

## Biomedikal Ağlar için Yeni Bir İletişim Uygulama Modeli

Musa ÇIBUK\*, Hasan H. BALIK\*\*

\* Fırat Üniversitesi, Enformatik Bölümü, 23119, Elazığ

\*\* Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, İstanbul  
mcibuk@firat.edu.tr

(Geliş/Received:20.10.2009; Kabul/Accepted:27.12.2009)

### Özet

Bu çalışmada, medikal ağlar ve biyotelemetri uygulamaları için, mevcut iletişim ortamlarına adapte edilebilen, tamamlayıcı ve birlikte çalışabilirlik imkânı sağlayan yeni bir karma iletişim uygulama modeli geliştirilmiş ve modelin temel esasları ortaya konulmuştur. Öncelikle bu alanlardaki mevcut uygulama modelleri ve işleyiş biçimleri, yapılan sınıflandırma ile karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Daha sonra yeni modelin geliştirilme amaçları ve neden böyle bir modele ihtiyaç duyulduğu konusu açıklanmış ve ortaya konulan yeni modelin temel kavram ve ilkeleri tartışılmıştır. Son olarak geliştirilen kavramsal yapılar ve bunlar arasındaki bilgi akışı ve kontrol ilişkilerinin nasıl olacağı ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İletişim Modeli, Biyotelemetri, Medikal Ağlar, Teletıp, Sağlık Takip

## A Novel Communication Application Model for Biomedical Networks

### Abstract

In this study, a new hybrid communication application model has been developed for medical networks and biotelemetry applications. Introduced model can be adapted to the existing communication environments as both the complement and the interoperable. The basic principles of the model have been presented. First, current practice patterns and forms of processing in these areas have been compared with the classification. Then the development objectives of the new model and why need such a model are explained. The basic concepts and principles of the new model are discussed. Finally, the conceptual structures of the developed model, relationship between them and control the flow of information will have revealed how.

**Key Words:** Communication Model, Biotelemetry, Medical Networks, Telemedicine, Health Tracking

## 1 GİRİŞ

Kablosuz haberleşme ve ağlardaki hızlı gelişmelere paralel olarak, bunları kullanan telemetrik sistemler de gelişmeler göstermektedir. Sağlık alanındaki telemetrik sistemler, doktorların tedavi süreçlerinde daha etkili olmalarını amaçlamaktadır. Hastalar açısından bakıldığında ise onların yaşam kalitelerini yükseltmek ve hastaneye olan bağımlılıklarını azaltmak hedeflenmektedir. Böylece, normal yaşamlarında tedavileri ve takipleri yapıldığı için hastaların memnuniyeti

artmaktadır. Öte yandan hastaneler açısından bakıldığında, yatak yetersizliği ve aşırı hasta sayısının önüne geçilmesi, biyotelemetrik uygulamalar ile mümkün olabilmektedir. Hastaların, hastaneye gelmeden tedavi ve takipleri yapılabildiği için hastanelerdeki yoğunlukların önüne geçilmiş olur. Ayrıca hastane ortamlarında bulaşan enfeksiyon ve hastalıklarla mücadelede daha etkin bir çözüm sağlanarak bu ortamlardaki bulaşıcı hastalıkların yayılması engellenmiş olacaktır.

Bu çalışma Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin 1555 nolu projesi kapsamında desteklenmiştir.

Biyotelemetri uygulamaları sadece normal zamanlarda değil aynı zamanda doğal afet, savaş ve terör saldırısı gibi olağan dışı durumlarda ortaya çıkabilecek çok sayıdaki acil ve ilkyardım vakalarında da kritik bir öneme sahiptir. Yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde de bu durum göze çarpmaktadır [1-7]. Bu sistemler sayesinde triyaj olarak ta bilinen yaralı ve hastaları aciliyetlerine göre önceliklendirme uygulamaları daha etkin bir şekilde yapılabilir. Her hastaya takılan sensör noktaları vasıtasıyla hastanın nabız, ECG, SpO<sub>2</sub> vb. gibi hayati verileri gözlemlenir. Bu veriler ilgili sağlık ve koordinasyon merkezlerine iletilir. Öte yandan ilkyardım personelinin ekranında da takip edilebilir. Böylece ilkyardım ekipleri, müdahalelerinde daha yerinde ve doğru hareket etmiş olurlar. Gözlemlenen kişilerin sayıca çok olduğu kabul edilirse karşımıza biyotelemetri amacına hizmet eden özelleştirilmiş sensör ağları çıkar. Bu tip ağlar, Medikal Ağlar (Medical Network) olarak adlandırılır [8,9].

Medikal ağlar, içerisinde telemetri ve sensör tabanlı sistemleri barındıran, özünde insan sağlığını gözlemlemek ve korumak amacına hizmet eden iletişim ağlardır. Bu ağlar, biyotelemetrik yollarla insanlar hakkında toplanan yaşamsal verileri doktor, hemşire, ilkyardım ekipleri, hastane, sağlık kuruluşları vb gibi sağlık gözlemleyicilere iletmek için tasarlanırlar. Ayrıca sel, deprem, savaş ve terör gibi felaket durumlarında meydana gelebilecek toplu hasarlarda hastaların takibi ve tedavisinde, sağlık ekiplerinin etkin ve verimli bir şekilde organize edilmesi için medikal ağlar kullanılır. Yine bu tip durumlarda veya hastanelerin yoğun olan acil bölümlerinde, triyaj uygulamalarında da medikal ağlar kullanılır.

Bu çalışmanın ana amacı; medikal ağlar ve biyotelemetri uygulamaları için, mevcut iletişim ortamlarına adapte edilebilen, tamamlayıcı ve birlikte çalışabilirlik imkânı sağlayan, yeni bir karma iletişim uygulama modeli geliştirmek ve modelin temel esaslarını ortaya koymaktır. Bu amaca ulaşmak için öncelikle bu alanlardaki mevcut uygulama modelleri ve işleyiş biçimleri, yapılan sınıflandırma ile karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Daha sonra yeni modelin geliştirilme amaçları ve neden böyle bir modele ihtiyaç duyulduğu konusu açıklanmış, ortaya

konulan yeni modelin temel kavram ve ilkeleri tartışılmıştır. Son olarak geliştirilen kavramsal yapılar, bunlar arasındaki bilgi akışı ve kontrol ilişkilerinin nasıl olacağı ortaya konmuştur.

## 2 MEDİKAL AĞLAR VE KULLANILAN İLETİŞİM YAPILARI

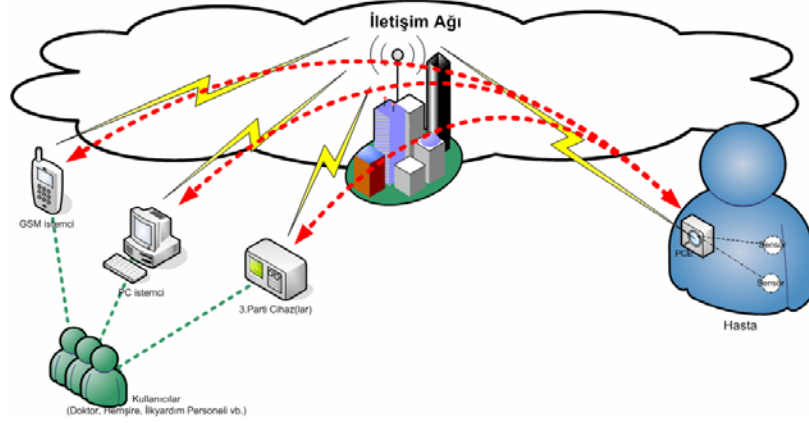
Her ne kadar medikal ağlar sonuçta bir sensör ağı olsa da işin içine insani boyutlar girdiğinden bu tür ağlar diğer gözlemsel ve kontrol amaçlı sensör ağlara göre daha kritik bir öneme sahiptir. İnsanların hayatlarının söz konusu olması bu tür yapıları daha önemli ve özel kılmaktadır. Dolayısı ile normal bir sensör ağından daha farklı donanımsal ve yazılımsal işleyişlerin görülmesi çok doğal olacaktır. Bu bağlamda, medikal ağlar konusunda değişik sistem mimarileri ve iletişim modelleri ortaya konmuştur.

Modellerdeki genel yaklaşım istemci-sunucu mimarisidir. Sensörler tarafından elde edilen biyolojik veriler bir sunucuda depolanır. Daha sonra istemciler bu sunuculardan istedikleri bilgileri sorgulamalar dâhilinde elde ederler. Ortaya konulan sistem ve uygulama önerileri incelendiğinde haberleşme ve bilgileri yorumlamalarına göre üç farklı yapı olduğu görülecektir. Bu yapılar;

- Hasta üzerinde taşınabilir sunucu yapısı (Hasta Merkezli Yapı)
- Merkezi hasta üzerinde olmayan sabit sunucu yapısı (Dış Merkezli Yapı)
- Hem hasta üzerinde hem de uzak noktada bulunan sunucu yapısı (Hibrid Yapı)

### 2.1 Hasta Merkezli Yapı

Bu yapıda sunucu kısmı hasta üzerindedir. Hasta üzerindeki sensörler, elde ettikleri verileri yine hastanın kendi üzerinde taşıdığı özel tasarlanmış bir sunucu devre [10], PDA [11] veya Cep Telefonu [12] gibi mevcut cihazlara iletirler. Bu cihazlara PCE (Patient Communication Equipment - Hasta İletişim Cihazı) adı verilir. Bu cihazlar sensör düğümlerinden gelen verileri işler ve uygun formda kaydeder. Tüm sistem hasta üzerindedir ve hasta gittiği her yerde bunu üzerinde taşır. Bu nedenle bilgi depolama imkânları sınırlıdır. Dış dünya kullanıcıları veya hasta, PCE üzerinden ölçülen bilgileri okur. Hasta merkezli sunucu yapısı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1 : Hasta Merkezli Biyotelemetri Yapısı

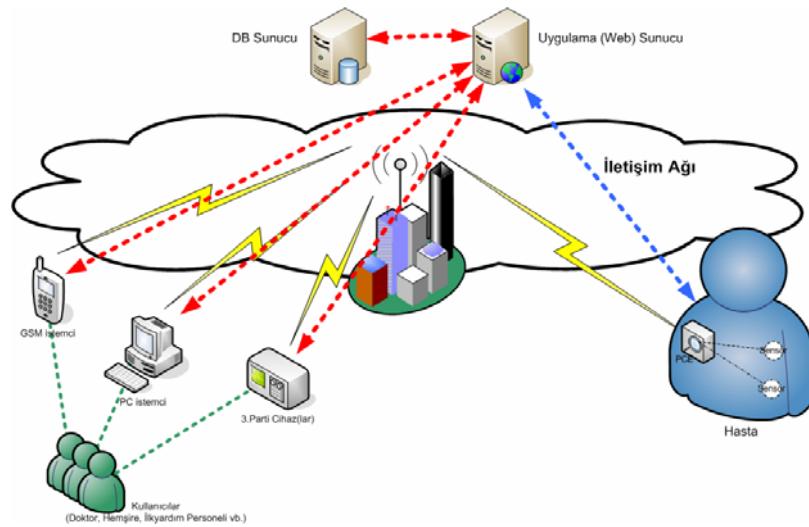
Bu tür bir yaklaşımda sistemin herhangi bir bağımlılığı yoktur ve yetkilendirilmiş herkes anlık olarak hasta üzerindeki PCE'den bilgi alabilir. Eğer iletişim altyapısında TCP/IP gibi İnternet protokolleri kullanılırsa bu durumda internete bağlanabilen her uç bu bilgilere ulaşabilme imkânına sahip olur. Sistemin belirgin özellikleri şunlardır;

- Maliyeti ucuzdur
- Diğer yapılara göre basit ve kolay uygulanabilir
- Anlık takip ve bilgiye doğrudan hasta üzerinden erişim sağlar
- PCE tarafında güçlü donanım ve işlem gücü gerekliliği vardır
- Uzun süreli geriye dönük veri depolanamaz

- Dağıtık bir mimariye sahiptir bu nedenle tek bir merkezden kontrolü zordur
- Bilgiye erişim (adresleme) sorunları oluşabilir

## 2.2 Dış Merkezli Yapı

Bu yapıda, hasta hakkında sensörler aracılığı ile toplanan tüm bilgiler PCE aracılığıyla işlenmek ve saklanmak üzere başka bir yerdeki uygulama sunucusuna gönderilir. PCE sadece sensör bilgilerini toplamak ve merkez sunuculara iletmekle sorumludur. Sorgulama amaçlı olarak bilgiyi saklamaz. Yapının mantıksal çalışma düzeni Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 : Dış Merkezli Biyotelemetri Yapısı

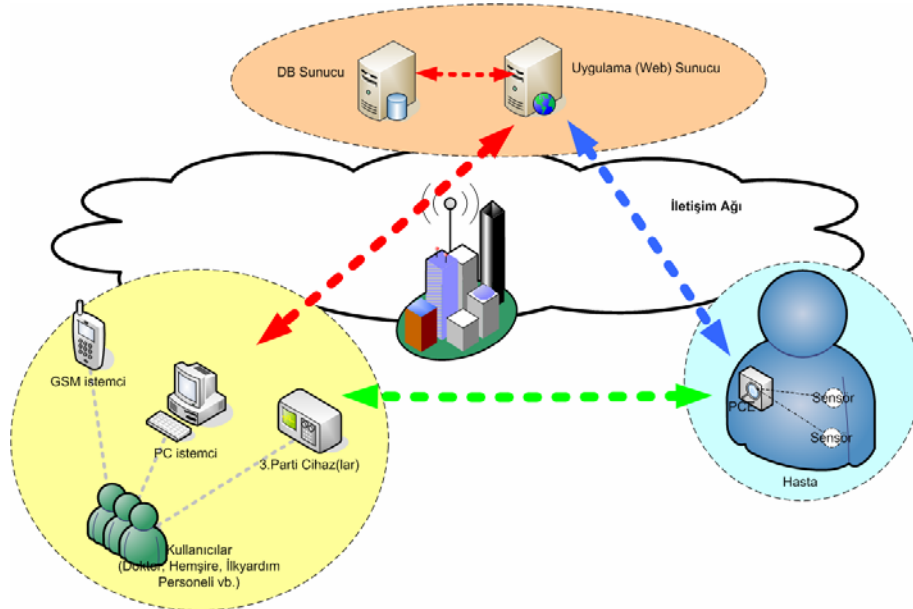
Merkezdeki uygulama sunucusu değişik noktalardan gelen bilgileri toplayıp uygun şekilde işleyerek veritabanına kaydeder. Hasta merkezli yapıda, her hasta sadece kendi bilgilerini barındırırken bu yapıda çok sayıda hastanın bilgisi tek bir merkezde ve geçmişe dönük olarak saklanabilir. Saklanan bu bilgiler yetkilendirilmiş kişilerce istenildiği zaman teşhis, tedavi ve bilgi amaçlı olarak sorgulanabilir. Ayrıca istenildiği zaman bu bilgiler kullanılarak hastalar ve hastalıkları ile ilgili istatistiksel çalışmalar, hastaların sağlık süreçleri ve benzer durumlarla karşılaştırılabilir olasıları doğar. Bu yapının belirgin temel özellikleri şunlardır;

- PCE tarafında çok güçlü bir donanıma ihtiyaç yoktur
- Uzun süreli ve geriye dönük veri depolayabilme imkânı sağlar
- Merkezi kontrol sayesinde yönetimi etkin ve kolaydır
- Çok sayıda hasta aynı platform altında takip edilebilir
- Veriler üzerinde karşılaştırma ve istatistiksel analizler yapılabilir

- Hasta merkezli yapıya göre daha pahalı ve karmaşıktır
- Bilgiye doğrudan hasta üzerinden erişim söz konusu değildir bu nedenle gerçek zamanlı gözlemlene yapılamaz.
- Sahte verilerin alınabilmesi söz konusudur
- Daha gelişmiş ve karmaşık iletişim protokollerine ihtiyaç duyar

### 2.3 Hibrid Yapı

Hibrid yapı, yukarıda bahsedilen ilk iki yapının özelliklerini barındıran karma bir özelliğe sahiptir. Bu yapıda, hasta ile ilgili olarak sensörler aracılığı ile toplanan tüm bilgiler PCE aracılığı ile işlenmek ve saklanmak üzere başka bir yerdeki uygulama sunucusuna gönderilir. PCE, sensör bilgilerini toplamak ve merkez sunuculara iletmekle sorumludur. Bununla beraber istendiğinde PCE modülü, istemcilerden gelen doğrudan gözlem isteklerine de yanıt vermek durumundadır. Hibrid biyotelemedrinin yapısı Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3 : Hibrid Biyotelemedrinin Yapısı

Bu yapıda öne çıkan en önemli özellik, istemcilerin çift yönlü gözlem yapabilmeleridir. İstemciler, ister uygulama sunucusundan veya isterlerse doğrudan hasta üzerindeki PCE'den, hasta ile ilgili ölçülen bilgileri görebilirler. Hasta bilgileri bir taraftan sunucu üzerinde geçmişe yönelik olarak tutulurken diğer yandan istendiğinde PCE'den doğrudan taleplerle gerçek zamanlı izlenebilmektedir. Yapının belirgin özellikleri şunlardır;

- Anlık takip ve bilgiye doğrudan hasta üzerinden erişim imkânı sunar
- Uzun süreli ve geriye dönük veri depolayabilme imkânı sağlar
- Merkezi kontrol sayesinde yönetimi kolaydır
- Çok sayıda hasta aynı platform üzerinde takip edilebilir.
- Verileri karşılaştırma ve istatistiksel analizler yapabilme imkânı sunar
- PCE tarafında güçlü donanım ve işlem gücü gerekliliği vardır
- Çift yönlü gelişmiş ve karmaşık iletişim protokollerine ihtiyaç duyar.

## 2.4 İletişim Yapılarının Karşılaştırılması

Medikal ağlarda kullanılan iletişim yapıları genel olarak 3 farklı şekilde irdelenebilir. Bunlar Hasta Merkezli, Dış Merkezli ve Hibrid yapılarıdır. Burada yapılan sınıflandırma; bilgiye ulaşma ve iletişimin şekline göre olup farklı sınıflandırmalar da söz konusu olabilir.

Yapılan literatür çalışmaları [1-28] incelendiğinde sıklıkla hasta veya dış merkezli iletişim yapısı ile karşılaşılmıştır. Bu iki yapı, birbirine alternatif yapılardır ve birbirlerine karşı bir takım avantaj ve dezavantajları vardır. Hasta merkezli yapı basitlik ve anlık takip özellikleri ile öne çıkarken dış merkezli yapı, çok sayıda hastayı takip edebilme, geçmişe yönelik uzun veri saklayabilme ve bu verileri karşılaştırabilme imkânı sunar. Buna karşın hibrid yapı ise hasta ve dış merkezli yapıların bir karışımı olup her iki yapıdan da bir takım özellikler almıştır.

Hasta merkezli, dış merkezli ve hibrid yapıların birbirlerine göre üstün ve zayıf sayılabilecek yanları vardır. Bu üç modelin karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1 :** Hasta merkezli, dış merkezli ve hibrid model karşılaştırması

Özellik	Hasta Merkezli Yapı	Dış Merkezli Yapı	Hibrid Yapı
Genel Donanım ihtiyacı	Düşük	Normal	Güçlü
Uzun süreli bilgi saklama	Hayır	Evet	Evet
Karşılaştırma ve İstatistiksel Analiz	Hayır	Evet	Evet
Çok sayıda kişi gözleyebilme	Hayır	Evet	Evet
PCE işlem gücü ve donanım ihtiyacı	Evet	Hayır	Evet
Bilgi Akışı (Hasta-Sunucu-Gözlemci)	Tek Yönlü	Tek Yönlü	Çift Yönlü
Kontrol Yapısı	Basit	Basit	Karmaşık
Maliyet	Ucuz	Normal	Pahalı

## 3 BİYOTELEMETRİ UYGULAMALARI İÇİN YENİ BİR MODEL TASARIMI

Model, bir amaca yönelik olarak işin nasıl ve ne şekilde yapılması gerektiğine dair ana unsurları ve bu unsurlar arasındaki ilişkileri ortaya koyar. Bu bağlamda bir modelden beklenen şey, çözüme ilişkin temel esasları ve ilişkileri ortaya koymasıdır.

Medikal ağlar ve telemetri sistemleri aslında bilgi iletişimine dayalı yapılardır. İletişim, bu

yapılarda aktif rol oynayan temel unsurlar arasında gerçekleşir. Bu yapılarda gözlemlenen bir bileşene karşılık bu bilgileri gözleyen bir gözlemci ve yine sistemde yönetsel ve organizasyonel roller üstlenen bir merkez (koordinatör) bulunur. Dolayısıyla ortaya konulacak olan modelde bu bileşenler, modelin düşünce sisteminin temel taşlarını oluşturmalıdır. İletişim bu üç temel bileşen arasında gerçekleştirilmelidir. Bilgi akışının kural ve

sistematiğinde, bu bileşenler uç noktaları oluşturmalıdır.

Haberleşmenin temel yapısı içerisinde bulunan kaynak-ortam-hedef üçlemesinde bilgi akışının sağlanması için bir iletişim ortamının gerekliliği kaçınılmazdır. Dolayısı ile ortaya konulacak bir iletişim modeli, mutlak olarak bir ortam tanımlaması yapmak zorundadır. Ortamın mimari yapısı ve işleyişi, mevcut bilgilerin aktarılması modele dayalı protokollerin temel belirleyicisi olacaktır. Günümüzde, iletişimde kullanılan ortamlar ve bunların işleyişleri, geniş ve detaylı bir biçimde ortaya konmuş ve standartlaştırılmıştır. Bu çalışmada yeni bir ortam yapısı tanımlamaktan ziyade mevcut ortamları ve bunların işleyişlerini kullanan bir yaklaşım sergilenmiştir. Modeli, bilgi iletişimde yaygın kullanılan ortamlar üzerine inşa etmek, modelin etkinliğine ve uygulanabilirliğine pozitif katkı sağlamıştır.

Medikal ağlar ve bu ağlardaki biyotelemetri uygulamaları, bilgi aktarımı ve uçlar arası haberleşme esaslarına dayalı olduğundan, bunlara yönelik olarak ortaya konulacak model yapısı ve işleyişi karşımıza uygulama seviyesi bir model olarak çıkacaktır. Model tasarımındaki amaç; OSI ve TCP/IP gibi iletişim modellerine bir alternatif model ortaya koymak değil, bu modellerin uygulama seviyelerinde, onları medikal ağlar ve biyotelemetri uygulamaları için tamamlayıcı ve destekleyici bir yapıya kavuşturaktır. Böylece OSI ve TCP/IP gibi yaygın kullanılan yapılar, burada esasları ortaya konulan model için ortam vazifesi görecektir. Gerçekleştirilen model, bu ortamlar üzerine inşa edilmiştir.

### 3.1 Modelin Ortaya Konuluş Nedenleri ve Amaçları

Her şeyden önce bir modelin gerçekleştirilmesi için bir neden ve amacı olmalıdır. Bu açıdan bakıldığında her model, bir çözüm yaklaşımıdır. Bu model ile özünde iletişim olan bir yaklaşım ortaya konulmaktadır. En kısa haliyle amaç; bilginin iletilmesidir. Bu noktada sorulması gereken ilk soru; neden böyle bir yaklaşıma ihtiyaç duyulduğudur.

Biyotelemetri ve medikal ağlarda TCP/IP modeli ortamsal olarak çok uygun olmasına

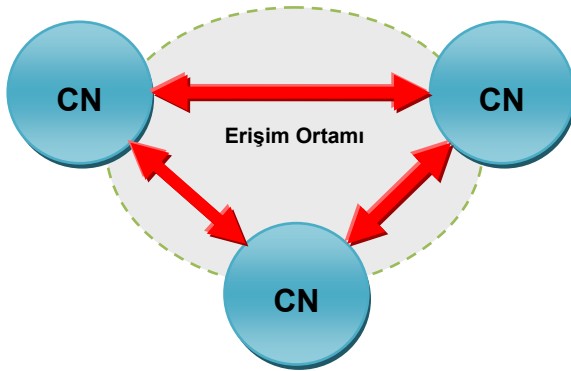
karşılık uygulama noktasında yetersiz kalmaktadır. TCP/IP modeli daha çok, genel amaçlı bir iletişim modeli olup sadece klasik bilgi paylaşımı ve veri aktarımı amacını güder. Fakat değişen ve gelişen teknoloji ile beraber insanoğlunun iletişim ve bilgi paylaşımı ihtiyaçları da değişime uğramıştır. Kablosuz ağlar, sensör ağlar, medikal ağlar vb. gibi özel amaçlara hizmet eden gelişmiş yapıların ortaya çıkmasıyla, kökleri 1970'lere uzanan TCP/IP modeli bu noktada tam anlamıyla çözüm sağlayamamaktadır. Bu nedenle tasarımcı ve araştırmacılar, uygulama düzeyinde yeni ve özel yaklaşımlar sergilemişlerdir. Özellikle uygulama katmanlı tasarımlarda eksiklikler göze çarpmaktadır. Ancak TCP/IP modeli, internet gibi günümüzün en popüler ve yaygın iletişim ağının temelini oluşturur. Böyle bir noktada bilgi iletişimi için uygulama geliştirirken TCP/IP'nin göz ardı edilmesi mümkün değildir. O zaman ortaya konulacak çözüm aslında bir alternatif değil, tamamlayıcı ve özelleştirici bir yaklaşım olmalıdır.

Medikal ağlar ve biyotelemetri için ortaya konan çözümler ve gerçekleştirmelere [1-28] bakıldığında her çözümün kendi içinde bağımsız bir yaklaşım sergilediği ve bu yaklaşımların ortak paydalarının veya birlikte çalışabilirliklerinin çok az olduğu görülmüştür. Bu çalışmalarda ya tamamen farklı bir mimari yaklaşım sergilenmiş veya kısmen TCP/IP modeli temel alınarak uygulamanın birlikte çalışabilirliği sağlanmaya çalışılmıştır. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada ortaya konulan yeni modeldeki amaç; “şu ana kadar yapılan ve ileride geliştirilebilecek çalışmaları ortak bir çatı altına toplayarak etkin ve birlikte çalışabilirliği sağlamak” şeklinde olmuştur.

### 3.2 Model için Temel Kavramlar

Herhangi bir amaca yönelik olarak ortaya konulan bir modelde, öncelikli olarak modele esas olan bileşen ve kavramların net olarak tanımlanmış ve bunların herkesçe anlaşılabilir olması gerekmektedir. Model mümkün olduğu kadar basit ve kolayca ifade edilebilir olmalıdır. Bu kriterler modelin uygulanması ve hayata geçirilmesi için çok önemlidir. Öyleyse öncelikli olarak modelin ana bileşenlerinin ve bunların işlevlerinin ortaya konulması gerekir.

Haberleşme sistemleri kaynak-ortam-hedef üçlemesi temeline dayanır. Bilgi kaynak ve hedef uçlar arasında ortam üzerinden iletilir. Uçlar genellikle birim veya eleman (unit, entity) olarak adlandırılır. Her bir birim donanımsal, yazılımsal veya bu ikisinin karışımı yapıda olabilir. Çift yönlü iletişimlerde uçlar rol değiştirebilirler. Yani hedef kaynağa, kaynaktan hedefe dönüşebilir. Bu çalışmada geliştirilen modelde; sistem içerisinde farklı görevler üstlenebilen ve görevden bağımsız birbirleriyle iletişim kurabilen uçlar birer “İletişim Noktası (Communication Node - CN)” olarak adlandırılır. Bir CN başka bir CN ile haberleşir ve birçok CN erişim ortamı üzerinden bir araya gelerek amaçları doğrultusunda bir iletişim ağını oluşturur. Bu çalışmada modele dayanak olarak medikal ağlar göz önüne alınmıştır. Şekil 4’te üç CN’den oluşan bir medikal iletişim ağı gösterilmiştir.



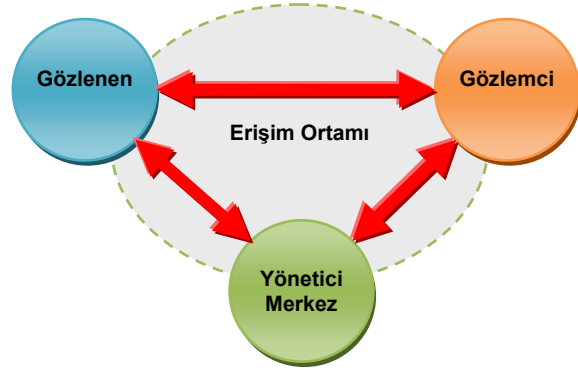
Şekil 4 : Modelin temel iletişim yapısı

Medikal ağlar ve biyotelemetri uygulamalarında her zaman için bir gözlenen ve bir gözlemci vardır. Gözlenen, hakkında bilgi edinilmek istenen uç, gözlemci ise gözlenen hakkında bilgi toplamak isteyen uçtur. Öte yandan ortam içerisinde gözlenen ve gözlemcilerin sayıca artması durumunda bu çoklu yapıda iletişimin organize edilmesi ve bir takım denetim mekanizmalarının oluşturulabilmesi için bir merkezi yönetim birimine ihtiyaç duyulur. Model tanımı içerisinde bir medikal ağda etkinliklerine göre 3 farklı CN türü vardır. Bunlar;

- Gözlenen
- Gözlemci

- Yönetici Merkez

Model, kendi içerisinde bu uçlar ve erişim (iletişim) ortamı olmak üzere toplamda 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Şekil 5’de bu yeni modele dayalı bir medikal ağ ve temel bileşenleri gösterilmiştir.



Şekil 5 : Medikal ağ ve biyotelemetri uygulamaları iletişim birimleri

Gözlenen, Gözlemci ve Yönetici Merkez, yapısal ve işlevsel olarak farklı görevlere sahiptir. Görevler, bu CN’leri kullanan kullanıcıların vasıflarına göre şekillenir. Telemetri amaçlı yapılarda daima gözlenen uçlardan diğer uçlara doğru bir bilgi akışı söz konusudur. Çünkü bu tür yapılardaki en temel amaç gözlenen uçtaki bir takım nicelikler hakkında bilgi sahibi olabilmektir. Bu nedenle gözlenen uçta ölçülen bilgiler, gözlemciler ve merkeze iletilir. Model yaklaşımında da bu felsefeyle hareket edilmiş ve çözümleme gözlenen ekseninde şekillendirilmiştir.

### 3.2.1 Gözlenen

Bilginin ölçülmesi (gözlenmesi) istenen taraftır. Ölçülecek bilginin türü ve ölçüm şekli çok değişik şekillerde olabilir. Bilgiler genellikle sensörler aracılığı ile ölçülür. Daha sonra ölçülen bu bilgiler uygun formatta işlenerek merkeze veya gözlemci tarafa iletilir.

Model yaklaşımının merkezinde gözlenen olduğu için ağda en az bir gözlenen olmak zorundadır. Aksi takdirde ölçülecek veri olmayacağından gözlemci ve merkez uçların da

bir anlamı kalmayacaktır. Gözlenen uç ise en az bir nicelik ölçümü yapabilmelidir. Ölçümleri kendi bünyesinde yapabileceği gibi bağımsız başka birimler üzerinden de yapabilir.

### 3.2.2 Gözlemci

Gözlenen üzerinde ölçülen nicelikleri takip eden ve gerektiğinde gözlenenle doğrudan iletişim kurabilen uçtur. Gözlemci uç, sadece verileri okumak veya yorumlamak için kullanılır. Gözlemlenen veriler üzerinde herhangi bir değişiklik yapamaz. Bir gözlemci kendisine verilen yetkiler dahilinde isterse aynı anda birden fazla gözleneni takip edebilir.

### 3.2.3 Yönetici Merkez

Ağ içerisindeki gözlenen ve gözlemciler arasındaki koordinasyonu ve yetkilendirmeyi sağlar. Ayrıca yönetici merkez bu uçların taleplerini yerine getirmekle yükümlüdür. Koordinasyonu sağlamak üzere yönetici merkezler ağdaki tüm gözlenen ve gözlemcilerle ilgili bilgi ve verileri saklamak zorundadır. Aynı zamanda benzer diğer ağlarla iletişim ve bilgi alış-verişini sağlamak yönetici merkezlerin sorumlulukları arasındadır.

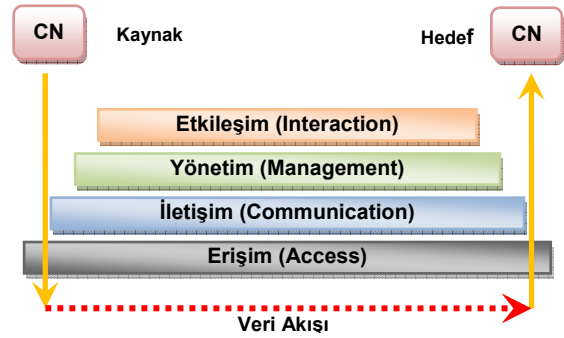
### 3.2.4 Erişim Ortamı

Erişim ortamı, CN (Gözlenen, Gözlemci ve Yönetici Merkez)'ler arasında bilgi aktarımını sağlar. Ağın oluşması için CN'leri birbirine bağlar. Erişim ortamı kablolu olabileceği gibi kablosuz veya internet gibi karma ortamlar da olabilir. Aynı fiziksel erişim ortamı üzerinde farklı yönetimsel ağlar işleyebilir. Bu durumda her ağın kendi yöneticisi ve tanımlayıcıları olmalıdır. Erişim ortamı buna müsaade edecek bir yapıda olmalıdır.

Erişim ortamı mevcut modellere dayandırılabilir veya bu modellerin belli bir kısmını içerebilir. Böylece oluşturulacak ağ ortamının diğer iletişim ağları ile birlikte çalışabilirlikleri garanti edilmiş olur. Örneğin TCP/IP modelinin ilk 3 (Ağ Arabirim, İnternet ve Aktarım) katmanını kendisi için erişim ortamı olarak kullanan bir yapı diğer TCP/IP temelli ağlarla sorunsuz bir şekilde haberleşecektir.

## 3.3 Katmanlı Çözüm Yaklaşımı ve Katman Tanımları

Bu çalışmada geliştirilen modelde, temel kavramlar ve erişim ortamının görevleri de göz önüne alınarak 4 katmanlı bir çözüm yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşım ve veri akışı Şekil 6'da gösterilmiştir. Bilginin akışı kaynak CN'den hedef CN'ye doğrudur.



Şekil 6 : 4 katmanlı çözüm yaklaşımı

### 3.3.1 Etkileşim Katmanı

Bu katmanda uygun ve yetkilendirilmiş noktalardan bilgi (veri) alınması, sorgulanması ve ayrıca işlenmiş sonuçların kullanıcılara aktarılması amaçlanır. Katmanın temel elemanları “Veri Birimleri (Data Unit - DU)”dir. DU'lar kullanım amaçları ve veri işleme şekillerine göre çeşitli gruplara ayrılırlar.

- **Veri Toplayıcı (Data Collector - DC) :** Bu elemanlar sıcaklık, pozisyon, basınç, nem, yoğunluk, atım sayısı vb. gibi niceliklerle ilgili ölçüm yapıp elde ettikleri ölçüm sonuçlarını yönetici birimlere iletirler. Özellikle gözlenen uçlarda kullanılırlar. Yapılan ölçümün türüne göre değişkenlik gösterirler.
- **Veri Gösterici (Data Presenter - DP) :** Bu elemanlar yönetici birimlerden aldıkları işlem ve ölçüm sonuçlarını görsel, işitsel ve yazımsal olarak sunar. Uç birimlerin girdi-çıkıttı elemanları olup kullanıcılara arayüz sağlarlar.
- **Veri Sorgulayıcı (Data Querier - DQ) :** Bu eleman yönetici birimin aldığı sorgulamaları işleyen ve yerine getiren birimdir. Özellikle yönetici merkezlerde kullanılır. Veritabanı işlemlerini yürütür.



### 3.3.2 Yönetim Katmanı

Bu katmanda uçlar arası iletişim ve veri işlemlerinin yönetilmesi ve organizasyonu gerçekleştirilir. Uçlar arasında oturum açılması, güven ilişkileri, yetkilendirme, sisteme giriş gibi denetimsel mekanizmaları içerir. Veri toplayıcılar ve sorgulayıcılardan alınan bilgileri işleyerek veri göstericilere veya istenen noktaya iletir.

Bu katmanın temel elemanı “Yönetim Birimi (Management Unit - MU)”dir. MU’lar tek tiptir ve İşlem veya Süreç Yönetici (Process Manager - PM) olarak da adlandırılır. PM’ler yönetim katmanının tanımladığı tüm fonksiyonları yerine getirebilirler.

### 3.3.3 İletişim Katmanı

Bu katman uçlar arasındaki iletişim ve veri akışının nasıl olması gerektiğini tanımlar. Buradaki akış, bilginin erişim ortamı üzerinden nasıl aktarılması gerektiği ile ilgilidir. Katmanın temel özelliği, iletişimdeki mesajlaşma şekli, mesaj biçimi, paket format ve ileti kontrollerinin burada ortaya konmasıdır. Bu sayede, model baz alınarak yapılacak gerçekleştirmelerde, erişim ortamının kurallarına olan bağımlılıklar ortadan kaldırılmış olur. Böylece sistemin farklı ortamlar üzerinde tanımlanabilmesi ve çalışabilmesi garanti edilir.

Bu katmanın temel elemanları “İletişim Birimleri (Communication Unit - CU)”dir. İki tip CU vardır. Bunlar;

- **Veri Aktarıcı (Data Transporter - DT) :** Bu elemanlar veri paketlerinin erişim ortamı üzerinden uçlar arasında aktarılmasını sağlarlar. Aktarma işlemi ve veri akışı için denetimler sunar.

- **Servis Sunucu (Service Provider - SP) :** Bu elemanlar veri paketlerinin erişim ortamı üzerinden uçlar arasında aktarılmasını sağlamakla beraber DT’ler den farklı olarak bunu erişim ortamının kural ve hizmetlerini kullanarak yapar. Böylece aynı erişim ortamını kullanan diğer yapıların bu sistemlerle haberleşmesini ve entegrasyonunu mümkün kılar. Web servisleri buna örnektir.

### 3.3.4 Erişim (Ortam) Katmanı

Erişim katmanı, bilgi iletişimi için fiziksel bağlantıları, iletim ortamlarını, sinyalleşme biçimlerini, sinyal akışını ve uçlar arası paket yönlendirilmesini tanımlar. Ağın yapısal ve fiziksel altyapısını oluşturur. Bilgiler bu altyapı üzerinden uçtan uca aktarılır. Erişim katmanı başka bir modele dayalı olabileceği gibi tamamen bağımsız bir tasarım şeklinde de olabilir. Dolayısıyla birlikte çalışılabilirlik ve teknolojiler arası uyumluluğun en üst seviyede olmasını sağlar. Erişim ortamının kendine has kuralları vardır. Katmanın belirli bir temel elemanı olmayıp işleyişi, seçilen gerçekleştirmelerin sistematiği ve iç dinamikleri tarafından belirlenir.

### 3.4 Model Hiyerarşisi ve İlişkiler

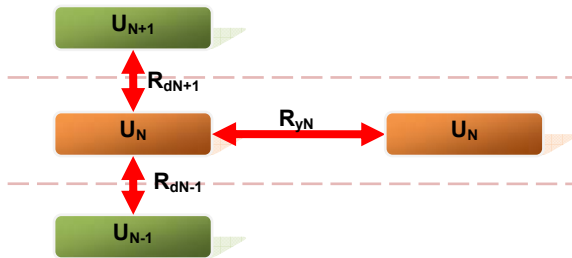
Katmanlı model yaklaşımları belli bir hiyerarşik yapıya dayanır. Bu hiyerarşi katmanlar arasında hizmet veren ve hizmet alan yapıları tanımlamakla beraber bunlar arasındaki ilişki düzeylerini de ortaya koyar. Ortaya konulan model, daha önce de ifade edildiği gibi dört katmandan oluşan bir çözüm önermektedir. Katmanların işlevleri, temel eleman ve tanımlı birimleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2 : 4 Katmanlı çözüm için tanımlı görev ve birimler**

	Katman	Görev Tanımı	Temel Eleman	Tanımlı Birimler
4	Etkileşim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dış kullanıcı ortamından bilgi alır - gösterir</li> <li>• Bilgi sorgular</li> </ul>	DU	DC DP DQ
3	Yönetim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uçlar arası iletişimin organizasyonu ve yönetimi sağlar</li> </ul>	MU	PM
2	İletişim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uçlar arası paket aktarımını sağlar</li> <li>• Adresleme ve aktarım biçimini tanımlar</li> </ul>	CU	DT SP
1	Erişim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İletişim için fiziksel ve yapısal altyapıyı oluşturur.</li> </ul>	-	-

Bilgi akışı Şekil 6’da gösterildiği gibi kaynak tarafında başlar ve en üst katmandan aşağı katmanlara doğru ilerler. En alt katmanda bilgi hedefe iletilir ve hedef noktasında en alt katmandan başlayarak yukarı katmanlara doğru çözülür. Model içerisindeki herhangi bir bağımsız görev grubu için sadece bir katman ve o katmanda tanımlı birimler devrededir. Dolayısı ile yapılması gereken bir işlem için diğer katman birimleri taşıyıcı ve iletici rol üstlenir. Böylece her katman sadece kendi sorumlulukları ile ilgilenir ve yerine getirir. Katmanlar arası hiyerarşi ardışıdır ve bu hiyerarşi ilişkiler aracılığı ile şekillenir. Hiyerarşik olarak her katmansal eleman, kendisi ile aynı katmanda bulunan elemanlarla eşit statüde yer alır ve onlarla iletişim içerisine girebilir. Aynı katmandaki eşdeğer elemanlar birbirlerinin muhatabıdır (konuşurlar). Farklı katmanlardaki elemanlara bakıldığında alttaki katmansal eleman daima üstündeki elemana hizmet vermekle yükümlü iken kendi altındaki katmansal elemandan hizmet alır.

İlişkiler, katmanlar arası etkileşimin kural ve eylemlerini belirler. Bu kurallar ile katmanlar arası bilgi aktarımı ve katmansal olarak eşdeğer birimler arası iletişimin nasıl olacağı ortaya koyulur. Katmanlar arası meydana gelen etkileşimlere bakıldığında, herhangi bir katmandaki birim eleman için üç ilişki söz konusu olabilir. Bu durum Şekil 7’de gösterilmiştir. N. seviyedeki bir katmanda görevli bir  $U_N$  elemanı,  $U_{N+1}$  ile  $R_{dN+1}$ ,  $U_{N-1}$  ile  $R_{dN-1}$  ve diğer bir kendi eşdeğeri ile de  $R_{yN}$  ilişkisi içerisindedir. Buna göre  $U_N$  için  $U_{N+1}$  hizmet alan,  $U_{N-1}$  hizmet veren ve diğer  $U_N$  elemanı ise muhatap (eşdeğer) elemandır.

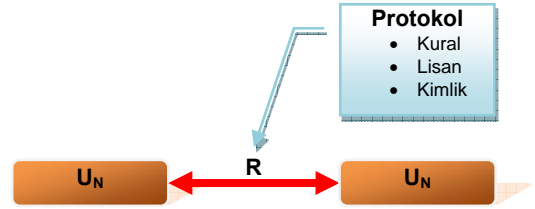


Şekil 7 : Katmanlar arası ilişki

Bu çalışmada ortaya geliştirilen modelde, katman elemanları arasında temel olarak iki tür ilişkiden bahsedilebilir. Bu ilişkiler Yatay ilişkiler ve Dikey ilişkilerdir. En temel ve yalın ifadesiyle yatay ilişkiler kural koyucular, dikey ilişkiler ise uygulayıcılardır.

### 3.4.1 Yatay İlişkiler

Yatay ilişkiler; eşdeğer birimler arası haberleşme ve ayırt etme (identification) kurallarını ortaya koyar. Bu tür ilişkiler uçlar arası konuşmanın ve muhatabiyetin nasıl olacağını söyler fakat eylemi başkaları gerçekleştirir. Bu ilişkilere “protokol” denir.



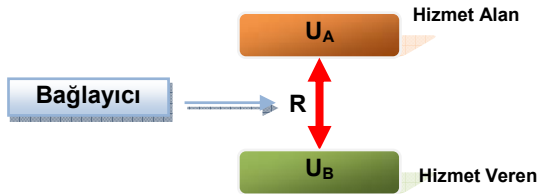
Şekil 8 : Yatay ilişkiler

Protokoller Şekil 8’de gösterilmiş olup bunlar eşdeğer uçların birbirileri ile konuşabilmelerini sağlayan ilişkilerdir. Öyleyse protokoller, eşler arası konuşmayı sağlamak için ortak bir söz dizimi ve anlamlar bütünü (yani konuşma dilini) sunmalıdır.

Yatay ilişkilerde bir diğer önemli husus ise adresleme konusudur. Çünkü iletişim eşdeğer uçlar arasında (peer-to-peer) gerçekleştiğinden bunların birbirinden ayırt edilmesi ve kaynak-hedef ilişkisinin net olarak ortaya konulması gerekir. Bu nedenle, protokoller bu işlevleri yerine getirebilmek için PDU (Protocol Data Unit) adı verilen veri birimlerini kullanırlar. Her protokolün kendine has bir PDU yapısı, parametre alanları ve izin verilebilir PDU dizgesi (formatı) vardır. Karşı uca gönderilecek bilgi, adres ve diğer gerekli parametrelerin PDU içerisinde nasıl yerleştirileceğini protokoller tanımlar. Bu işlem kapsülleme olarak ta bilinir. Protokoller kapsüllemenin kural ve detaylarını söyler ama kapsülleme işini yapmaz. Kapsülleme işinin yapılması dikey ilişkilere girer.

### 3.4.2 Dikey İlişkiler

Dikey ilişkiler; Şekil 9’da gösterilmiş olup bu ilişkiler ardışıl katmanlar arasında haberleşme ve katmansal veri birimleri (PDU) için dönüşüm sağlar. Diğer bir ifadeyle dikey ilişkiler; protokol kurallarını gerçekleştiren eylemler bütünüdür. Bu ilişkilerden donanımsal olarak gerçekleştirilenlere bağlayıcı (connector), yazılımsal olarak gerçekleştirilenlere ise servis adı verilir.



Şekil 9 : Dikey ilişkiler

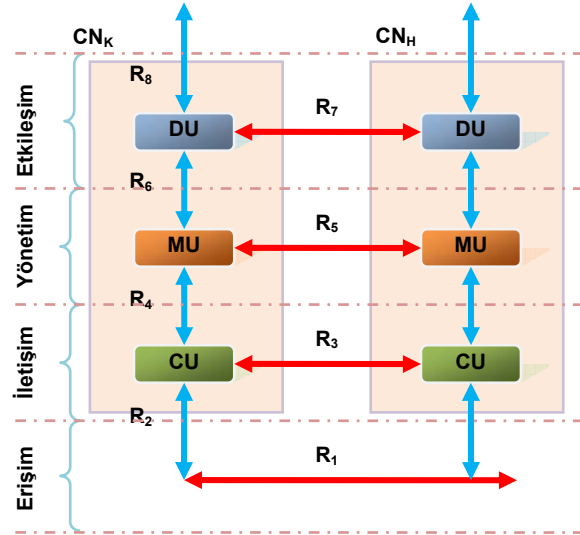
Dikey ilişkiler, uçların kendi içerisindeki katmansal yapılar arasında olduğundan uç adreslemesi gerektirmez. Ancak aynı katmansal yapı içerisinde birden fazla elemana hizmet eden bir servis için ayırıcıların olması gerekir. Bu şekilde aynı katmansal yapı içerisinde çalışan eşdeğer elemanlar birbirinden ayırt edilmiş olur. Bu ayırıcılar Servis Erişim Noktası (Service Access Point - SAP) olarak adlandırılır. Servisler ve bağlayıcılar, donanımsal veya yazılımsal olabilmekte beraber tanımlı ilişkileri fonksiyon ve parametrelerle yürütürler.

Katmanlı model yaklaşımlarında her katman hava, su, kara gibi farklı kural ve işleyişleri olan ortamlar olarak düşünülebilir. Buradan hareketle her katmanın farklı ortamsal özellikleri başka bir ortama uygun olmadığından gönderilmek istenen bilginin geçtiği her katmanda kapsülleme ihtiyacı hissedilir. Dikey ilişkilerin bir diğer temel fonksiyonu, kapsülleme ve çıkarma (encapsulation-decapsulation) işlemidir. Bilgi erişim ortamından iletilmeden önce kaynak üzerinde her katmanda ayrı ayrı o katmana özel bir takım bilgilerle (Ön Ek ve Son Ek ile) kapsül edilir. Hedefte ise Ön Ek ve Son Ek bilgisi, ilgili her katmanda ayrı ayrı açılarak (çıkarılarak) bilgi üst katmanlara iletilir.

Bir katman ancak kendisine ait kapsülü açabilir, bir üstündeki katmana ait kapsülü açamaz. Aynı şekilde bir katman kapsülleme esnasında bir alt yada üst katman adına bu işlemi gerçekleştiremez. Böylece veri en üst katmandan itibaren kapsül lenerek en alt katman olan ortam vasıtasıyla ağ üzerinde hedefine doğru ilerler. Hedefte ise her katman kendi protokol veri birimi (PDU) ile ilgilenmek, onu yorumlamak için kapsülü açar ve kapsül içinde bulunan, o katmanda verinin nasıl değerlendirileceği bilgisinin tanımlandığı Ön Ek ve Son Eki inceler. Daha sonra, kapsülün veri bölgesinde bulunan ve bir üst katmana ait olan PDU’yu ilgili üst katman protokolünü içeren üst katmana, incelediği bilgiler ışığında aktarır.

### 3.4.3 Modele Dayalı Katman İlişkileri

Bu çalışmada geliştirilen dört katmanlı modelin ilkeleri ışığında, katmansal elemanlar arası hiyerarşik düzen ve ilişkiler, Şekil 10’da gösterilmiştir. Bunlar modelin düzen ve işleyiş tarzını oluşturur.



Şekil 10 : Katmansal elemanlar arası hiyerarşi ve aralarındaki ilişkiler

Sonuç olarak ortaya konulan model içerisinde, Şekil 10’da gösterildiği gibi sekiz farklı ilişki tanımlanmıştır. Bu ilişkilerden R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>7</sub> yatay ve R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>8</sub> ise dikey

ilişkilerdir. Bu ilişkilerin her birinin görev verilmiştir. tanımları ve diğer özellikleri Tablo 3'te

**Tablo 3 :** Modelin katmansal elemanları arasındaki ilişkiler

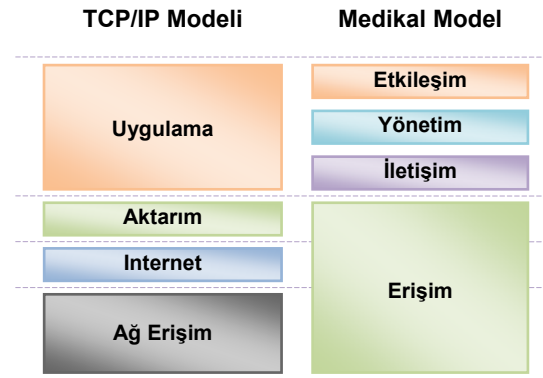
İlişki	Yönü	Tanımı	Uç Birimler	Gerçekleştirme
R <sub>1</sub>	Yatay	Erişim ortamı üzerinden bilgilerin aktarılmasını tanımlar	Esnek	Erişim Ortamı Protokolleri
R <sub>2</sub>	Dikey	İletişim birimleri ile erişim ortamı arasında bilgi değişimini tanımlar	Ortam - CU	Erişim Servisleri
R <sub>3</sub>	Yatay	İletişim birimleri arasındaki haberleşmeyi tanımlar	CU - CU	İletişim Protokolleri
R <sub>4</sub>	Dikey	Yönetim ve iletişim birimleri arasındaki bilgi değişimini tanımlar	MU - CU	İletişim Servisleri
R <sub>5</sub>	Yatay	Yönetim birimleri arasındaki iletişimi tanımlar	MU - MU	Yönetim Protokolleri
R <sub>6</sub>	Dikey	Veri ve yönetim birimleri arasındaki bilgi değişimini tanımlar	DU - MU	Yönetim Servisleri
R <sub>7</sub>	Yatay	Veri birimleri arasındaki iletişim kurallarını tanımlar	DU - DU	Etkileşim Protokolleri
R <sub>8</sub>	Dikey	Veri birimleri ve diğer uygulamalar arası bilgi değişimini tanımlar	DU - Kişi/Uyg.	Etkileşim Servisleri

Model içerisinde tanımlanan R<sub>1</sub> ilişkisi, ortaya konulan modelin gerçekleştirilmesi kapsamında değildir. Bu ilişki, model için ortam görevi görece yapısız ağların model içerisine entegrasyonu ve birlikte çalışabilirliğini sağlamak amacıyla tanımlandığından uç birimleri için “Esnek” ifadesi kullanılmıştır. R<sub>8</sub> ilişkisi ise diğer uygulamaların bu modele dayalı çözümlerle entegrasyonu veya kişilerin doğrudan etkileşimi içindir. Dolayısı ile bu ilişkinin varlığı ve işlevi entegre edilecek uygulamalara ve kişilere göre farklılık gösterebilir. R<sub>1</sub> ve R<sub>8</sub> ilgili uygulama ve ortamların kendi çözümleri içerisinde ele alınır.

### 3.5 Modele Dayalı Çözüm Yaklaşımı

Modeller herhangi bir amaç doğrultusunda temel ilke ve kavramları ortaya koyup, işin yapılış sürecindeki ilişkileri tanımlar. Çözünsüz veya uygulanamaz bir model anlamlı değildir. Dolayısı ile bir modelin en az bir çözümü olmalıdır. Modelin birden fazla çözüm uygulaması da her zaman için mümkündür. Bu çalışmada çözüm yaklaşımı için platform olarak TCP/IP ağları seçilmiştir. TCP/IP modelinin seçilmesindeki en önemli etken internettir. İnternet, günümüzde bilgi paylaşımı ve iletişim için kullanılan en yaygın ortamlardan biridir. Bu

çalışmada önerilen çözüm yaklaşımının diğer bilgi ve iletişim platformları ile birlikte çalışabilirliği için internetin en uygun seçim olduğu düşünülmektedir. Çözümün katmansal yapısı ve TCP/IP modelindeki eşdeğerleri Şekil 11’de gösterilmiştir.



**Şekil 11 :** Medikal ağ modelinin TCP/IP modeli üzerine uyarlanması

Şekil 11’den de görüleceği üzere her iki model de birbirini karşılayan katmanlar söz konusudur. TCP/IP modelindeki Ağ Erişim, İnternet ve Aktarım katmanları, bu çalışmada geliştirilen model içerisinde Erişim katmanına karşılık gelmektedir. Uygulama katmanı ise yeni

modelde Etkileşim, Yönetim ve İletişim katmanları olarak üç ayrı kısma ayrılmıştır. Buradan hareketle TCP/IP modelini baz alan ve ilk üç katman fonksiyonlarını yerine getirebilen herhangi bir iletişim ağı bu çözüm yaklaşımında ağ erişimi için rahatlıkla kullanılabilir. Geliştirilen modeldeki erişim katmanında herhangi bir bağlayıcı katmansal birim tanımlanmadığından, kullanıcılara esnek bir seçim yapma olanağı sunmaktadır. Bunun dışında kalan diğer katmansal yapılar geliştirilen uygulama seviyesindeki modüller ile çözülmüştür.

#### 4 SONUÇ

Bu çalışmada ortaya konulan iletişim modeli telemetri amaçlı bilgi ağları için etkin bir iletişim çözümü sunmuştur. Model, iletişimin temel bileşenlerini ve kavramlarını ortaya koyarak bu bileşenler arasındaki ilişkilerin nasıl olması gerektiğini belirlemiştir. Özellikle katmansal çözüm yaklaşımı sayesinde tasarım ve gerçekleştirme aşamaları için kolaylıklar sağlanmıştır. Erişim ortamı katmanı genel tanımlanmış ve böylece mevcut iletişim alt yapılarının ve gelecekte çıkabilecek yeni yapılar için esnek bir zemin oluşturulmuştur. Bu sayede modeli kullanan protokol ve uygulamaların farklı iletişim yapıları üzerinden taşınması ve bu yapıları kullanan diğer sistemlerle haberleşmesi sağlanmıştır.

Geliştirilen model, uygulama noktasında esnekliklere sahiptir. Bilgi paylaşımını her türlü alana uygulanabilir. Özellikle sensör ağlar ve telemetri gibi alanlar göz önüne alındığında bu modelin rahatlıkla kullanılabilmesi açıktır. Çünkü geliştirilen model, veri toplama ve toplanan bu verilerin herhangi bir noktadan gözlenmesi esasına dayalıdır. Telemetri sistemleri ve sensör ağlara bakıldığında aslında bu tür yapıların da aynı amaca hizmet ettikleri görülmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Anliker, U., Ward, J.A., Lukowicz, P., Troster, G., Dolveck, F., Baer, M., Keita, F., Schenker, E.B., Catarsi, F., Coluccini, L., Belardinelli, A., Shklariski, D., Alon, M., Hirt, E., Schmid, R., Vuskovic, M., (2004). AMON: A Wearable Multiparameter Medical Monitoring and Alert

Medikal ağın performansı ve uygulanabilirliği sağlık hizmetlerinin kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. İyi tasarlanmış ve altyapısı iyi oluşturulmuş bir medikal ağ, bu ağı kullanan hasta ve sağlık çalışanlarının birbirileri ile daha iyi ve hızlı etkileşimlerini sağlayacaktır. Dolayısı ile sağlık hizmetlerinin kalitesi de bu şekilde arttırılmış olacaktır. Bir ağın performansı, o ağda kullanılan teknoloji, ağı oluşturan bileşen ve bu bileşenlerin etkin bir biçimde haberleşmelerine bağlıdır. Kullanılan teknolojiler gün geçtikçe artan bilgi ve iletişim talebine ayak uydurmak zorundadır. Örneğin ilk zamanlarda sadece hastane içi uygulamalarda görülen medikal ağlar zamanla sınırlarını genişletmiş ve hastane dışına çıkarak kampüs, metropol gibi daha geniş alanlara yayılmıştır. Günümüzde, sağlık hizmetlerinin daha iyi verilebilmesi için başlıca öne çıkan konular; hastaların mümkün olduğu kadar hastanelerden uzak tutulup kendi yaşamsal çevrelerinde gözlenmeleri ve tedavi edilmeleri ile dış ortamlarda meydana gelen sağlık vakalarına doğru, hızlı ve yerinde kararlarla müdahale edilmesi konularıdır. Son zamanlarda yapılan çalışmaların pek çoğu [1-28] bu yönde ilerlemektedir. Yapılan çalışmalarda araştırmacıların biyotelemetri ve medikal ağ uygulamaları için en etkin ve hızlı sistemleri geliştirme çabaları devam etmektedir. Bir önceki bölümde ortaya konulan model, bu çabalara katkı sağlamaktadır. Geliştirilen model, bu tarz ağlar için etkin ve uygulanabilir bir yaklaşımdır. Ayrıca ortaya konulan bu modelin, daha önce yapılmış pek çok çalışmayı öteleyen ve ileride yapılacak çalışmalar için de faydalanılabilecek bir çözüm olduğu düşünülmektedir.

System, *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Volume: 8, Issue: 4, p.415-427

2. Curtis, D.W., Pino, E.J., Bailey, J.M., Shih, E.I., Waterman, J., Vinterbo, S.A., Stair, T.O., Guttag, J.V., Greenes R.A., Ohno-Machado, L., (2008). SMART - An Integrated Wireless System for Monitoring Unattended Patients,

- Journal of the *American Medical Informatics Association*, Volume **15**, Issue 1, p.44-53
3. Malan, D., Fulford-Jones, T., Welsh, M., Moulton, S., (2004). CodeBlue: An Ad Hoc Sensor Network Infrastructure for Emergency Medical Care, *MobiSys 2004 Workshop on Applications of Mobile Embedded Systems (WAMES 2004)*.
  4. Chakravorty, R., (2006). Proceedings of the Fourth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOMW'06), p.532-536
  5. Dembeyiotis S., Konnis G., Koutsouris D., (2005). Integrating Legacy Medical Data Sensors in a Wireless Network Infrastructure, Proceedings of the 2005 IEEE, Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai, China, p.2232-2235
  6. Arisoylu, M., Mishra, R., Rao, R., Lenert, L.A., (2005). 802.11 Wireless Infrastructure To Enhance Medical Response to Disasters, Proceedings of American Medical Informatics Association 2005 Annual Symposium (AMIA'05), Washington, p.1-5
  7. Lenert, L.A., Palmer, D.A., Chan, T.C., Rao, R., (2005). An Intelligent 802.11 Triage Tag For Medical Response to Disasters, Proceedings of American Medical Informatics Association 2005 Annual Symposium (AMIA'05), p.440-444
  8. Chang, C-K., (2005). A Mobile-IP Based Mobility System for Wireless Metropolitan Area Networks, Proceedings of the 2005 International Conference on Parallel Processing Workshops (ICPPW'05),
  9. Pollard, J.K., Rohman S., and Fry, M.E., (2001). A Web-Based Mobile Medical Monitoring System, International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, Foros, Ukraine, p.32-35
  10. Baran, A., Kılağız, Y., Akaltun, Y. ve Orman, K., (2005). IEEE 802.11b Kablosuz TCP/IP Ağlarında Mikro denetleyici ve Tümlleşik Web Sunucu Kullanılarak Bir Biyotelemedi Sistemi Geliştirilmesi, Ağ ve Bilgi Güvenliđi Ulusal Sempozyumu ve Sergisi, 78-85s, İstanbul
  11. Jurik, A.J., Weaver, A.C., (2008). Remote Medical Monitoring, Computer, IEEE Computer Society, p.96-99
  12. Tarin Sauer, C., Traver Sebastia, L., Santamaria Gomez, J.F., Rocafull, P.M., Cardona Marcet, N., (2007). Bluetooth-3G Wireless Transmission System for Neural Signal Telemetry, Wireless Telecommunications Symposium, WTS 2007, p.1-6
  13. Jason W.P. Ng, Lo, B.P.L., Wells, O., Sloman, M., Yang, G-Z., Peters, N., Darzi, A., Toumazou, C., (2004). Ubiquitous Monitoring Environment for Wearable and Implantable Sensors (UbiMon), Proceedings of the 6th International Conference on Ubiquitous Computing (UBICOMP'04), Nottingham, UK
  14. Jea, D., Srivastava, M., (2006). A Remote Medical Monitoring and Interacting System, Proceedings of the 4th International Conference of Mobile Systems, Application and Services (MobiSys'06), Upsala, Sweden
  15. Baran, A., Kılağız, Y., (2006). A Biotelemetry system with MicroController and Integrated Web Server in Wireless IEEE 802.11b TCP/IP Network, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, v.22(1-2), p.1-10
  16. Fidan, U., ve Güler, N.F., (2007). 4 Kanallı Biyotelemedi Cihazı Tasarımı, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt **22**, No 1, Sayfa 7-12
  17. Krohn, M., Kopp, H., Tavangarian, D., (2007). A wireless architecture for telemedicine, 4th Workshop on Positioning, Navigation and Communication 2007. (WPNC'07), Hannover, Germany, p.109-111
  18. Braunstein, B., Trimble, T., Mishra, R., Manoj, B.S., Rao, R., Lenert, L., (2006). Feasibility of Using Distributed Wireless Mesh Networks for Medical Emergency Response, AMIA 2006 Symposium Proceedings, p.86-90
  19. Farshchi, S., Pesterev, A., Nuyujukian, P.H., Mody, I., Judy, J.W., (2007). Bi-Fi: An Embedded Sensor/System Architecture for Remote Biological Monitoring, *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. **11**, issue 6, p.611-618
  20. Arabshian, K., Schulzrinne, H., (2003). A SIP-based Medical Event Monitoring System, Proceedings 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry 2003 (Healthcom 2003), p.66-70
  21. Wood, A., Virone, G., Doan, T., Cao, Q., Selavo, L., Wu, Y., Fang, L., He, Z., Lin, S., Stankovic, J., (2006). ALARM-NET: Wireless Sensor Networks for Assisted-Living and Residential Monitoring, Technical Report CS-2006-01, Department of Computer Science, University of Virginia, 2006

22. Gao, T., Greenspan, D., Welsh, M., Juang, R., Alm, A., (2005). Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network, 27th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society 2005 (IEEE-EMBS 2005), Shanghai, p.102-105
23. Jafari, R., Dabiri, F., Brisk, P., Sarrafzadeh, M., (2005). CustoMed: A Power Optimized Customizable and Mobile Medical Monitoring and Analysis Aystem, in Proceedings of ACM HCI Challenges in Health Assessment Workshop in Conjunction with Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '05), Portland, Ore, USA
24. European MobiHealth Project, MobiHealth Projesi resmi web sitesi <http://www.mobihealth.org/>, 26.06.2009
25. Junker, H., M. Stager, Tröster, G., Blttler, D., Salama, O., (2004). Wireless Networks in Context Aware Wearable Systems, in Proceedings of the 1st European Workshop on Wireless Sensor Networks (EWSN '04), pp.37-40, Berlin, Germany, January 2004.
26. Iraqi, A., Barwicz, A., Mermelstein, P., Z. Morawski, R., Bock, W. J., (2003). Design of A Wireless Communications Module for Telemetry in Civil Infrastructure Monitoring, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, v 52, No.3, p.973-977
27. Ro, J-h., Kim, H-j., Ye, S-y., Jung, J-h., Jeon, A-y., Kim, Y-j., Kim, I-c., Kim, C-k., Jeon, G-y., Kim, S., (2008). Development of Indwelling Wireless pH Telemetry of Intraoral Acidity, *International Journal of Biological and Medical Sciences* 1;1, p.50-54
28. Ren, H., Meng, M., Cheung, C., (2007). Experimental Evaluation of On-body Transmission Characteristics for Wireless Biosensors, Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Integration Technology, Shenzhen, China, p.745-750