

Biyoelektrik Sinyallerin Lazer / RF (Radyo Frekans) Tandem Sistem Tasarımı ile Gerçek Zamanlı İletimi.....

Biyomedikal Mühendisi Onur Koçak
okocak@baskent.edu.tr

Biyomedikal Mühendisi Tuncay Bayrak
tbayrak@baskent.edu.tr

1. Giriş

Günümüzde sağlık alanında önemli görülen problemlerden birisi de doktor ve hemşire başına düşen hasta sayısının çokluğudur. Bu durum, özellikle hastanelerde doktor ve hemşire açısından zor bir çalışma süreci anlamına gelirken, ani bir durumda müdahale edilemeyen hastalar için de can kaybı demektir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2006 yılı verilerine göre doktor başına 606, hemşire başına 795 hastanın düştüğü bilinmektedir (1). Hasta sayısının yoğunluğu, hastanın birebir takip edilmesi gereken yoğun bakım üniteleri, hasta uyanma odaları, ameliyathane ve yenidoğan ünitelerinde de görülmektedir. Birden çok fizyolojik ve biyokimyasal parametre ile gözlemlenecek hastaların takibinde yaşanacak bir aksama geri dönüşmez sonuçlara yol açabilmektedir.

Özellikle anestezi sonrası yürütme işlemlerinde ve hemen sonrasında yatar pozisyonda konumlanan hastaların anlık takibinde kablosuz teknolojilerin kullanılması, günümüz teknolojilerine göre avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmada; yoğun bakım ünitelerinde yatmakta olan hastaların, nabız ve EKG (elektrokardiyografi) sinyal bilgilerinin RF ve lazer kablosuz iletişim teknikleriyle hemşire/doktor takip bilgisayarına gerçek zamanlı iletimi senaryosu üzerinde durulmaktadır. Yoğun bakım ünitesinde bulunan ve ameliyat sonrası yürütülmesi

gereken hastaların fizyolojik değerlerinin kesintisiz olarak gerçek zamanlı takibini sağlayan kablosuz sistemin hastanelerde bir bütün olarak uygulamaya konulması ve test edilmesi çalışmanın nihai amacında yer almaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde, tasarlanan sistemin ana bileşenleri hakkında bilgi verilmektedir.

2.1. Fizyolojik Sinyal Almaçlarının Tasarımı

Hasta üzerinden biyoelektrik sinyallerin elde edilmesi için üç kanallı bir EKG ve nabız sinyal almaçları tasarlanmıştır. EKG sinyalini elde etmek için kazancı 1000 olan enstrümantasyon yükseltici, hastanın kendisinden kaynaklanan gürültüleri sinyalden arındırmak için sağ bacak sürücü devresi ve uygun bant geçiren filtreler hazırlanmıştır. Bu yükselteçler yüksek giriş ve düşük çıkış empedansına sahip olan ve negatif geri besleme özelliğinden dolayı kararlı bir çalışma sergileyen elektronik devrelerdir. Ortak işaret bastırma özelliğinden dolayı enstrümantasyon yükselticinin kullanımı, bu tip uygulamalarda yaygındır.

2.2. Tandem Sistemin Lazer Haberleşme Bloğu

Lazer haberleşme bloğu, doktor veya hemşirelerin bulunduğu bir merkeze hasta üzerinden alınan ve yaşamsal faaliyetlerinin göstergesi olan EKG, nabız gibi biyoelektrik sinyallerinin aktarımını lazer (free space optik-

FSO) yöntemi ile gerçekleştirmektedir. Burada amaçlanan hastanın sabit yatar pozisyonunda bulunduğu durumlarda kablosuz olarak izlenmesidir.

Lazer, tek renkli, oldukça düz, yoğun ve aynı fazlı paralel dalgalar halinde, genişliği yüksek güçlü bir ışık demetidir. Lazer teknolojisinin en önemli avantajı güçlü ve yüksek frekansta bir iletişim teknolojisine sahip olmasıdır. Bu özelliği, tek bir lazer dalgası üzerinden birden fazla biyoelektrik sinyalin gönderilmesine olanak tanımaktadır. Lazer teknolojisi, birbirini gören iki noktaya (verici ve alıcı) yerleştirilen FSO cihazları ile lazer ışınlarını kullanarak kablosuz veri iletimi sağlayan bir çalışma prensibine sahiptir. Fiber kabloları ile ulaşılabilecek Gigabit veri aktarım seviyelerine kablosuz olarak ulaşabilmenin tek yoludur (2).

2.3. Tandem Sistemin RF Haberleşme Bloğu

Hastanın özellikle gezer konumda olduğu zamanlarda (lazer iletimin devrede olamayacağı anda) sinyal iletiminin gerçekleştirileceği bölümdür. RF teknolojisi ile aktarılmak istenen sinyal, modülasyon işleminden önce kodlanır ve kodlanan sayısal sinyal RF verici modülüne iletilir. Taşıyıcı sinyal ile modüle edilen kodlanmış bilgi uzaya salınır. Kodlama işlemi verici ile alıcıyı senkronize etmek, aynı frekansta yayın yapan birçok vericiyi adreslemek, ilgili adresteki gerekli veriyi almak gibi işlemler için önemlidir.

Gelen bilgiler tekrar RF alıcı ünitesinde demodüle edilir. Kullanılan RF alıcı ve verici modüller genlik kaydırmalı anahtarlama (amplitude shift keying) yöntemi ile sayısal veriler içeren sinyal bilgisini bir sinüsoidal dalga ve daha fazla sayıda kesikli sinyallere dönüştürmektedir (3). Şekil 1’de RF ve lazer iletim sistemlerinin blok diyagramları görülmektedir.

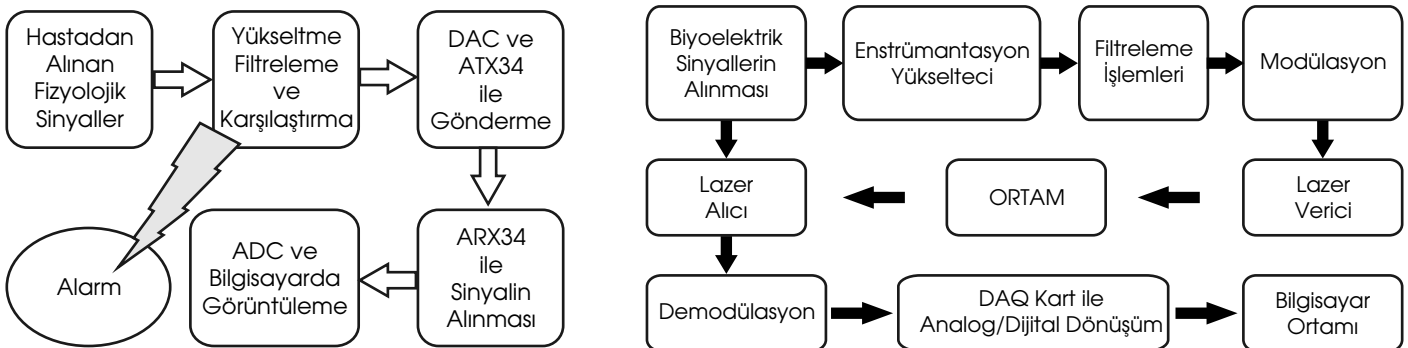
3. Sonuç ve Tartışma

Nabız ve EKG almaçlarında kullanılan prob ve elektrotlar amaca yönelik olarak tasarlandığından dolayı sistem, ortaya çıkabilecek frekans bozulması, hasta veya çevre kaynaklı gürültüler gibi sorunların çözümünü sağlayacak devreleri de içermektedir (4). Bu bağlamda gerekli filtreleme ve yükseltme devreleri, söz konusu fizyolojik sinyallerin kaliteli bir şekilde elde edilmesi sürecinde geliştirilebilir.

Tasarlanan lazer/RF tandem sisteminde lazer iletişiminin aksadığı bir durumda RF iletişim ağını devreye sokan bir kontrol ünitesi bulunmaktadır. Yoğun bakım ünitelerinde çalışmakta olan lazer sisteminin herhangi bir nedenden dolayı kesilmesi veya hastanın gezer pozisyona gelmesi durumunda RF sistemi devreye girmekte ve gözlem odasına veri aktarımına devam etmektedir (5).

Yoğun bakım ünitelerinde ve hastanın hareket halindeki iyileşme sürecinde kullanılmak üzere gerçekleştirilen şekil 2’deki lazer/RF tandem sistemi, sadece bir hastanın kablosuz izlenmesini sağlayan bir model şeklinde üretilmiştir. Gelecek çalışmalarda, bu teknolojinin çoklu uygulama olarak geliştirilmesi ve böylece birden fazla hasta için ve birçok biyoelektrik sinyal için uygulanabilir olması hedeflenmektedir. Tek bir hasta için gerçekleştirilen bu sistem çoklu uygulamada bir takım gereksinimleri beraberinde getirmektedir. Örneğin birden fazla lazer vericinin aynı lazer alıcı üzerinden veri aktarımının sağlanması yazılımsal ve donanımsal açıdan ek tasarımları gerektirmektedir.

RF haberleşme bloğu, sayısal bir haberleşme içerdiği için çoklu uygulamaya daha elverişli durumdadır. RF haberleşme bloğunda çoklu

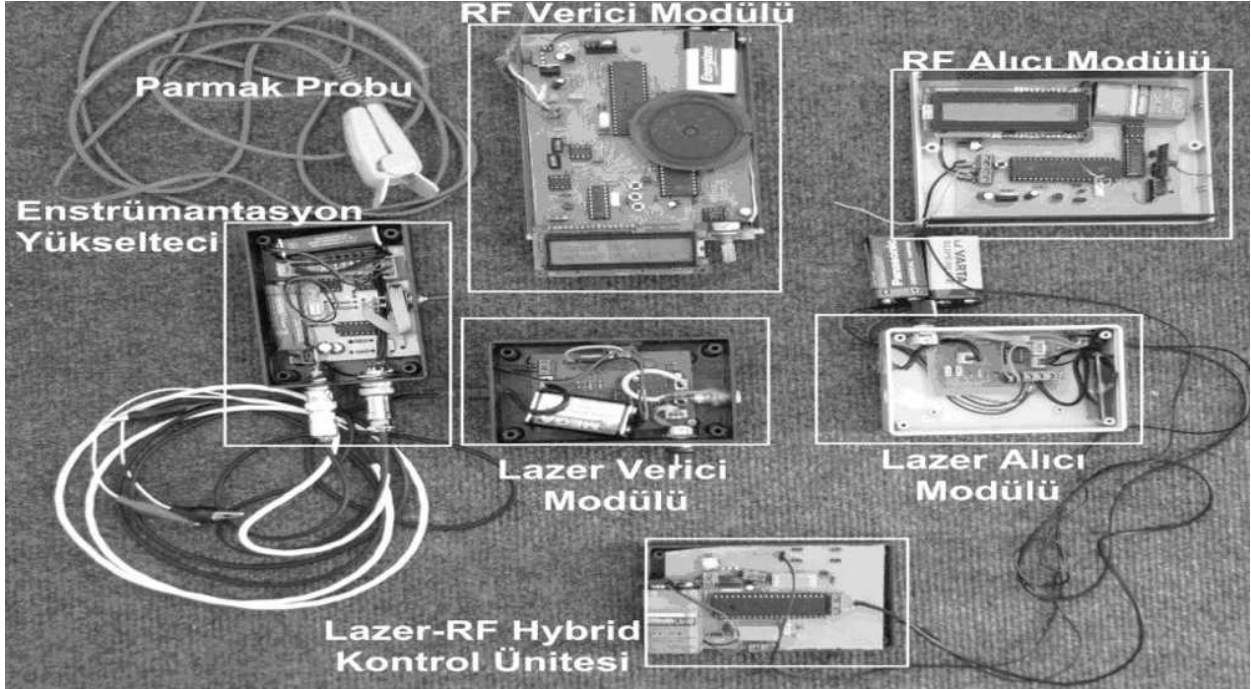


Şekil 1. RF ve lazer iletim sistemleri blok diyagramları

uygulama için TDM (time division multiplexing) ve FDM (frequency division multiplexing) teknikleri kullanılabilir. Bu yaklaşımlardan birinin seçilmesinde ön çalışma olarak, National Instrument firmasına ait PXI sistemi üzerinde en uygun modülasyon tekniğinin tespitine yönelik bir uygulama grubumuzca gerçekleştirilmiştir (6). Grubumuzca tasarlanan ve prototip olarak üretilen bu haberleşme sistemlerinin, farklı fizyolojik sinyallerin (EEG, EMG gibi) iletiminde kullanılması ilerideki çalışmalarda göz önünde bulundurulabilir. Bununla birlikte, sistemin çoklu uygulama yapan geliştirilmiş modelinin bir yoğun bakım ünitesinde test edilmesi çalışmanın ileriye dönük hedefleri arasındadır.

Sonuç olarak, birden fazla hastanın gerçek zamanlı olarak izlenmesi için tasarlanan lazer/RF tandem sistemi, hastanedeki mevcut teknolojilerle birlikte hastaya kolaylıkla uygulanabilecektir. Aynı zamanda hem sağlık personeli hem de hastalar için daha kolay, çabuk tedavi süreci sağlayabilecek yenilikleri barındırmaktadır. Getirdiği imkânların yanı sıra, hastane bilgi sisteminde hastaların anlık fizyolojik değerlerini içeren kayıtlar isteğe bağlı olarak saklanabilecektir. Bu sayede, tedavi sürecinde hastalarda meydana gelebilecek komplikasyonların asıl kaynağına yönelik tespitlerin, geçmiş kayıtların incelenmesi ile yapılabileceği, çalışmanın getirdiği ilave bir yarar olarak öngörülmektedir.

Şekil 2 RF-Lazer tandem sistem bileşenleri



4. Kaynakça

- (1) Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Göstergeler, 1923-2008.
- (2) Kuru Ö.F., Kadak E., Hasta Üzerinden Alınan Biyoelektrik Sinyallerin Lazerle (Optiksel İletişim) Taşınması İçin Sistem Tasarımı, Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi TÜBİTAK destekli Bitirme projesi, 2009.
- (3) Bahçeci S., Bayrak T., Ameliyat Sonrası Yürütülen Hasta Üzerinden Alınan Biyoelektrik Sinyallerin RF Tekniği ile İletilmesi İçin Sistem Tasarımı, Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi TÜBİTAK destekli Bitirme Projesi, 2009.
- (4) Bayrak T., Bahçeci S., Özparlak L., Koçak O., Koçoğlu A., Ameliyat Sonrası Hasta Üzerinden Alınan Biyoelektrik Sinyallerin Radyo Frekans (RF) Haberleşme Sistemi ile Taşınması için Sistem Tasarımı, Elektrik, Elektronik, Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kongresi, pp 349-253, Aralık 2009.
- (5) Evren K., Rf-Lazer Tandem (Hybrid) Sistemlerin Biyoelektrik Sinyallerin Taşınmasında Birlikte Kullanılması, Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bitirme Projesi, 2009.
- (6) Özparlak L., Bayrak T., Koçak O., Koçoğlu A., Ameliyat Sonrası Yürütülen Hastaların Biyoelektrik İşaretlerinin İletiminde Radyo Frekans Modülasyon Tekniklerinin Karşılaştırılması, V. URŞİ Türkiye 2010 Bilimsel Kongresi ve Ulusal Genel Kurul Toplantısı, Ağustos 2010.