTING) NEDİR VE NASIL İŞLER?

Bulut bilişim olarak Türkçe’ye kazandırılmış olan *cloud computing*, temel olarak bir kişinin/kurumun donanımsal veya yazılımsal, altyapı ve eğitim gerektiren bilgisayar ortamı işlemleri, bir altyapı yatırımı yapmadan ve konu hakkında teknik uzmanlık kazanmadan, bulunduğu yerden yapabildiğini sağlayan bir ağ sistemidir. Çeşitli modelleri bulunan bu sistemin ilk uygulamalarından biri bulut depolama sistemleri olmuştur. Depolama yapma işlemini kişinin bir depolama cihazı almadan internet üzerinden yapabildiğini sağlayan sistemler dünya çapında kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.^[1]

Talep üzerine dayalı bir şekilde hizmete ulaşım sağlayan bulut bilişim sisteminin çeşitli hizmet modelleri vardır. Bunlar; yazılım, platform ve altyapı olarak üç gruba ayrılmıştır (Şekil 1). Bir servis olarak alt-



Şekil 1. Bulut bilişim sisteminin hizmet modellerinin gösterilmesi.

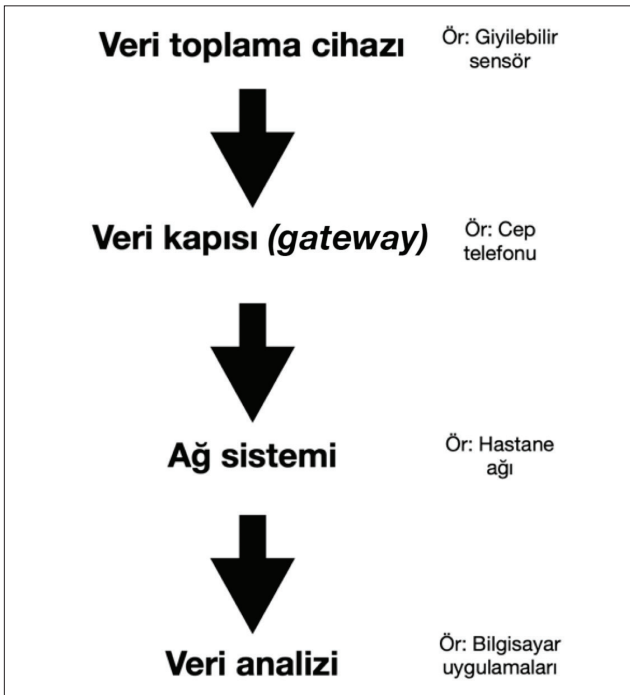
İletişim / Contact: Prof. Dr. Olca Güler • **E-posta / E-mail:** olcayguler77@gmail.com

ORCID ID: Olca Güler, 0000-0002-0022-0439 • Mahmut Enes Kayaalp, 0000-0002-9545-7454 • Yiğit Umut Cırdı, 0000-0003-4804-8823

Geliş / Received: 19 Ekim 2021 • **Kabul / Accepted:** 08 Aralık 2021

yapı modelinde, kullanıcı işletim sistemleri ve uygulamaları içerebilen istediği yazılımı kullanabilmektedir. Kullanıcının bu sistemlerin tabanındaki bulut altyapısına erişim ve kontrolü yoktur ancak işletim sistemini, depolamayı ve uygulamaları kullanabilmektedir. Bir servis olarak platform modelinde, kullanıcı hizmet sağlayıcı tarafından desteklenen programlama dillerini, hizmetlerini ve araçlarını kullanarak oluşturduğu uygulamaları bulut sisteminde kullanabilir. Kullanıcı uygulama ilişkili bazı ayarlar dışında sistem altyapısı üzerinde etki sahibi değildir. Servis olarak yazılım modelinde kullanıcı, bulut tabanında hizmetine sunulan uygulamaları kullanabilmektedir. Bu web bazlı uygulamalar, örneğin bir web tarayıcısı gibi arabirimlerle erişilebilir durumdadır. Örnek olarak internet ağı bazlı e-posta uygulamaları verilebilir. Kullanıcı bu sistemin altyapısına erişemez ve sadece kullanıcı arayüzünde bazı ayarlar üzerinde etki gücüne sahiptir. Bulut bilişim modeli, “kullandığın kadar öde” felsefesiyle oluşturulmuş ve bu sayede kaynakların doğru kullanılmasını sağlayan bir sistemdir. Bu sistem sayesinde kurumlar kendi altyapılarını oluşturma zorunluluğu olmadan, bilgisayar tabanlı hizmetleri alabilmektedir.^[1]

Bulut bilişim sisteminden farklı olarak nesnelere interneti (*internet of things*) kavramı da sağlık alanında kullanılabilir. Bu iki modelin farklarının anlaşılması önem arz etmektedir. Nesnelere interneti, birbirinden esas olarak bağımsız, özellikli nesnelere birbirleriyle veya başka sistemlerle bağlantılandığı bir iletişim ağını tanımlar (Şekil 2). Bu nesnelere örnek olarak teletipta



Şekil 2. Nesnelere interneti iletişim ağı şematik görünümü.

kullanılan sensör içerikli cihazlar anılabilir. Günümüzde giderek yaygınlaşan şekilde ameliyat sonrası rehabilitasyonda kullanılan teletıp unsurlu cihazların topladığı verilerin ana bir merkeze aktarılması, bunların farklı arayüzler aracılığıyla değerlendiriciler tarafından görüntülenmesi gibi bir akış şeması nesnelere interneti kavramının bir örneğidir.^[2] Sağlık alanında kullanılan bu cihazlar genel olarak mobil sağlık (*mobile health, mHealth*) terimi ile anılmaktadır. Bu anlamda teletıp uygulamalarının nesnelere interneti başlığı içinde kaldığı söylenebilir. Bundan farklı olarak bulut bilişim yöntemleri ise genel olarak sağlık yönetim sistemlerini içeren daha kapsayıcı bir bilgisayar ortamı işletmeyi işaret eder.^[3]

2. TIP ALANINDA BULUT TABANLI PLATFORMLAR VE ÖZELLİKLERİ

2.1. Günümüzden Geleceğe Sağlık

Teknolojinin hızla gelişmesi ve günlük hayatın neredeyse her noktasına hızla nüfuz etmesi sonucu hayat rutinlerinin de bu gelişmeye ayak uydurma gerekliliği kaçınılmaz olmuştur. Zaman kavramı her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Doğru sonuca ulaşmak için izlenmesi gereken algoritmalar uygulanırken bu durumun olası en kısa zamanda sonuca ulaşması gerekliliği her birey için öncelik haline gelmektedir. Bu durumda verimlilik kavramı işin içine girmektedir. Sağlık hizmetleri düşünüldüğünde büyük miktarda bilginin etkili bir şekilde yönlendirilmesi, işlenmesi, depolanması ve gerektiğinde uzaktan erişim ile tekrar kullanılabilir hale getirilebilmesi ile elde edilecek iş gücü, zaman ve maliyet avantajları bu dijital dönüşümü kaçınılmaz hale getirmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü e-sağlık ibaresini “Bilgi ve iletişim teknolojilerinin güvenli ve uygun fayda-maliyet oranı ile sağlık ve sağlıkla ilişkili işletme birimleri, hasta takibi, literatür, sağlık eğitimi, arşiv ve araştırma gibi başlıkları destekleyecek şekilde kullanımı” olarak tanımlamaktadır.^[1] Küreselleşen dünyada ortak bilginin elde edilmesi, depolanması ve kullanımı gibi başlıklar sağlık sistemi içerisinde yer alan bütün kişi ve kuruluşları ilgilendirmektedir. Bilgi teknolojilerinin kullanımının ve ulaşılabilirliğinin hızla arttığı göz önünde bulundurulduğunda bu konunun gelecekte tıp alanının vazgeçilmez bir alt başlığı olacağını öngörmek zor değildir.^[3]

2.2. Veri Standardizasyonu ve Bulut Sistemleri

Bulut teknolojisinin felsefesi; verilerin, kayıtların ve bu veri işlemlerinin lokalizasyondan (yerelleştirmeden) ve teknik ekipmandan bağımsız olarak sanal makineler aracılığıyla internet üzerinden yapılabilmesi, elde edilen

bilginin sürekli ulaşılabilirliğini sağlamaktır. Yoruca kâğıt işlemleri, lojistik masrafları, tekrarlayan radyolojik görüntülemeler ve mükerrer laboratuvar testleri gibi durumların önüne geçerek maliyetlerin düşmesini sağlar.^[4]

Sağlık sistemi gibi çok yüksek hacimli verilerle sürdürülen bir alandan elde edilecek olan veri, bu alanı ilgilendiren sigortacılık, medikal malzeme sağlayıcıları ve yasal denetleyiciler için de son derece değerli olmaktadır. Bu noktada en önemli konulardan birisi, elde edilen verinin işlenebilir ve depolanabilir hale gelmesidir. Bu durum veri işleyişinde standardizasyonu (tekipleştirmeyi) zorunlu kılar. Birçok farklı kullanıcıdan (doktor, hemşire, teknisyen, yönetici) elde edilen standardize veriler bulut sistemine yüklenebilir ve bu sayede işlenebilir veya depolanabilir hale gelir. Bu amaçla oluşturulmuş, günlük pratikte sıklıkla kullanılan şablonlardan bazıları şunlardır:

2.2.1. Digital imaging and communications in medicine (DICOM)

Hekimlerin günlük pratiğinde mutlaka karşısına çıkan DICOM dosyaları, bahsedilen gerekliliğin sonucunda ortaya çıkmıştır. Görüntüleme sistemlerinin kullanılması, işlenmesi ve özellikle depolanması için gerekli veri standardizasyonunu sağlar.^[1,4]

2.2.2. Health level 7

Medikal veri akışını ve standardizasyonunu amaçlayan veri giriş şablonudur. Günümüzde eczane, laboratuvar, hastane, sigortacılık gibi sağlık sisteminin temelini oluşturan işletmeler arası bilgi transferini sağlayan, en sık kullanılan şablondur. Bu veri ağının etkili ve yaygın kullanımı ciddi iş gücü ve maliyetin azalması ile ilişkilidir. Bu sistem sayesinde veriler bir bilgisayardan bir başka bilgisayara kolaylıkla gönderilir (*interoperability*).^[5]

Bu iki ana şablonlama modeli dışında çeşitli ihtiyaçlara yönelik olarak birçok veri standardizasyon şeması bulunmakta ve geliştirilmeye devam etmektedir. Elde edilen veriler daha sonra bulut sisteminin temelini oluşturan uzak sunucuya gönderilerek verilerin işlenmesi ve depolanması sağlanır.

Günümüzde bulut teknolojisinin avantajları, dezavantajları ve olası endişeleri incelenmeli ve göz önünde bulundurulmalıdır. Bu başlıklar aşağıda sıralanmıştır:

Etkinlik: Medikal verilerinin bulut ortamında bulunmasıyla sistemin yürümesi için bu verilere ihtiyacı olan eczane, sigorta onayı ve hukuki gereklilikler çok hızlı elde edilebilmektedir. Bu durum, kurumlar arasındaki veri transferini hızlandırmakta zaman ve maliyet açısından büyük avantaj sağlamaktadır.^[6]

Veri güvenliği: Veriler gerek elde edilirken gerekse depolanma sonrasında birçok farklı sunucudan talep edilirler. Ön tanımlı izinler sayesinde bu yolların hangi son kullanıcı tarafından kullanılacağı belirlenebilmektedir. Ancak hiçbir dijital sistemin tamamen güvenli olmadığı bilinmektedir. Olası bir güvenlik açığı sonrasında büyük miktarda kişisel verinin ifşasının mahremiyete ciddi zarar verebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak doğal afet ve benzeri yıkıcı durumlar sonrası bulutta depolanan verilerin gerektiğinde yeniden, hızlı ve kayıpsız bir şekilde kullanımı mümkündür. Ayrıca, verinin kaybedilmesi, ulaşılabilmesi söz konusu ise bu durumun hukuki sorumluluğunun paylaşımı henüz belirsizdir.^[6]

Devamlılık: Bulut sistemler, belli bir altyapı ve ağ bağlantısına ihtiyaç duyarlar. Sistemin işler durumda olması için zinciri oluşturan bütün veri elemanlarının eksiksiz şekilde çalışıyor olması gerekir. Tam dijitalleşme ile sistem internete bağımlı hale gelmektedir. İnternet kesintisi durumunda sistem çalışmaz.^[6]

Hukuki yükümlülükler: Bulut ve uzak bağlantı noktalarını ilgilendiren yasal düzenlemeler henüz yeterli değildir. Kullanıcıların ve veri sağlayıcıların hukuki bir durum karşısında ne olacağını öngörememeleri e-sağlık sistemini kullanmaktan çekinmelerine sebep olmaktadır. Bu gibi teknolojilerin kullanımı ile ilişkili anlaşmazlıkların çözüm yollarının hukuki altyapısı da hazırlanmalıdır.^[6]

Elde edilen verilerin ilgili şablonlar ile standardizasyonu ve yukarıda bahsedilen olası sorunların ölçeklendirilmesi sonrasında bu bilgiler bulut depolama alanına yüklenir. Burada hedef büyük veri (*data*) merkezlerinde bulunan sanal makinelerin işlemci gücünden yararlanmaktır. İstenilen bilgi kategorize edilir, işlenir, sınıflandırılır, gerekirse şifrelenir ve ağ üzerinde kullanıma hazır hale gelir. Birçok farklı bulut bilişim servis sağlayıcısı mevcuttur. *Amazon Web Services (AWS)*, *Openstack*, *Terracotta*, *Google Cloud Platform (GCP)*, *Microsoft Azure* gibi servis sağlayıcılar sayesinde bulut üzerinden veri işlemek mümkündür.^[7] Bu servislerin genel olarak çalışma amacı benzerdir. Sık kullanılan platformlara iki örnek aşağıda verilmiştir:

1. Google Cloud Platform (GCP)/Google Cloud Healthcare:

Günlük işlemler, ileri işlemler ve çok yüksek veri işleme ve analiz için (sağlık alanı) özelleşmiş üç farklı hizmet sunmaktadır. Elde edilen veriler *Google* altyapısı kullanılarak uzak bilgisayar üzerinde analiz edilir ve tekrar küresel şekilde son kullanıcıya aktarılabilir hale gelir. Bu servisin amacı çok yüksek veri işleme ve depolama kapasitesine ihtiyaç olan sunuculara sahip olmak yerine, bu işlemleri bir aracıya devredip, sadece elinizdeki internet bağlantısı üzerinden bu verilere ulaşabilmektir.^[7]

2. Microsoft Azure Cloud Services:

Microsoft®'un sağladığı bulut servisedir. Sağlık alanı için özelleşmiş hizmetler sunmaktadır. Bu hizmetler özellikle son yıllarda gittikçe yaygınlaşan nesnelerin interneti felsefesi ile paralellik göstermektedir. Nesnelerin birbiriyle iletişimi sayesinde verimliliğin artırılmasını amaçlamaktadır. Birçok farklı merkezden elde edilen anlık veriler, bulut sistemi üzerinde işlenerek verimlilik artırıcı çıkarımlar elde edilir.^[7]

Örnek yararlanım alanları aşağıdaki gibi sayılabilir:

Anlık uzaktan hasta izlemi ⇒ Gereksiz hastane başvurularının azaltılması,

Hastanın evinde çevrim içi olarak takip edilebilmesi ⇒ Gereksiz hastane yatışından kaçınılması,

Hastane ekipmanlarının ve durumlarının anlık kontrolü ⇒ Daha etkili hastanelerin inşa edilmesi,

Soğuk zincirin anlık durum takibi ⇒ Çok daha az fire verilmesinin sağlanması,

Diagnostik (tanı koydurucu) cihazların bakım ve onarım takibi ⇒ Hizmetin sekteye uğramaması.

3. ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ALANINDA BULUT BİLİŞİM VE NESNELERİN İNTERNETİ UYGULAMALARI

Sağlık alanında ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak ortopedi ve travmatoloji alanında da bulut bilişim uygulamaları bildirilmeye başlanmıştır. Bulut bilişim alanına bir örnek olarak total kalça artroplastisinde ameliyat öncesi planlamada şablonlama sisteminin doğruluğu ve kolaylığı bir çalışmada gösterilmiştir. Yazarlar, bulut bilişim servis sağlayıcısının programını kullanarak hasta radyografilerini değerlendirmiş ve bunların doğruluğunu ameliyat sonrası verilerle sınımıştır. Sonuçlar oldukça vaatkar olmakla birlikte, hasta verilerinin aktarılması konusundaki yasal zemin konusunda adım atılması gerektiği çıkarımı yapılmıştır.^[8]

Uzaktan erişim sistemlerini içeren yeni teknolojilerin ortopedi alanında kullanımının artması ile "dijital ortopedi" kavramı ortaya atılmış ve bu kapsam içindeki hizmetler irdelenmiştir. Teletıp platformları, sanal ve dijital katip (*scribe*) hizmetleri, sohbet robotları, sanal fizik tedavi ve telerehabilasyon, veri bilimi ve giyilebilen sensör cihazları başlıkları bu kapsamda anılmıştır.^[9]

Teletıp platformları için ülkemizde de uygulamada olan e-nabız sistemi gibi, hasta verilerine güvenli erişim aracılığıyla yetkilendirilmiş kişilerin ulaştığı altyapı örnekleri verilebilir. Sanal ve dijital katip sistemleri, hasta ve hekimi arasındaki diyalogu dinleyen ve analiz eden bir yapay zeka sistemidir. Bu ihtiyaç genel olarak uzaktan sağlık hizmetlerinin artması sonucunda, hekime yardımcı sağlık personelinin yerini tutacak bir yazılım arayışından

kaynaklanmıştır. Ancak bu konuda detaylı çalışmalar henüz tamamlanmamış olup, bu tür yazılımlar ancak deneme aşamasındadır. Sohbet robotları da çevrimiçi hizmet sağlayıcı firmaların kullandığı akıllı cevap teknolojisinin sağlık alanına entegre edilmiş versiyonudur.^[9]

Ortopedik hastalıkların takibi veya geçirilen cerrahi sonrası rehabilitasyon sürecinin uzaktan kontrolle takip edildiği veya değerlendirildiği sistem olan telerehabilasyon, ortopedi ve travmatoloji alanında teletıp hizmetlerinin en yaygın kullanım bulmuş halidir.^[10] Bu teknoloji sayesinde, hasta yatış süreleri kısaltılmış, kırsal bölge hastalarının rehabilitasyon süreci iyileştirilmiş ve genellikle subjektif (öznel) olan evde rehabilitasyon hizmetleri objektif (nesnel) bir unsur haline almıştır.^[11]

Giyilebilen sensör cihazları ise günümüzde en çok kullanılan ve literatürde hakkında en çok araştırma yapılan teletıp unsurları arasındadır. Cep telefonları uygulamaları ile başlayan bu süreçte, akıllı saat veya egzersiz takip cihazları, sensörler yardımıyla kişinin sağlık durumunu takip etmekte ve kişinin izin vermesi halinde bir bulut depolama sistemine yüklemektedir. Bu cihazların büyük kısmı, kişinin yatay ve dikey hareketlerini ve nabız hızını takip edebilmektedir. Tıbbın çeşitli alanlarında sınınan bu cihazlar, anlık geri bildirim sağlamaları sayesinde hastaların tedavilerine uyumu artırmışlardır.^[12] Bu tür cihazlar hastaların uzaktan takibi amacıyla da kullanılabilir.^[13]

İnternet ağı tabanlı uygulamalar tüm bunlardan bağımsız olarak, ameliyat sonrası süreçte hasta tarafından bildirilen sonuç puanlarının toplanması için de giderek daha sık kullanılır hale gelmiştir. Bu sayede hastalar, ilgili skor formlarını internet veya cep telefonu uygulaması üzerinden doldurmakta ve böylece hastanın klinik takibi için objektif veriler elde edilmekte ve akademik çalışmalar için kullanılabilir. Ancak bu amaçla oluşturulmuş bir uygulamanın hastalar tarafından kullanılma durumu değerlendirildiğinde, hasta yaşı ilerledikçe mobil veya internet ağı platformlarına uyumun azaldığı görülmüştür.^[14]

Teletıp unsurları dışında ortopedik implantların aktif olarak veri ölçmesini ve vermesini sağlayan şekilde geliştirilmesi de amaçlanmaktadır. Bu cihazlar "SMART" cihazları olarak bilinmektedir (*orthopaedic sensing, measuring and advanced reporting technology devices*).^[15] Bu cihazların geliştirilmesi devam edilmekte olup, günlük rutin kullanım seviyesine gelen bir cihaz bulunmamaktadır ancak benzer cihazlar araştırma amaçlı olarak yıllardır kullanılmaktadır. Bu cihazlar arasında hastaya uygulanan kalça protezleri sayılabilir.^[16]

Kovid-19 pandemisinin hızlandırıcı etkisiyle tüm tıp alanlarında olduğu gibi ortopedi ve travmatoloji alanında da uzaktan erişimle muayene/tıbbi konsültasyon hizmetleri çeşitli kurumlarca yürürlüğe konulmuştur.

Ülkemizde de çeşitli özel ve devlet hastaneleri tarafından uygulanan bu sistemde, hasta ve hekim çevrim içi portal üzerinden iletişim kurmaktadır. Ancak bu muayene sürecinin hukuki sınırları konusunda bir düzenleme henüz ortaya konulmamıştır.^[17-20]

Teletıp unsurlarından bir diğeri de telecerrahi veya uzaktan cerrahi yöntemidir. Bu yöntem ile cerrah, çevrim içi bağlantıyla robotik cerrahi kullanılan bir ameliyatı yönetebilmektedir. Üroloji, kalp cerrahisi ve beyin cerrahi alanlarında yayınlanmış çalışmalar olmakla birlikte şu an için ortopedik cerrahi için literatürde yayınlanmış bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak teknolojik gelişmelerin bu durumu yakın gelecekte mümkün kılacağı anlaşılmaktadır.^[21-23]

4. SONUÇ

Teknolojik gelişmeler, bulut bilişim hizmet modellerinin ve nesnelerin interneti unsurlarının sağlık alanına beklenmeyen bir hızla girmesiyle sonuçlanmıştır. Kurumların etkinliğinin maliyeti düşürerek artmasını sağlayan bulut bilişim sistemlerinin her alanda giderek yaygınlaşacağı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte teletıp ve nesnelerin interneti unsurlarının tıp alanında gelişmiş veri akışı ve değerlendirme sürecine katkısı ile hasta bakımının kalitesini artırdığı görülmüş olup bu sistemlerin gelişimine hız kesmeden devam edileceği görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abukhousa E, Mohamed N, Al-Jaroodi J. e-Health Cloud: Opportunities and challenges. *Future Internet* 2012;4(3):621-45. **Crossref**
- Cecil J, Gupta A, Pirela-Cruz M, Ramanathan P. An IoT based cyber training framework for orthopedic surgery using next generation internet technologies. *Inform Med Unlocked* 2018;12:128-37. **Crossref**
- Myers TG, Ramkumar PN, Ricciardi BF, Urish KL, Kipper J, Ketonis C. Artificial intelligence and orthopaedics: An introduction for clinicians. *J Bone Joint Surg Am* 2020;102(9):830-40. **Crossref**
- Masrom M, Rahimli A. A review of cloud computing technology solution for healthcare system. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 2014;8(20):2150-3. **Crossref**
- Kabachinski J. What is health level 7? *Biomed Instrum Technol* 2006;40(5):375-9. **Crossref**
- Anderson JG. Social, ethical and legal barriers to e-health. *Int J Med Inform* 2007;76(5-6):480-3.
- Calabrese B, Cannataro M. Cloud computing in healthcare and biomedicine. *Scalable Computing: Practice and Experience* 2015;16(1):1-18. **Crossref**
- Maratt JD, Srinivasan RC, Dahl WJ, Schilling PL, Urquhart AG. Cloud-based preoperative planning for total hip arthroplasty: a study of accuracy, efficiency, and compliance. *Orthopedics* 2012;35(8):682-6. **Crossref**
- Bini SA, Schilling PL, Patel SP, Kalore NV, Ast MP, Maratt JD, et al. Digital orthopaedics: A glimpse into the future in the midst of a pandemic. *J Arthroplasty* 2020;35(7S):S68-S73. **Crossref**
- Ianculescu M, Andrei B, Alexandru A. A smart assistance solution for remotely monitoring the orthopaedic rehabilitation process using wearable technology: re.flex system. *Studies in Informatics and Control*. 2019;28(3):317-26. **Crossref**
- Pratap Singh R, Javaid M, Haleem A, Vaishya R, Ali S. Internet of Medical Things (IoMT) for orthopaedic in COVID-19 pandemic: Roles, challenges, and applications. *J Clin Orthop Trauma* 2020;11(4):713-7. **Crossref**
- Haufe S, Kerling A, Protte G, Bayerle P, Stenner HT, Rolff S, et al. Telemonitoring-supported exercise training, metabolic syndrome severity, and work ability in company employees: a randomised controlled trial. *Lancet Public Health*. 2019;4(7):e343-e52. **Crossref**
- Mehrdad S, Wang Y, Atashzar SF. Perspective: Wearable Internet of Medical Things for remote tracking of symptoms, prediction of health anomalies, implementation of preventative measures, and control of virus spread during the era of COVID-19. *Front Robot AI* 2021;8:610653. **Crossref**
- Bell K, Warnick E, Nicholson K, Ulcoq S, Kim SJ, Schroeder GD, et al. Patient adoption and utilization of a web-based and mobile-based portal for collecting outcomes after elective orthopedic surgery. *Am J Med Qual* 2018;33(6):649-56. **Crossref**
- Baumann AP, O'Neill C, Owens MC, Weber SC, Sivan S, D'Amico R, et al. FDA public workshop: Orthopaedic sensing, measuring, and advanced reporting technology (SMART) devices. *J Orthop Res* 2021;39(1):22-9. **Crossref**
- Bergmann G, Bender A, Dymke J, Duda G, Damm P. Standardized loads acting in hip implants. *PLoS One* 2016;11(5):e0155612. **Crossref**
- Javaid M, Khan IH. Internet of Things (IoT) enabled healthcare helps to take the challenges of COVID-19 Pandemic. *J Oral Biol Craniofac Res* 2021;11(2):209-14. **Crossref**
- McMaster T, Wright T, Mori K, Stelmach W, To H. Current and future use of telemedicine in surgical clinics during and beyond COVID-19: A narrative review. *Ann Med Surg (Lond)* 2021;66:102378. **Crossref**
- Umair M, Cheema MA, Cheema O, Li H, Lu H. Impact of COVID-19 on IoT adoption in healthcare, smart homes, smart buildings, smart cities, transportation and industrial IoT. *Sensors (Basel)* 2021;21(11). **Crossref**
- Çapacı M Özkaya S. COVID-19 Pandemi Döneminde Tele-tıp Uygulamaları. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, Ocak 2020; Cilt 25, Özel Sayı 1 **Crossref**
- Legeza P, Britz GW, Loh T, Lumsden A. Current utilization and future directions of robotic-assisted endovascular surgery. *Expert Rev Med Devices* 2020;17(9):919-27. **Crossref**
- Tian W, Fan M, Zeng C, Liu Y, He D, Zhang Q. Telerobotic spinal surgery Based on 5G network: The first 12 cases. *Neurospine* 2020;17(1):114-20. **Crossref**
- Veneziano D, Tafuri A, Rivas JG, Dourado A, Okhunov Z, Somani BK, Met al; ESUT-YAUWP Group. Is remote live urologic surgery a reality? Evidences from a systematic review of the literature. *World J Urol* 2020;38(10):2367-76. **Crossref**