

# Bilişim ve Sağlık

Ayşe DEMİRHAN, İnan GÜLER

Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye  
ayseoguz@gazi.edu.tr, iguler@gazi.edu.tr  
(Geliş/Received: 04.08.2011, Kabul/Accepted: 12.08.2011)

**Özet**— Bu çalışmanın amacı bilişim teknolojilerinin tıp alanında kullanımını inceleyerek, tıp bilişimi sistemlerinin temel özelliklerini ve çeşitli alanlardaki uygulama türlerini sunmaktır. Tıp bilişimi bilgisayar bilimi ve sağlık hizmetlerinin kesişimi ile ortaya çıkan disiplinler arası ve hızla gelişen bir bilim dalıdır. Sağlıkta problem çözme ve karar verme amacıyla biyomedikal bilginin depolanması, erişimi ve kullanımı için gereken en uygun kaynak, araç ve metotlar ile ilgilenmektedir. Tıp bilişimi biyomedikal bilimin tüm temel ve uygulamalı alanlarında kullanılmaktadır. Özellikle bilgisayar ve iletişim gibi modern bilgi teknolojileri ile yakından ilişkilidir. Bilgi teknolojilerinin sağlık alanında kullanılması ile doktor, hemşire ve diğer sağlık personelinin hastaların teşhis ve tedavilerini daha doğru ve verimli hale getirebilmesi için yararlanacağı araçlar ve prosedürler geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada tıp bilişiminin uygulandığı alanlara ait teknik özellikler verilerek temel bileşenleri ile örnek uygulamalar açıklanmıştır. Biyomedikal uygulamaları gerçekleştirmek için kullanılan teknikler ve biyomedikal sistemleri kullanmanın sağladığı avantajlardan bahsedilmiştir. Tıp bilimi ve gelişmiş teknolojinin beraber kullanılması ile hastalara daha iyi sağlık bakımı verilmesinin sağladığı pek çok avantaja rağmen tıp bilişimi sistemlerinin pratikteki kullanımının yaygınlaşabilmesi için aşılması gereken çeşitli teknik ve yasal sorunlar olduğu görülmüştür. Teknolojinin hızlı ilerleyişi ve gerekli kanuni düzenlemelerin sağlanması ile tıp bilişimi uygulamaları gelecekte sağlık hizmetlerinin kalitesi hızla artıracak ve sağlık hizmetlerine ulaşmak bir sorun olmaktan çıkacaktır.

**Anahtar Kelimeler**— Tıp bilişimi, elektronik sağlık kaydı, tele-sağlık, tele-ameliyat, klinik karar destek sistemleri

## Informatics and Health

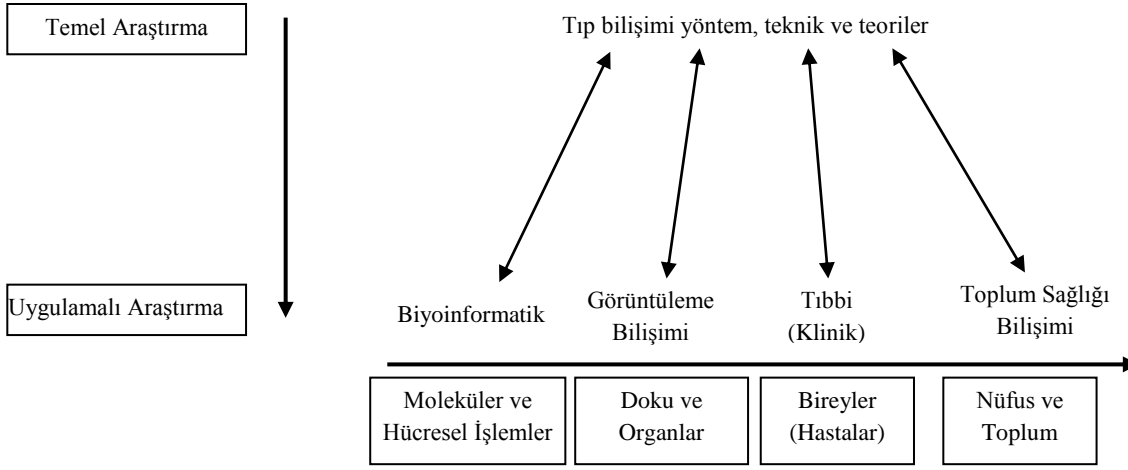
**Abstract**— The purpose of this study is to examine the use of information technologies in the field of medicine, and to provide the basic features and the types of applications of the medical informatics in various fields. Medical informatics is an interdisciplinary and rapidly growing branch of science that emerges from the intersection of computer science and health services. It deals with the most appropriate resources, tools and methods for the purpose of storage, access and use of the biomedical knowledge to problem-solving and decision making in health. Medical informatics is used in all areas of basic and applied biomedical science. Especially is closely related to modern information technology such as computers and communications. With the use of information technologies in the field of health care it is intended to develop tools and procedures for the use of doctors, nurses and other health staff for diagnosis and treatment of the patients more accurately and efficiently. In this study technical specifications of the medical informatics are given and sample applications are explained with their basic components. The techniques used to perform biomedical applications, and the advantages of using biomedical systems are discussed. It is observed that despite the advantages of using medical science and advanced technology together for supplying the better health care to patients, there are various technical and legal problems to overcome for widespread usage of the medical informatics systems. In the future, medical informatics applications will accelerate the growth of health care quality and accessing to health services would cease to be a problem with the rapid progress of technology and necessary legal arrangements.

**Keywords**— Medical informatics, electronic health record, tele-medicine, tele-surgery, clinical decision support systems

### 1. GİRİŞ

Bilgisayar biliminin biyomedikal uygulamalardaki kavramları için kullanılacak isimler çeşitlilik göstermektedir. Biyomedikal hesaplama ya da biyohesaplama terimleri birkaç yıl boyunca kullanılmıştır. Tanımlayıcı olmayan bu terimler yalnızca bilgisayarların biyoloji ya da tıpta kullanıldığını ifade etmektedir. Tıp

bilişimi tıbbi hesaplama dan daha geniş bir kavramdır. Tıbbi hesaplama tıbbi istatistikler, kayıt tutma ve tıbbi bilgiyi çalışma konularını kapsar ve hesaplamaların uygulandığı alanların doğasına odaklanırken bilgisayar üzerindeki vurguyu azaltır. Bilişim kavramının yaygınlaşmasıyla birlikte tıp bilişimi kavramı 2000’li yıllardan sonra tüm dünyada tercih edilmiş ve kullanılmıştır.



Şekil 1. Temel bilim olarak tıp bilişimi

Fakat biyoinformatik alanının ortaya çıkmasıyla birlikte bu disiplinin sadece doktorları değil diğer sağlık ve yaşam bilimi uzmanlarını da kapsamadığını ifade etmek için sağlık bilişimi ya da sağlık hizmetleri bilişimi terimleri popülerlik kazanmıştır. Zamanla tıp bilişimi ve biyoinformatik arasındaki ilişkinin belirsizliği nedeniyle daha kapsamlı ve biyolojik uygulamaları da içeren bir isim olan biyomedikal bilişim terimi akademik gruplar tarafından benimsenmiş ve temel bir tıp bilişimi dergisi olan *Computers and Biomedical Research, The Journal of Biomedical Informatics* adıyla yeniden doğmuştur [1].

Tıp bilişimi, biyomedikal bilgisayar uygulamaları ile biyomedikal bilgi analizini bir araya getirir. Bilgisayar bilimi ile biyomedikal bilim arasında bir ara yüz oluşturur. Biyomedikal alanında bilgisayarların kullanılması doğası gereği deneysel bir bilimdir. Deneysel bilim soru sorarak, deneyler tasarlayarak, analizler gerçekleştirerek ve kazanılan bilgileri yeni deneyler tasarlamada kullanarak karakterize edilir. Amaçlardan biri sadece yeni bilgilerin araştırılmasıdır. Buna *temel araştırma* denir. İkinci bir amaç bu bilginin pratik sonuçlar için kullanılmasıdır ve *uygulamalı araştırma* olarak anılır. Bu iki çalışma arasında bir süreklilik vardır (Şekil 1) [1, 2].

Tıp bilişimi, araç olarak bilişim teknolojilerini kullanarak tıp pratiğinde ortaya çıkan bilgi yönetimi gereksinimine cevap vermeye çalışır. Klinik karar destek sistemlerinin tasarımından, gerekli yazılım ve donanım araçlarının geliştirilmesine kadar geniş bir yelpazede çalışma alanı içerir.

Tıp bilişimi içerisinde yer alan konu ve alt disiplinler şunlardır;

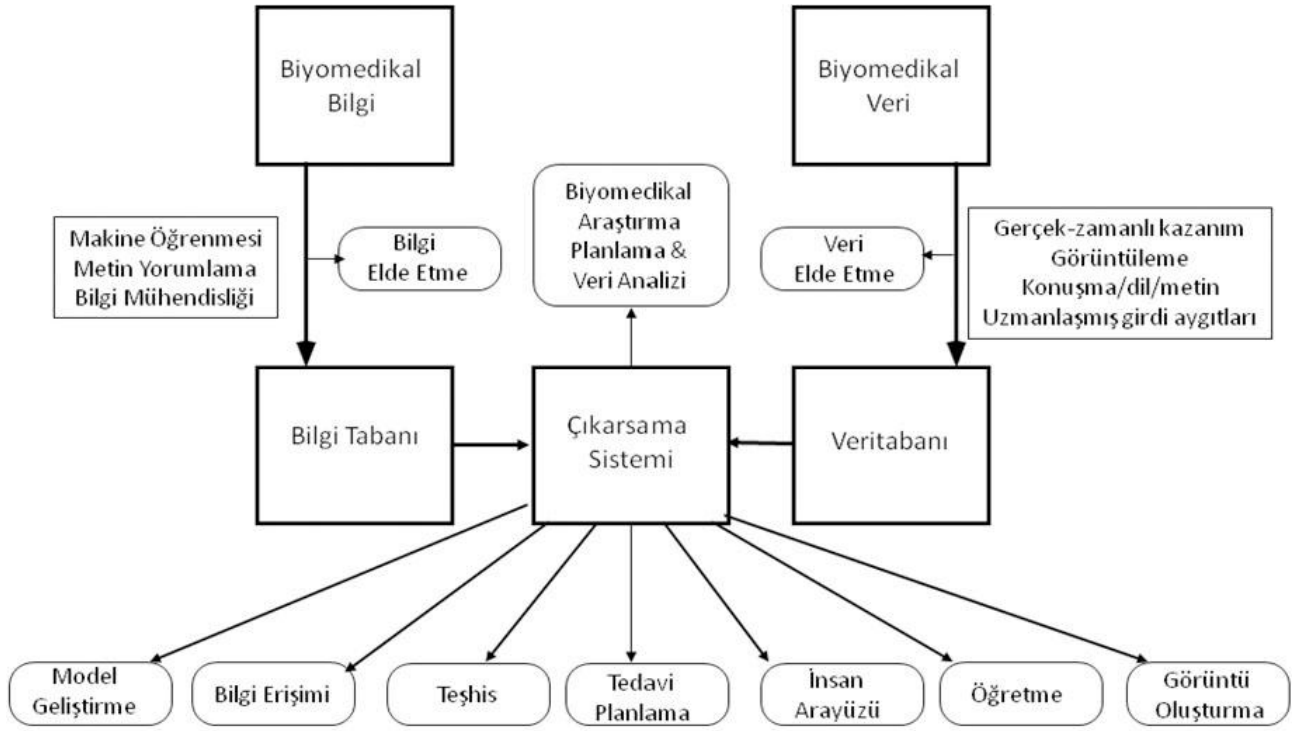
- (1) Elektronik sağlık kaydı sistemleri
- (2) Sağlık organizasyonlarında bilgi yönetimi
- (3) Tüketici Tıp Bilişimi ve Tele-Sağlık
- (4) Halk sağlığı bilişimi ve sağlık bilgi altyapısı
- (5) Hasta bakım sistemleri
- (6) Hasta izleme sistemleri

- (7) Bilgi erişimi ve sayısal kütüphaneler
- (8) Klinik karar destek sistemleri
- (9) Tıp eğitiminde bilgisayar kullanımı
- (10) Biyoinformatik

Akademik bir disiplin olarak biyomedikal bilişimin araştırma alanları Şekil 2’de verilmiştir [2].

Temel bilişsel araştırmalar, tıbbi biliş ve tıp bilişiminde bilişsel araştırmalar arasında pek çok açıdan benzerlikler vardır (Tablo 1). Örneğin, insan belleği ve bilgi organizasyonu ile ilgili teoriler, uzman klinik bilginin tıbbi sistemlerdeki bilgi olarak karakterize edilebilmesi için temel alınmıştır. Benzer şekilde metin anlama araştırmaları, tıbbi metinleri anlama araştırmaları için teorik bir çerçeve sağlamıştır. Bu da biyomedikal bilgi kaynaklarından bilgi elde etme alanındaki uygulamalı bilişsel araştırmaları ve sağlık okur-yazarlığı araştırmalarını etkilemiştir [3].

Tıp bilişimi tıp ve sağlık hizmetlerindeki veri, bilgi ve birikimin sistematik olarak işlenmesine adanmış bir disiplindir. Tıp bilişimi henüz genç bir disiplindir. Dijital bilgisayarların bulunması ve son yıllarda hızla yayılması ile doğrudan ilişki olan bu alan, bilgisayar tabanlı bilgi ve iletişim araçlarındaki hızlı gelişmelerle her geçen gün daha da yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda tıp ve sağlık hizmetlerinde bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak çok büyük değişiklikler olmuştur. Bu değişiklikler ile sağlık hizmetleri büyük oranda etkilenmiş ve bu hizmetlerin kalitesini artmıştır. Günümüzde bilgisayarlı tomografi gibi görüntüleme araçları olmadan, ilaçla tedavide ilaç etkileşimlerini kontrol eden bir yazılım kullanmadan, ameliyatlara için bilgisayar destekli araçlardan faydalanmadan, tıbbi bilgiye ulaşmak için yüksek kaliteli yayınların olduğu bilgi tabanlarına erişmeden ve hasta verilerini bilgisayar destekli hastane bilgi sistemlerinde elektronik kayıtlar olarak tutmadan gerçekleştirilen tanılayıcı prosedürleri hayal etmek zordur [4].



Şekil 2. Biyomedikal bilişimin araştırma alanları

Tablo 1. Bilişsel bilim, tıbbi biliş ve tıp bilişiminde uygulamalı bilişsel araştırmalar arasındaki benzerlikler

Bilişsel Bilim	Tıbbi Biliş	Tıp Bilişimi
Bilgi organizasyonu ve insan belleği	Klinik ve temel bilim bilgisinin organizasyonu	Tıbbi bilgi tabanlarının geliştirilmesi ve kullanılması
Problem çözme, sezgisel veya akıl yürütme stratejileri	Tıbbi problem çözme ve karar verme	Tıbbi yapay zekâ, karar destek sistemleri veya tıbbi hatalar
Algı ve dikkat	Radyolojik ve dermatolojik teşhis	Tıbbi görüntüleme sistemleri
Metin anlama	Tıbbi metinlerden öğrenme	Bilgi elde etme, sayısal kütüphaneler veya sağlık okuryazarlığı
Konuşma analizi	Tıbbi söylev	Tıbbi doğal dil işleme
Dağıtık bilişim	Sağlık hizmetlerinde işbirlikçi pratik ve araştırma	Bilgisayar tabanlı komut giriş sistemleri
Teori ve kanıtın koordinasyonu	Tanılayıcı ve tedavi edici akıl yürütme	Kanıt tabanlı klinik yönergeler
Şematik akıl yürütme	Hasta veri göstergelerinin algısal olarak işlenmesi	Tıbbi bilgi görselleştirme

## 2. SAĞLIK ALANINDAKİ BİLİŞİM UYGULAMALARI

### 2.1. Elektronik Sağlık Kaydı Sistemleri

Elektronik hasta kaydı olarak da bilinen elektronik sağlık kaydı (ESK) birey olarak hastalar ya da toplum hakkındaki elektronik sağlık bilgisinin sistematik bir koleksiyonu olarak tanımlanır. Sayısal formattaki bir kayıt olan ESK farklı sağlık kuruluşları tarafından ağ bağlantılı bilgi sistemleri aracılığıyla paylaşılabilir. Bu kayıtlar kapsamlı ya da özet formunda veriler içerebilir. ESK kayıtlarındaki bilgilere demografik veriler, tıbbi geçmiş, problemler ve ilerleme notları, ilaçlar ve alerjiler, bağışıklık durumu, laboratuvar test sonuçları, radyoloji görüntüleri, hayati belirtiler, yaş ya da kilo gibi kişisel istatistikler ve faturalandırma bilgisi örnek verilebilir.

ESK doktorların iş akışını otomatikleştirir ve düzene koyar. ESK bir hastaya ait tam bir kayıt üreterek hastanın bakımıyla ilgili destek sağlayan doğrudan ya da dolaylı aktiviteleri içerir ve kanıta dayalı karar destek sistemleri, kalite yönetimi ve çıktılarının raporlanmasını sağlar. Şekil 3'te bir ESK sistemine ait bileşenler gösterilmektedir [5]. Hasta verilerinin sistemler arasında paylaşımına izin verecek tümleşik bir mimari oluşturulabilir. Bu mimaride her sistem kendi verisini yerel olarak depolamaktadır. Hasta bilgisini paylaşmak için bir sistem veya sistem kullanıcısı diğer sisteme kendi dosyalarına erişim hakkı vermeli veya dosyanın bir kopyasını diğer sisteme göndermelidir. Dosya, paylaşım için bir kez tanımlandıktan sonra entegre edilen sistemlerin birlikte işlerlik seviyesine göre diğer dosyalar ile birleştirilebilmelidir [6].



Şekil 3. ESK sistem bileşenleri

ESK maliyetleri düşürerek ve personelin verimliliğini artırarak sağlık bakım kuruluşlarının etkililiğini artırmaktadır. ESK'nın özellikleri şöyle sıralanabilir; 1) Doktorlar için bilgi kaynağıdır, 2) Güvenlidir, 3) Gerçek zamanlıdır, 4) Hizmetin verildiği noktadadır, 5) Hasta merkezlidir, 6) ESK gereken her yer ve zamanda verilen kararlara destek sağlar, 7) Doktorların iş akışlarını sıraya dizer, iletişim çemberini tamamlar, gecikme veya boşlukları uyarır, 8) Klinik bakımla ilgili olmayan kullanımlar için veri toplanmasına yardım eder [5, 6].

Sağlık kuruluşlarında bir ESK sistemini kullanmanın sağladığı pek çok avantaj vardır;

- Maliyetlerde azalma
- Hastaya ayrılan zamanın ve hasta bakım kalitesinin artması
- Kanıt dayalı tıbbın teşvik edilmesi
- Hizmet üretiminin artması
- Kayıtların saklanması ve taşınması
- Bilgiye daha kolay erişim
- Tıbbi hata riskinin azalması
- Laboratuvar istekleri, sevkler, reçeteler, EKG vb. için kullanılan kâğıt tüketiminin azalması
- Hasta memnuniyetinin artması, hasta eğitimi ve tedavi uyumunun artması
- Elektronik faturalama ile daha hızlı, daha az reddedilen fatura kalemi, daha yüksek gelir, daha hızlı geri ödeme
- Hasta-doktor arası güvenli, gizli e-mail iletişimi ile ufak problemlerin uzaktan halledilmesi
- Doktor performans ölçümü ve hasta bakım sonuçlarının araştırılması

Bunun yanında ESK sistemlerinin kullanıcı sayısı ve içeriğe göre fiyatı değişmekle birlikte pahalı sistemler olması ise bir dezavantajdır [6].

## 2.2. Tele-Sağlık

Tele-sağlık telekomünikasyonun tıbbi teşhis ve hasta bakımı için kullanılmasıdır. Destek verenlerden uzak mesafelerde bulunanlara sağlık hizmetlerinin sağlanması

için bir araç olarak telekomünikasyon teknolojisinin kullanımını gerektirir. Tele-sağlık kavramı standart telefon servislerinin yüksek hızlar ile kullanılması, sayısallaştırılmış sinyallerin bilgisayarlar aracılığıyla geniş bantta iletimi, fiber optikler, uydular ve diğer karmaşık çevresel donanımlar ve çeşitli yazılımların kullanılması ile ilgili her şeyi kapsar.

Tele-sağlık alanındaki ilk projeler askeri ve uzay teknolojileri araştırma programları dâhilinde olsa da başlangıçtan günümüze pek çok sağlık alanında kullanılmıştır. Bu alandaki ilk projeler 1970'li yıllarda psikiyatri ve pediatri alanlarında büyük bir eğitim hastanesinin bir havaalanında bulunan tıp merkezine tıbbi tavsiyelerde bulunması şeklinde uygulanmıştır. Bu projeler klinik ve teknik anlamda başarılı olsa da tele-sağlık araştırmaları teknolojiye son yıllarda meydana gelen gelişmeler ile daha yaygınlaşmış ve ön plana çıkmıştır. Geniş bir uygulama alanına sahip olan tele-sağlık teşhis, bakım sağlama, elektrokardiyogramlar ve sağlık bilgisi iletilme, radyolojik görüntüleri analiz etme, uzaktan fetal görüntüleme, servis sağlama ve sağlık uzmanlarının eğitimi için hasta bakımı, eğitim, araştırma, yönetim ve halk sağlığı uygulamalarını içermektedir. Tele-sağlık son zamanlarda doktor ve eczacılarla konsültasyon ihtiyacını azaltan WebMD.com gibi zengin ve kolayca ulaşılabilir tıbbi ve ilaç kullanımına ilişkin bilgi sunan internet tabanlı servisleri de içermektedir [7].

Biyolojik ve fizyolojik parametrelerin uzak bir noktadan veriyi yorumlayabilecek ve karar verebilecek bir noktaya transfer edilmesine biyotelemetri denmektedir. Biyotelemetri tele-sağlık uygulamaları içinde hayati öneme sahip yapıtaşlarından biridir. Doğrudan gözlemin mümkün olmadığı yerlerde geniş bir spektrumda çevresel, fizyolojik ve davranış alanlarında veri elde etmek için biyotelemetri kullanılabilir [19]. Kablosuz iletişim tekniklerini kullanarak hastanın semptomlarını ve hareketlerini elektronik olarak görüntüleyebilir. Biyotelemetri uygulamaları ile kalp problemleri, astım, ağrı Alzheimer hastalığı, ruhsal bozukluklar veya kardiyovasküler problemleri olan hastaların durumları

görüntülenebilir. Aynı zamanda bir hastanın ilaçlara verdiği tepki ve cevap da araştırılabilir [20].

Hasta görüntüleme vücut üzerinden ve vücut içinden olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Vücut üzerinden görüntüleme deri üzerine yerleştirilen sensörler aracılığıyla yapılırken vücut içinden görüntüleme vücut içine yerleştirilen (implant) sensörlerden faydalanılır. Her iki yöntemde de kablosuz iletim pillerin ömrünü uzatabilmek için oldukça düşük tepe gücü ve düşük iş çevrimi ile uygulanmaktadır. Vücut içine yerleştirilen sensörlerde bu durum iletim nedeniyle ortaya çıkan ısının güvenle dağılmasına imkân verir. İletim aynı zamanda aynı banttaki diğer uygulamalarla karışmamalı ve güvenli olmalıdır. Vücut içine yerleştirilen kablosuz vericiler 402-405 MHz bandındaki tıbbi implant iletişim servisi (MICS) standartlarına uygun olmalıdır [21].

Sağlık parametrelerinin sürekli güncellenmesi gereken kronik hastalarda kablosuz biyosensörler temizlik ve yeniden uygulama gerektirmediğinden daha uygundur. Hastaya daha fazla hareketlilik kazandırırken görünür cihazlar nedeniyle ortaya çıkabilecek psikolojik rahatsızlıkları da ortadan kaldırmaktadır. Tıbbi açıdan vücut içine yerleştirilen sensörler daha kesin ölçümler sağlar. Tıbbi implantlar içinde en büyük paya kalple ilgili tedavilerde kullanılan kalp pili ve vücut içine yerleştirilen kardiyoverter ve defibrilatörler sahiptir. Bununla birlikte insülin pompaları, glikoz görüntüleme ve kan basıncı görüntüleme gibi uygulama alanları da vardır [21].

Tele-sağlık ile ilgili dört temel ilke şunlardır; 1) Amacı klinik destek sağlamaktır, 2) Coğrafi engelleri aşmak, aynı fiziksel konumda olmayan kullanıcılarla iletişime geçmek amacıyla kullanılır, 3) Çeşitli türdeki bilgi iletişim teknolojilerini kullanır, 4) Sağlık sonuçlarını geliştirmeyi amaçlar [8].

Tele-sağlık sistemleri uzaktan tıbbi eğitim ve tüketici bilgilendirme amaçlı da kullanılabilir. Bu amaçla kullanılan uygulamalara örnek olarak; uzak noktadaki hedef gruplar için özel tıbbi eğitim seminerleri vermek, belirli alanlarda sağlık bilgisi elde etmek için çağrı merkezlerini aramak ya da internet web sitelerini kullanmak veya meslektaşlar arasında destek sağlayacak çevrimiçi tartışma gruplarını kullanmak sayılabilir.

Tele-sağlık alanındaki uygulamalar kadar sağlık bilgisinin organizasyonu ve taşınması da çeşitlilik göstermektedir. *Network programları* üçüncü basamak hastaneler ve klinikler ile uzakta bulunan klinikler ve kırsal alanlar ya da varoş bölgelerdeki halk sağlığı merkezlerini birbirine bağlar. Bağlantılar özel yüksek hızlı hatlarla sağlanır ya da konumlar arasında telekomünikasyon bağlantıları için internet kullanılabilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 3,500 tıp ve sağlık kuruluşunu ülke çapında birbirine bağlayan yaklaşık 200 tele-sağlık ağı bulunmaktadır. Bunlardan bazıları diğerlerine göre daha aktiftir ve pek çoğu devam eden eğitim programları ile birlikte klinik servisleri bir araya getirir. Özel ağlar kullanan *noktadan noktaya bağlantılar* doğrudan servis veren veya uzmanlık servislerini dışarıdan sağlayan, ayaktan bakım yapan,

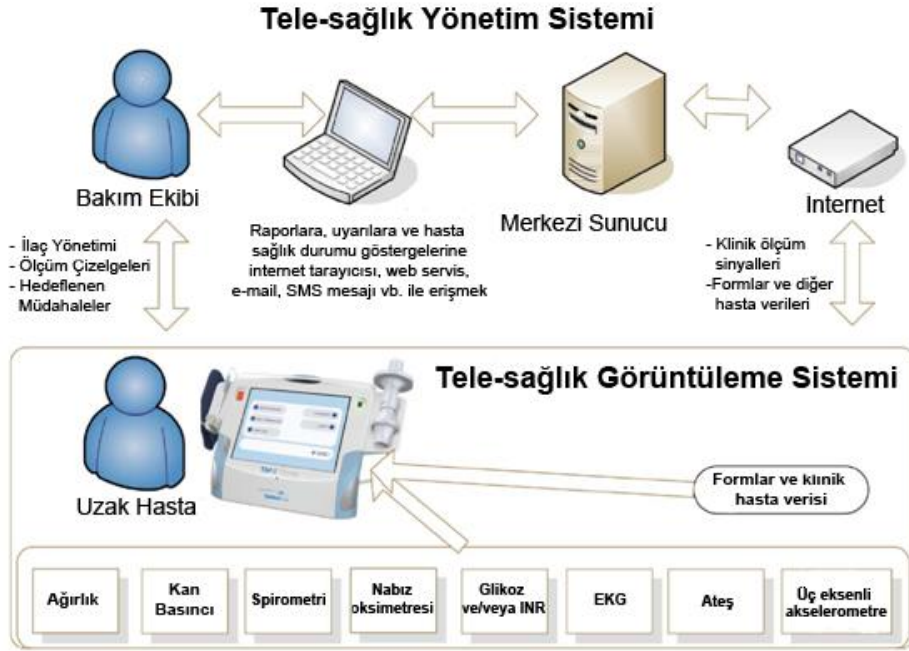
bağımsız tıbbi servis sağlayıcı hastaneler ya da klinikler tarafından kullanılır. Radyoloji, ruh sağlığı ve hatta yoğun bakım servisleri tele-sağlık kullanan servisler kapsamındadır. *Birincil ya da özel bakım ev bağlantıları* başlıca bakım sağlayıcılar, uzmanlar ve ev sağlık hemşireleri ile hastaları arasında tek hatlı telefon-video sistemleri üzerinden etkileşimli klinik konsültasyon için bağlantı sağlar. *Ev ile görüntüleme merkezi arasında kurulan bağlantılar* kalp pili, kardiyak, pulmoner veya fetal görüntüleme ve hastalara evde bakım sağlayan ilgili servisler için kullanılır. Merkez ve hasta arasındaki doğrudan iletişim için bazı sistemler interneti kullansa da genellikle normal telefon hatları kullanılır. Yalnızca Amerika Birleşik Devletleri'nde bu tür servisleri kullanan 200,000'in üzerinde hasta olduğu tahmin edilmektedir. Web-tabanlı e-sağlık hasta servisi siteleri internet üzerinden doğrudan tüketici erişimi ve servisler sağlar. Tele-sağlık kapsamında bunlara doğrudan hasta bakımı sağlayan siteler de dâhildir [9].

Piyasada satılan ev tele-sağlık yönetim sistemlerinden biri olan *TeleMedCare home monitor* (TeleMedCare Pty. Ltd. Sydney, Australia) için iş akışı Şekil 4'te gösterilmiştir. Bu sistemde yaşamsal işaretler ve formlar dâhil bütün veriler bir tele-sağlık görüntüleme sistemi kullanarak uzaktan toplanmakta ve internet aracılığıyla merkezi bir hosting servisine iletilmektedir. Bakım sağlayıcılar bir web tarayıcı veya diğer iletişim araçları ile bu veriye erişebilmektedir ve ölçümlerin veya ilaç hatırlatıcılarının zamanlarını değiştirebilmektedir [10].

Gelecekte hastaneler tele-sağlık uygulamaları sayesinde coğrafi sınırlamalar olmadan tüm dünyadan hasta kabul edecektir. Hastayı uzak ve pahalı üçüncü basamak bakım merkezlerine taşımaktansa yüksek kaliteli tıbbi servisler tele-sağlık uygulamaları ile hastaya götürülebilecektir. Tele-sağlığın ana hedeflerinden biri hastaların ve hasta yakınlarının gereksiz seyahatlerini ortadan kaldırmaktır. Tele-sağlık şimdiden pek çok ülkede sağlık bakım servislerinin ayrılmaz bir parçası olmuştur [11].

Türkiye'de Sağlık Bakanlığı tarafından Şubat 2010'dan itibaren hastalara evde sağlık hizmeti verilmeye başlanmıştır [17]. Evde sağlık hizmetleri, aile hekimleri tarafından, hastaneler bünyesinde kurulan evde sağlık hizmet birimleri tarafından ve periferdeki vatandaşlara, sağlık müdürlükleri tarafından oluşturulan, mobil ekipler vasıtasıyla verilmektedir. Mevcut sistemde hizmet sunumunun en önemli kısmını, hastaneler bünyesinde kurulan Evde Sağlık Birimleri üstlenmiş durumdadır. Evde sağlık hizmeti kapsamında ilk aşamada yatağa bağımlı hastalara hizmet verilmektedir. Evde sağlık hizmeti kapsamındaki hastalıklar;

- KOAH vb. solunum sistemi hastalıkları,
- Yatağa bağımlı hastalar,
- Terminal dönem palyatif bakım hastaları,
- İleri derecedeki kas hastaları,
- Yenidoğanlara (0-1 aylık) fototerapi uygulamaları,
- Evde sağlık hizmeti kapsamına alınan hastaların ihtiyaç duyduğu ağız ve diş sağlığı hizmetleridir.



Şekil 4. Tele-sağlık yönetim sisteminin iş akışını gösteren şema

- Türkiye genelinde tek numara olarak tesis edilen 444 3 833 (444 EVDE) numaralı telefon hattına evde sağlık hizmetinden faydalanmak isteyen ihtiyaç ve talep sahibi vatandaşlar kolaylıkla ulaşabilmektedir [18].

### 2.3. Tele-Ameliyat

Uzaktan ameliyat olarak da adlandırılan tele-ameliyat hastadan uzak konumdaki bir cerrah tarafından gerçekleştirilmektedir. Cerrahi işlemler uzaktaki cerrah tarafından kontrol edilen bir robotik sistem tarafından gerçekleştirilmektedir.

Tele-cerrahi gerçek kesme ve dikişler ile hastadan uzak bir ortamda bulunan cerrah tarafından yapılan ameliyattır. Gelişmiş iletişim teknolojileri sayesinde cerrah ameliyathaneden uzakta olsa bile endoskopik kameraları ve ameliyatı gerçekleştirecek cerrahi robotları elle hareket ettirebilir. Hem uzaktaki cerrah hem de hastanın yanındaki cerrahi ekip cerrahi bölgenin tamamen aynı görüntüsünü görür. Hem yerel hem de uzak bölgede donanımlara ihtiyaç vardır. Güvenli bir iletişim bağlantısı zorunludur. Bir koruma olarak bir cerrahi ekip ameliyatı devam ettirebilecek şekilde hastanın yanında bulunur [12].

2000'li yılların başında tele-ameliyatın olabilirliğini ve pratikliğini araştıran pek çok proje hastalar üzerinde cerrahi işlemlerin tamamını uzaktan gerçekleştirerek başarılı olmuştur. Robotlar ameliyatı bir adım ileri götürmektedir. Tele-ameliyat sırasında cerrah bir konsol ya da iş istasyonunda oturur. İş istasyonu cerrahın hastanın vücudu içinde işlem yapılan bölgeyi detaylı bir şekilde görüntülemesine izin veren gerçek zamanlı 3 boyutlu görüntüleme yeteneğine sahiptir. Cerrah iş istasyonunda el ve/veya ses kontrolü ile yatak başındaki

özel tasarım cerrahi aletleri ve endoskopları kullanabilen robotik kolları hareket ettirebilir. Karmaşık yazılım cerrahın el hareketlerini küçük, hassas, titremeyen hareketlere dönüştürür. Sonuç insan eliyle tekrarlanamayacak hassaslıkta bir ameliyattır [12].

Dünya çapında tele-ameliyat kullanımının tam sayısı bilinmese de bugüne kadar Kanada Cerrahi Teknolojileri & İleri Robotik (CSTAR) Projesi ekibi tek başına 700'den fazla kalp, göğüs, üroloji ve genel cerrahi ameliyatını robotik prosedürlerle gerçekleştirmiştir. Aynı ekip 50'den fazla cerrahi tele görüntülemeyi robotik kamera kolları ve hareketli özel bir kalem ile grafik çizimi şeklinde uzaktan tamamlamıştır. Şekil 5'te Hamilton, Ontario, Kanada'da Minimal Access Surgery Merkezi tarafından gerçekleştirilen bir laparoskopik tele-ameliyat uygulaması gösterilmektedir [12].

Tele-cerrahlar şimdiden kendi bilgi ve tekniklerini kendi ülkelerinde ve dünya çapında meslektaşlarıyla paylaşmaktadır. Aynı zamanda eğitim modülleri geliştirerek internet üzerinden paylaşmaktadırlar. Tele-rehberlik paylaşma ve eğitim için ideal bir metottur [11, 12].

Tele-ameliyatın potansiyel uygulama alanları şunlardır;

- Yeni cerrahlara yardım etmek ve eğitmek
- Yaralı askerleri savaş alanında ya da yakınında tedavi etmek
- Uzayda cerrahi prosedürler gerçekleştirmek
- Dünya çapında cerrahların ameliyat süresince iş birliği ve rehberlik yapmasını sağlamak

Bilgisayar destekli ameliyatların geleneksel ameliyatlara göre pek çok faydası vardır. Tele-ameliyatın gelişmesi, uzak bölgelere ileri teknoloji kullanarak cerrahi servis verilmesi yakında bir gerçek olacaktır [11].



Şekil 5: Laparoskopik tele-ameliyat uygulaması

#### 2.4. Klinik karar destek sistemleri

Klinik karar destek sistemleri (KKDS) sağlık uzmanlarına en uygun klinik kararların verilmesinde yardım etmek üzere tasarlanmış uygulamalardır. Bu sistemler doktorlara hasta verilerini analiz etmede ve çeşitli sağlık sorunlarıyla ilgili teşhis, korunma ve tedavi ile ilgili kararlar verilmesinde yardım ederken gömülü klinik bilgiyi kullanır. Sağlık alanında temel tıp, dâhili bilimler ve cerrahi gibi pek çok uzmanlık dalında bu tür sistemler kullanılmaktadır. KKDS, sağlık hizmetlerinin kalitesini arttırmayı hedeflemektedir.

KKDS, klinik bilgi sistemlerinin bir parçasıdır. Uzman sistemler, bulanık mantık, yapay sinir ağları gibi yapay zekâ yöntemlerini kullanarak klinik kararları desteleyen bilgi sistemleridir. Yapay zekâ zeki makineler özellikle de, zeki bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliğidir. Tıbbi yapay zekânın temel ilgi alanı klinik teşhis işlemlerini gerçekleştirebilecek ve tedavi önerilerinde bulunabilecek yapay zekâ programlarının oluşturulmasıdır. Yapay zekâ, karmaşık tıbbi verileri analiz edebilecek yeteneklere sahiptir. Yapay zekâ yöntemlerinin bir veri kümesi içindeki anlamlı ilişkileri ortaya çıkarabilme yetenekleri pek çok klinik senaryoda tanı, tedavi ve sonucu tahmin etmek için kullanılmaktadır.

KKDS'lerinin sağlıkta kullanım alanları şunlardır;

- 1) Sağlık kurumu yönetim hizmetlerinde maliyet analizi, klinik bilgi yönetimi ve kalite değerlendirme işlerinde,
- 2) Hastalıkların teşhis edilmesine yardımcı olmak amacıyla literatür tarama ve klinik kılavuzluk yapacak sistemlerin geliştirilmesinde,

- 3) Hasta ile ilgili kararların desteklenmesi amacıyla klinik testlerin gerçekleştirilmesi ve tedavinin planlanması işlemlerinde,
- 4) Hemşire ve hekimlerin işlerinde rehberlik etmede; ilaç etkileşimleri, uyarı mekanizmaları, ilaç reçete yardımı ve rutin prosedür işlemlerinde,
- 5) Sinyal yorumlamada; monitör verileri ile radyoloji verilerinin yorumlanmasında,
- 6) Laboratuvar hizmetlerinde [13].

KKDS'ler açık ya da kapalı döngü sistemler olarak sınıflandırılabilir. Açık döngü sistemlerde KKDS bir sonuç çıkarımı yapar fakat kendi başına doğrudan hiçbir eylem gerçekleştirmez. Bir uyarı ya da hatırlatıcı üreten uygulamalar bu tür sistemlere örnek verilebilir. Eğer gerekiyorsa gerçekleştirilecek eylemle ilgili son karar doktor tarafından verilir. Kapalı döngü sistemlerde eylem insan etkileşimi olmadan doğrudan uygulanabilir [14-16].

### 3. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

Henüz genç bir disiplin olan tıp bilişimi hastalara daha iyi sağlık bakımı verebilmek için tıp bilimi ve gelişmiş teknolojiyi bir araya getirmektedir. Tıp bilişimi uygulamaları ile sağlık hizmetlerinin niteliği ve etkinliğini arttırmak hedeflenmektedir. Elektronik hasta kayıtları sağlık verilerini daha iyi temsil etmek, daha kolay erişmek ve görüntülemek için kullanılır. Klinik karar destek sistemleri doktorlara hastalık teşhisi ve en uygun tedavi yöntemini seçmede yardımcı olarak ikinci bir bakış açısı sağlarlar. Klinik karar destek sistemlerinde ile hasta verilerinden yola çıkarak, verilerin birbirleriyle ilişkisi ve istatistiksel analizleri gelişmiş algoritmalar ile gerçekleştirilir. Böylece sonuç çıkarma işlemleri daha etkin ve verimli hale getirilmektedir. Tele-sağlık uygulamaları sağlık merkezlerine ulaşamayan ya da uzakta bulunan hastaların sağlık bakımı almasını

kolaylaştırmaktadır. Hasta ve hasta yakınlarının gereksiz seyahatlerini ortadan kaldıran tele-sağlık uygulamaları ile maliyetler azalmakta, hasta daha çok seçeneğe sahip olmakta ve coğrafi sınırlılıklar ortadan kalkmaktadır. Cerrah ve hastanın birbirinden uzak bölgelerde bulunduğu durumlarda ise tele-ameliyat sayesinde ameliyat kontrol edilebilir robotik bir sistem ile uzaktan gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde temel bir tıp alanı olarak kabul edilen tıp bilişimi uygulamaları ile gelecekte sağlık hizmetlerinin kalitesi daha da artacak ve sağlık hizmetlerine ulaşmak bir sorun olmaktan çıkacaktır.

Tıp bilişimi ve tele-sağlık uygulamaları hasta bakımını geliştirmektedir ve yukarıda sayılan çeşitli avantajlara sahiptir. Ancak pratikte kullanımı ile ilgili sınırlılıklar mevcuttur. Bu sorunlardan biri sağlık tesisleri arasındaki iletişim zorlukları ve iletişimdeki gecikmelerdir. Bu gecikmeler hasta konsültasyonlarında zaman kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca bir cerrahın bu sistemleri kullanarak bir tele-ameliyat gerçekleştirmesini zorlaştırmaktadır. Uydu ile iletişim sağlayan bir sistemde cerrahın dokunsal hareketinin uzaktaki hastaya iletebilmesi için 1,5 sn. gecikme yaşanmaktadır. Böyle bir gecikme durumunda cerrah ve asistanlarının hassas hareketlerinin koordinasyonu oldukça zorlaşmaktadır [22]. Etkili bir bağlantı sağlayabilmek ve teknolojinin uzak noktalarda çalıştığından emin olmak için iletişim için kullanılan bant genişliğinin yüksek olmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca ileri teknoloji ürünlerinin toplumda yaygınlaşması ile bilişim uygulamaları daha kolay uygulanabilir hale gelmektedir.

Medikolegal sorunlar ve konular bir diğer dezavantajdır. Uzak bir teletıp konsültasyonu gerçekleştirdiğinde bu hizmeti verenin kim olduğu ve bir dava söz konusu olduğunda hangi doktorun sorumlu olduğu belirsizdir. Uluslararası bir teletıp konsültasyonunda hekimlerin lisanslarının her iki ülkede de geçerli olması gerekliliği ve hasta verilerinin gizliliğinin sağlanması diğer sorunlardır [22]. Lisans, mesleki sorumluluk ve kalite ile ilgili politika ve düzenlemelerin eksikliği bu uygulamaların hekimler tarafından daha fazla kabul görmesini engellemektedir. Tele-sağlık uygulamalarının yaygınlaşabilmesi için bu konularla ilgili gelişmeler sağlanmalı ve uygun önlemler alınmalıdır. Bunun yanında tele-sağlığın değerini ortaya çıkarmak ve hekimler tarafından sıklıkla kullanılan güvenilir bir sistem haline getirmek için teknik olarak uygun, tıbbi olarak geçerli, geri ödenebilir ve kurumsal olarak desteklenen uygulamalar geliştirilmelidir [23, 24].

## KAYNAKLAR

- [1] E. H. Shortliffe, M. S. Blois, "The Computer Meets Medicine and Biology: Emergence of a Discipline", **Medical Informatics Computer: Computer Applications in Health Care and Biomedicine**, Editör: E.H. Shortliffe, J.J. Ciminio, Çeviri Editörü: H. Soncul, Güneş Tıp Kitabevi, Ankara, 3-45, 2008.
- [2] E.H. Shortliffe, "Defining Biomedical Informatics and its Relationship to Dental Research and Practice", **Dental Informatics & Dental Research: Making the Connection Proceedings**, Maryland, 12-13, 2003.
- [3] V.L. Patel, D.R. Kaufman, "Cognitive Science and Biomedical Informatics", **Medical Informatics Computer: Computer**

- Applications in Health Care and Biomedicine**, Editör: E. H. Shortliffe ve J.J. Ciminio, Springer, New York, 133-185, 2006.
- [4] R. Haux, "Medical Informatics: Past, Present, Future", *International Journal of Medical Informatics*, 79, 599-610, 2010.
- [5] J. Allan, J. Englebright, "Patient-Centered Documentation: An Effective and Efficient Use of Clinical Information Systems", *J Nurs Adm.*, 30(2), 90-95, 2000.
- [6] İnternet: Electronic Health Records Overview, National Institutes of Health National Center for Research Resources, <http://www.ncrr.nih.gov/publications/informatics/ehr.pdf>, 2006.
- [7] J. Matusitz, G. M. Breen, "Telemedicine: Its Effects on Health Communication", *Health Communication*, 21, 73-83, 2007.
- [8] İnternet: Telemedicine: Opportunities and Developments In Member States: Report On The Second Global Survey On eHealth, [http://www.who.int/goe/publications/goe\\_telemedicine\\_2010.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf), 2009.
- [9] İnternet: American Telemedicine Association, What is Telemedicine&Telehealth?, [http://www.americantelemed.org/files/public/abouttelemedicine/W hat\\_Is\\_Telemedicine.pdf](http://www.americantelemed.org/files/public/abouttelemedicine/W hat_Is_Telemedicine.pdf), 2011.
- [10] J. Basilakis, N. H. Lovell, S. J. Redmond, and B. G. Celler, "Design of a Decision-Support Architecture for Management of Remotely Monitored Patients", *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.*, 14(5), 1216-1226, 2010.
- [11] S. Kumar, "Introduction to Telesurgery", Editör: S. Kumar, J. Marescaux, **Telesurgery**, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1-8, 2008.
- [12] M. Anvari, E. J. Hanly, N. Schenkman, R. Scabassi, H.Y. Chung, C.T. Laurencin, M. Sun, Telecollaboration, **OR 2020 The Operating Room of the Future WorkShop Report**, Chapter4, Georgetown University Medical Center, 30-38, 2004.
- [13] İnternet: Cengiz, M., Yoğun Bakımda Klinik Karar Destek Sistemleri, <http://www.turkmiia.org/files/110.pdf>, 2011.
- [14] B. Keltch, Y. Lin, C. Bayrak, "Advanced Decision Support for Complex Clinical Decisions", *J. Biomedical Science and Engineering*, 3, 509-516, 2010.
- [15] A. Demirhan, Y. A. Kılıç, İ. Güler, "Tıpta Yapay Zekâ Uygulamaları", *Yoğun Bakım Dergisi*, 9 (1), 31-41, 2010.
- [16] E.A. Mendonça, "Clinical Decision Support Systems: Perspectives in Dentistry", *Journal of Dental Education*, 68(6), 589-597, 2004.
- [17] İnternet: Sağlık Bakanlığı, <http://www.saglik.gov.tr/TR/belge/1-12133/saglik-bakanliginca-sunulan-evde-saglik-hizmetlerinin-u.html>, 2011.
- [18] İnternet: A. Çinal, Aile Hekimi Sitesi, <http://www.ailehekimisitesi.com/haberdetay.aspx?HaberId=3181>
- [19] N. F. Güler, E. D. Übeyli, "Theory and Applications of Biotelemetry", *Journal of Medical Systems*, 26 (2), 159-178, 2002.
- [20] İnternet: Technical papers, <http://www.newtechpapers.com/ECpapers/BIOTELEMETRY.doc>, 2011.
- [21] A. Kailas, M. A. Ingram, "Wireless communications technology in telehealth systems", **1st International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology, (Wireless VITAE 2009)**, Aalborg, Denmark, 926 - 930, 2009.
- [22] R. S. Smith, "Telemedicine and Trauma Care", *Southern Medical Journal*, 94(8), 825-829, 2001.
- [23] G. Singh, J. O'Donoghue, C. K. Soon, "Telemedicine: Issues and Implications", *Technology and Health Care*, 10, 1-10, 2002.
- [24] I. Nakajima, Y. Sawada, T. Ashihara, Y. Takashima, "Problems and Our Solutions for Implementing Telemedicine Systems", *Journal of Medical Systems*, 23(6), 425-435, 1999.