

Moro Refleks Ölçümleri İçin Bilgisayar Tabanlı Sistem Tasarımı ve Test Edilmesi

Aslıhan Burcu KILIÇ¹, Metin YILDIZ^{*2}

¹Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, 06810, Ankara

²Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, 06810, Ankara

(Alınış / Received: 16.12.2016, Kabul / Accepted: 22.06.2017, Online Yayınlanma / Published Online: 10.08.2017)

Anahtar Kelimeler

Moro refleksi,
Bilgisayar tabanlı ölçme
sistemi,
İvme ölçer,
Video kamera

Özet: Moro refleksi değerlendirmesi; yenidoğan beyin ve sinir sistemi gelişimi ile ilgili hastalıklara erken teşhis konulmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Geleneksel Moro refleksi uygulaması, Moro refleksi indükleyici hareketi uygulayan doktorun bebeği gözle takibine dayanmaktadır. Bu durum; tanının doğruluğu, doktorun becerisi, bilgi birikimi ve tecrübesiyle doğrudan ilişkilendirilmektedir. Bu çalışmada; Moro refleksin nicel olarak ölçümlenebilmesini, hem bebeğin bileklerine bağlanan 3 eksenli ivmeölçerler hem de basit bir web kamerası ile sağlamak üzere geliştirilen bilgisayar tabanlı bir ölçüm sistemi tanıtılmıştır. Sistem geliştirilirken klinik ortamda kolay ve hızlı bir şekilde uygulanabilmesi ve tekrarlanabilir sonuçlar vermesi hedeflenmiştir. Moro refleksi ölçümünün geliştirilen sistem vasıtasıyla 4 dakika civarında bir sürede yapılabildiği tespit edilmiştir. Geliştirilen sistem kullanılarak farklı doktorlar tarafından ölçümlenen parametrelerden, Latency (moro gecikmesi) ölçümlerinin en fazla $2,9 \pm 0,6$, Toplam Moro refleksi süresi ölçümlerinin $2,5 \pm 2,4$ gibi küçük farklarla ölçümlenebildiği görülmüştür. Geliştirilen sistemin klinik testlerde kullanılmaya uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

PC Based System Design for Moro Reflex Measurement and Testing

Keywords

Moro reflex,
PC Based measurement
system,
Accelerometer,
Video camera

Abstract: Moro-reflex assessment is a widely used method for early diagnosing of the neonatal brain and nervous system diseases. Traditional Moro reflex application is based on the visual observation of the clinician who performs the Moro reflex inducing action. Diagnostic accuracy for Moro reflex assessment is directly related to clinician's skills, knowledge and experiences. In this study; A computer based measurement system was introduced to provide quantitative measurement of the Moro reflexes. In this system, the baby movements were followed by a simple web camera and the 3-axis accelerometer placed on the baby's wrist during the moro reflex assessment. The suitability of the developed system for clinical use and the reproducibility of the measurement results were also investigated. Moro reflex measurements could be done in about 4 minutes via the developed system. Using the system developed by different doctors, latency (total moro latency) and total moro duration measurements showed small differences of 2.9 ± 0.6 and 2.5 ± 2.4 , respectively. It is concluded that the developed system is suitable for use in the clinical test.

1. Giriş

İnsanlarda refleks hareketler anne karnında başlayan istemsiz davranışlardır. Bunların bir kısmı doğumdan belli bir süre sonra kaybolurken bir kısmı ömür boyu devam eder. Mororefleksi, 1918 yılında Ernst Moro tarafından yeni doğanın sinir sistemi ve nörolojik gelişimiyle ilgili bilgi vermesi nedeniyle takip edilmesi gereken bir refleks türü olarak tanımlanmıştır[1-3]. Moro refleksin, sinir sisteminde

beyin sapı tarafından kontrol edildiği bilinmektedir. Bu refleksin sağlıklı bir insanda gebeliğin yaklaşık olarak 4-5 inci aylarda başlayıp, motor hareketlerin başladığı doğumdan sonraki 4-6 ıncı aylarda sona ermesi gerekir[3-4]. Refleksin görülmemesi, çok şiddetli veya çok zayıf görülmesi, tek kolda görülmemesi, beyin lezyonları, merkezi sinir sistemi hasarları, kol siniri felçleri, köprücük kemiği kırıkları gibi patolojik durumlardan şüphelenilmesine yol açar. Bu rahatsızlıkların tespiti için moro refleksi

gözlemi tek başına yeterli değildir. Moro refleksi ortaya çıkarmak için bebeğin başının bir miktar kaldırılıp düşürülmesi, muayene masası yüzeyine vurmak, göğüs ya da mide bölgesine sıcak ya da soğuk temasta bulunmak, abdomene hafifçe dokunmak, yüksek bir ses çıkarmak gibi çeşitli yöntemler mevcuttur[2].

Yenidoğan kliniklerinde en sık kullanılan yöntem, bebeğin ellerinden tutularak sırtının yerden kaldırılması ve yere bırakılmasıdır[2]. Doktor gözle bebeğin kol ve bacak hareketlerini takip ederek, refleksin gelişip gelişmediği, her iki kolda birlikte görülüp görünmediği gibi gözlemler ile bebeğin sinir sisteminin sağlıklı gelişip gelişmediği konusunda bir karara varır.

Literatürde, tamamen gözlem ve tecrübeye dayanan bu tür bir karar verme yöntemi yerine, bebeklerin hareketlerinin ölçülebilir parametreler haline getirilmesinin yararlı olacağını değerlendirip, buna çözüm öneren birkaç çalışmaya rastlanmıştır[5-8].

Rönqvist [6] moro refleksi gözlemlemeye ve Moro refleksin aşamalarını (abduksiyon, ekstansiyon, fleksiyon) sayısallaştırarak, ölçülebilir parametreler haline dönüştürmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada, Moro refleksi ölçümü için bebeklerinin el bilekleri ve dirseklerine infrared LED'ler bağlanmış, bu ledlerden gelen ışık ledlerin dalga boyuna duyarlı kameralarla kaydedilmiştir. Kamera görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen görüntü işleme çalışmaları ile bebeğin kollarının 3 boyuttaki hareket deseni, süre, hız, refleks ortayı çıkışının gecikmesi (Latancy) süreleri ölçümlenmiştir. Geliştirilen sistemle yapılan uygulama sonucunda; kollarda gözlemedikleri Moro refleksi asimetrisinin omurgayla ilgili rahatsızlıklarla ilişkili olabileceği kanaatine varmışlardır[6].

Rönqvist vd. [7] yaptıkları başka bir çalışmada, uyarılmış Moro refleksin vücutta sadece dikey eksende harekete neden olacağı düşüncesinden yola çıkarak, bebeklerin her iki el bileğine taktıkları birer adet tek eksenli ivme sensörü ile Moro refleksi ölçümlemeye çalışmışlardır. İvme verilerini sağlıklı bir şekilde değerlendirebilmek için de, Moro refleksi uygulama işlemlerini kameraya almışlardır.

Bijesh vd. [8], ise Moro refleksle ilgili parametrelerin, uygulama sırasında alınan video kayıtlarının kare kare izlenmesi ile tespit edilmesine dayanan bir çalışmaya imza atmışlardır. Toplam Moro refleksi süresi ve Moro refleksin Latency süresi parametrelerinin geniş bir hasta gurubu için kamera görüntüleri üzerinden ölçümlenip, rapor etmişlerdir.

Rönqvist [6], Moro refleksi ölçümlemeyle ilgili geliştirdiği ilk sistemin her uygulamadan önce kalibrasyon yapılmasını gerektiren, uygulaması güç bir sistem olması sebebiyle sadece bir çalışmada kullanılmış, klinikte kullanıma geçememiştir. Rönqvist vd. [7] daha sonraki çalışmalarında

geliştirdikleri tek eksenli ivme ölçer ve kamera kaydı kullanılan sistem ise nispeten daha kullanışlı olmasına rağmen, o da klinikte kullanım olanağı bulamamış sadece ilgili makaledeki araştırma için kullanılmıştır. Klinikte kolayca uygulanabilecek nitelikte görülen, kamera görüntülerinin kare kare izlenmesi ile Moro refleksi ölçümlenmesi ise hem saniyede çekilen 25 kare dolayısı ile hassasiyeti düşük bir ölçüm sağlamakta, hem de her iki koldaki simetri durumunun değerlendirmesine imkan vermemektedir.

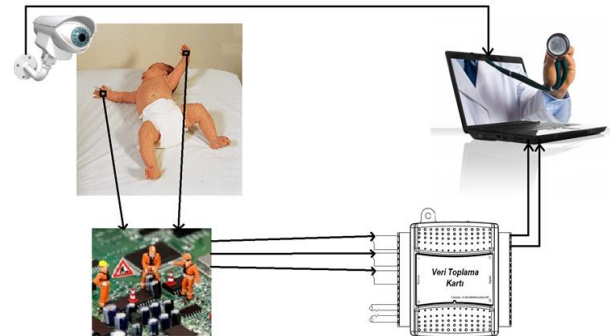
Bu çalışmada, Moro refleksi le ilgili parametrelerin; hem basit bir web kamerası hem de bebeğin iki bileğine bağlanan 3 eksenli ivme ölçerlerden alınan veriler ile kolay ve kısa bir süre içinde tespit edilmesine imkan vererek, klinik ortamda kullanılabilir bir ölçüm sisteminin geliştirilmesi ve test edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Geliştirilen sistem ve bileşenleri

Moro refleksi ölçüm ve analizinin klinik ortamda, hasta başında yapılmasını sağlamak üzere geliştirilen sistemin konsept şeması Şekil 1'de görülmektedir. Sistem, muayene yatağının yanına yerleştirilerek bebeğin görüntüsünü kaydedeceğimiz yönlendirilebilir bir web kamerası, bebeğin 2 bileğine bağlanarak kollarındaki refleks hareketleri takip edebileceğimiz 3 eksenli ivmeölçerler, ivmeölçerlerden alınan verilerin sayısal çevrilerek bilgisayara aktarılmasını sağlayacak bir veri toplama kartı, kullanıcıların sistemi kontrol edeceği, Moro refleksi indükleme süreci kayıtlarını ve Moro refleksi ölçümlerini yapacakları bir grafik kullanıcı arayüzünden oluşmaktadır.

Bebegin Moro refleksi indükleyici harekete hazırlanması ile mororefleksi göstermesi sırasında kaydedilen ivmeölçer verilerinin birbirinden ayırt edilmesi ancak belli bir tecrübeden sonra mümkün olabilir. Kameralı takip sistemi, hem Bijesh vd. [8] çalışmasındaki gibi sadece video kamera görüntülerinden Moro refleksi ölçümleri yapılabilmesini hem de Moro refleksi indükleyici hareketin ivmeölçer verisi üzerindeki yeri veya zamanını tespit etmek içinde kullanılmıştır.



Şekil 1. Geliştirilen sistemin konsept şeması

Moro refleks indüklenme prosedürü uygulanan bebeklerin hareketleri saniyede en fazla 30 çekim yapabilen bir video kamera vasıtası ile kaydedilmiştir. Bu durum sadece video görüntüleri üstünden Moro refleks ölçümleri yapılırken en yüksek hassasiyetimizin 33,3 milisaniye olmasına yol açmaktadır. Video kamera 640*480 piksel boyutunda resim alınmasını sağlayacak şekilde programlanarak klinik uygulamanın yapılmasını sağlayacak kadar geniş alanlı bir görüntünün alınması sağlanmıştır. Uygulamanın yapılacağı alanın rahatça görüntülenebilmesi için A4 Tech firmasına ait, lensinin yüksekliği ve yönünün istenilen şekilde ayarlanabildiği teleskopik ayaklı bir web kamerası seçilmiştir. Kameranın, geliştirilen grafik kullanıcı arayüzü üzerinden kontrolü için MATLAB'ın Image Acquisition Toolbox'ına ait komutlar kullanılmıştır.

Bebeklerin sağ ve sol kollarındaki hareketlerin takibi için iki adet x, y ve z eksenlerindeki hareketi algılayabilen ivmeölçer (MMA7361L) kullanılmıştır. Kullanılan ivmeölçer en fazla ± 1.5 g ve ± 6 g yi algılayabilecek şekilde programlanabilmektedir. Bebeklerin hareketlerinin oldukça yavaş olduğu dikkate alınarak, ivmeölçerler $\pm 1,5$ g lik moda ayarlanmıştır. Bu durumda ivme ölçer modülünden g başına 800 mV luk bir çıkış alınmaktadır. Kullanılan ivmeölçer modülü 2.2V ile 3.3 V arasındaki voltajlarla ve 400 μ A lik akım çekerek çalıştırılabilmektedir. Modülün besleme voltajı kullanılan veri toplama kartı üzerindeki 2.5 V luk besleme ucundan sağlanmış, böylece ek bir elektriksel beslemeye ihtiyaç kalmamıştır. İvmeölçerlerden alınacak 6 kanallı çıkış gerilimlerinin kayıt edilebilmesi için, 8 kanallı analog sinyalleri alıp işleyebilecek kapasitedeki bir veri toplama (USB-1208Fs+, Measurement Computing) kartı kullanılmıştır. Veri toplama kartı, geliştirilen yazılımı vasıtasıyla 2 ivmeölçerden saniyede 1500 er ölçüm alacak şekilde programlanmıştır. Böylelikle Moro refleks ölçümlerinin 0,67 milisaniye hassasiyetle yapılması sağlanmıştır. Kartın kontrolü MATLAB Data Acquisition Toolbox'ına ait komutlar vasıtası ile geliştirilen grafik kullanıcı arayüzü üzerinden yapılmıştır.

Kameranın görüntü kaydı ile ivme ölçerlere ait verilerin kaydının senkron olması analizlerin yapılabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple veri toplama kartının kontrolü için yazdığımız programa, video kameranın da çalışmasının kontrolünü yaptığımız kısımlar ekleyerek, her iki cihazdan eş zamanlı olarak kayıt alınması sağlanmıştır.

Şekil 2.'de kamera ve ivme ölçerlerden veri kaydı ve analizi için gerçekleştirdiğimiz bilgisayar programının grafik kullanıcı arayüzü ile bir kayıt ve analiz örneği görülmektedir. Doktorlar tarafından kolayca kullanılabilmesi için mümkün olduğunca basit bir kullanıcı arayüzü hazırlanmış, sistemin nasıl kullanılacağı üzerine tıklanınca açılan bir yardım dosyası ile kullanıcılara anlatılmıştır. Hastanın adı

girilerek, kayıt tuşuna basıldığında, kamera ve ivme ölçerler aynı anda devreye girmekte, yapılan klinik uygulamaya ait görüntü, ivmeler ve kaydedilen örneklerin zamanları, kaydı bitir butonuna basıldığında otomatik olarak hasta ismi ile kaydedilmektedir.

Moro refleks ölçümleri için, analiz edilecek veriyi seç butonu kullanılıp, çalışılmak istenen veri açılan pencereden üzerine tıklanarak seçilmektedir. Bu sırada en soldaki 2 çerçevede, üstte video kameranın çektiği ilk görüntü, altta bir sonraki görüntü gösterilmektedir. Ortadaki 6 çerçeve 2 koldan kaydedilmiş 3 eksendeki ivme verilerini göstermektedir. Analizi yapacak kişi ileri-geri, 10ileri-10geri ve 2snileri-2snigeri butonları ile Moro refleks indükleyici hareketin başlama zamanı görüntülerde görüne kadar ilerler. Kamera görüntüsün o an için ele alınan karesinin çekim zamanı, ivme ölçer verileri üzerinde kırmızı bir yıldız ile gösterilmektedir. Böylelikle hem hareketin takibi yapılabilmekte, hem de kamera ve ivme ölçerlerin senkronizasyonu takip edilebilmektedir. Kameradan Moro ölçümlerini yapacak program parçası; Moro refleks indükleyici hareketin uygulanma zamanı(Tu), Moro refleksin başlama(Tb) ve bitiş zamanlarının(Ts) kameranın aldığı görüntülere göre belirlenip ilgili butonlara basılarak kaydedilmesini beklemektedir. Bu yapıldığında Eşitlik 1 ve 2 ile sırasıyla video görüntülerinden Latency ve Moro refleks süreleri otomatik olarak hesaplanarak ilgili sonuç kutucuklarında gösterilmektedir.

$$\text{Videodan Latency} = (T_b - T_u) * 33,3 \text{ msn} \quad (1)$$

$$\text{Videodan Moro} = (T_s - T_b) * 33,3 \text{ msn} \quad (2)$$

Geliştirilen sistem ile iki kola ait 3 eksendeki Moro refleks ölçümleri ayrı ayrı yapılabilmektedir. Bunun için doktor video görüntüleri ve bununla senkron olarak görüntüdeki videonun kayıt zamanını gösteren kırmızı noktayı takip ederek Moro refleks indükleyici hareketin başladığı noktanın yakınlarına gelir. Hangi kola ait hangi eksendeki ivme değişimleri ile çalışılacaksa o isimli butona bastıktan sonra; bilgisayar faresi yardımıyla ilgili ivme verisi üzerinde ivmelenmenin ilk başladığı noktayı (Tui), ivmelenmenin ilk yerel maksimumunun olduğu noktayı (Tbi) ve ivmedeki ani değişimlerin sonlandığı noktayı (Tsi) tıklayarak belirlemektedir. Bu durumda geliştirilen programda Eşitlik 3 ve 4 vasıtasıyla otomatik olarak ilgili Moro refleksin Latency ve Moro süreleri hesaplanıp, kullanıcı ara yüzünde kendisine ayrılmış alanda gösterilmektedir.

$$\text{XKolMoro}(x,y,z) \text{ Latency} = (T_b - T_u) * 1 \text{ msn} \quad (3)$$

$$\text{XKolMoro}(x,y,z) \text{ Moro Süresi} = (T_s - T_b) * 1 \text{ msn} \quad (4)$$

Mororefleksin niceliksel ölçümünü yapmaya çalışan daha önceki klinik çalışmalarda, genellikle Latency, toplam mororefleks süresi parametreleri

ölçülmüştür. Bu çalışmada, bu parametrelerin yanı sıra her iki kol arasındaki hareketin simetrisinin belirlenmesinin bebeğin sağ ve sol beyin gelişiminin düzeyi hakkında bilgi taşıyabileceği değerlendirilerek, bu simetrisinin ölçümünün kaydedilen ivme verilerinin korelasyonundan belirlenmesi hedeflenmiştir. İvmelerden yapılacak tüm moro ölçümleri tamamlandığında, ilgili eksenlerdeki Moro süresi kısa olan sinyalin uzunluğu referans alınarak, iki eksen ivme değişim desenleri arasındaki korelasyon Eşitlik 5 vasıtasıyla hesaplayarak en alttaki pencerelerde gösterilmektedir.

$$r = \frac{n \sum x_1 x_2 - (\sum x_1)(\sum x_2)}{\sqrt{n(\sum x_1^2) - (\sum x_1)^2} \sqrt{n(\sum x_2^2) - (\sum x_2)^2}} \quad (5)$$

Eşitlikteki x_1 bir kola, x_2 diğer kola ait anlık x, y, z eksen ivme verileri, n örnek sayısıdır.

Analiz sonuçları; sonuçları kaydet butonuna tıklanarak sonuç isimli bir dosyaya, hasta adı, kayıt tarihi verilerini de içerecek şekilde, daha sonra Excel'de istatistiksel analizler yapılmasını sağlayacak formatta, kaydedilmektedir.

2.2. Geliştirilen sistemin test edilmesi

Geliştirilen sistemin klinik uygulamaları Başkent Üniversitesi Yeni Doğan Kliniğinde yapılacaktır. Çalışma prosedürüyle ilgili etik kurul izni (16/04/2014, 14/60), Başkent Üniversitesi girişimsel olmayan etik kurulundan alınmıştır.

Geliştirilen sistemin klinikte kullanılabilmesi için kolayca uygulanabilmesi ve kısa sürede sonuca ulaşılması gerekmektedir. Sistem, kolay ve hızlı kullanılabilirlik açısından değerlendirilirken, 4 kez Moro refleks ölçüm ve analizi uygulaması yapılmış, bu sırada kronometre ile geçen süre tutulup, doktorların sistem kullanımı konusundaki görüşleri alınmıştır. Sistemle yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirliğini belirlemek üzere, 2 doktora 2 şer kez aynı bebekten yapılan Moro refleks uygulaması kaydının analizleri yaptırılmıştır. Doktorların iki ölçümünün sonuçlarının farkları ve iki doktorun ölçüm sonuçlarının farklarının yüzdeleri değerlendirme parametresi olarak kullanılmıştır.

Analizlerin sadece kamera görüntüleri ile yapılmasının yeterli olup olmadığını tespit edebilmek için videodan yapılan ölçümler ile ivmeölçerlerle elde edilmiş olan sağ ve sol kola ait veriler karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular

Şekil 2'de denek olarak kullanılan bebeğe ait verinin makale yazarları tarafından yapılan analizine ait kullanıcı arayüzü görüntüsü örnek olarak verilmiştir. Seçilen 640*480 lik kamera çözünürlüğünün bebeğin

hareketlerinin rahatça takip edilmesi için uygun olduğu görülmüştür. İvme verileri incelendiğinde; hiçbir ivme değerinin doyuma gitmediği yani 1.5 g yi geçmediği görülmüştür. Şekildeki ivme değişimlerinin gözle incelenmesi ile bile iki kolun hareketlerinin simetriklikten çok uzak olduğu görülmektedir.

Sistemin klinikte kullanımının ne kadar süre alacağını ortaya çıkarmak üzere; aynı bebek için, ivme sensörlerinin bebeğin bileklerine bağlanması, kaydın başlatılıp bebeğe Moro refleks indükleyici hareketin yaptırılması ve grafik kullanıcı arayüzü kullanılarak gerekli ölçümlerin yapılmasını içeren işlemler 4 kez tekrarlanırken, kronometre ile süre tutulmuştur. Gerçekleştirilen kayıt ve ölçüm işlemleri birinci deneme için 3 dk 45 sn, ikinci deneme için 3 dk 50 sn, üçüncü deneme için 4 dk 10 sn, dördüncü deneme için 4 dk 12 sn sürmüş olup ortalama 3 dk. 59 sn vakit almıştır.

Yalnızca video kayıtlarının kare kare izlenmesi sırasında yapılan Latency ve Toplam Moro refleks süresi ölçümlerinin sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Toplam Moro refleks süresini iki doktorunda neredeyse hatasız (%0.5) ölçtüğü görülmektedir. Latency (Moro gecikmesi) değeri ise birinci doktor tarafından ilk ölçümüne göre %4, ikinci doktor tarafından %1 farkla ölçülmüştür. İki doktorun ölçümleri arasındaki büyük fark ise latency ölçümleri için %4, Toplam Moro refleks süresi ölçümü için %0,5 olmuştur.

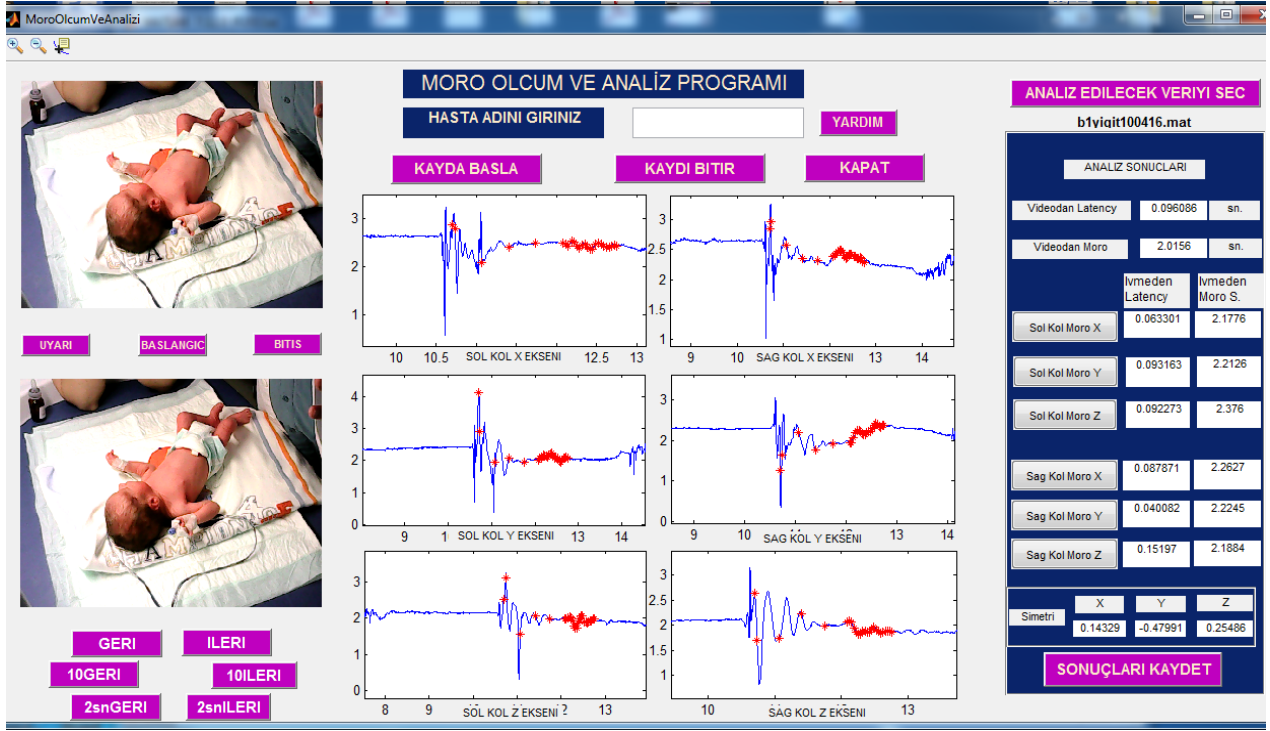
Tablo 1. Videodan Moro refleks ölçümleri

(sn)	Doktor 1			Doktor 2			E.B. Fark
	1.Ö	2.Ö	Fark	1.Ö	2.Ö	Fark	
Latency	0,296	0,283	%4	0,287	0,290	%1	%4
MoroRef Süresi	3,21	3,22	%0,5	3,22	3,23	%0,5	%0,5

1.Ö : Birinci Ölçüm, 2.Ö : İkinci ölçüm, E. B. Doktorlar arasında En Büyük Fark

Sadece ivme ölçerlerle yapılan Latency ölçümlerinin sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Doktorların kendi ölçümleri arasında en fazla % 2,5 (10 msn) fark görülmüştür. Dört ölçüm arasındaki en büyük farkların ortalaması ise %2,9± 0,6 (14 msn) ile sol kolun Z ekseninde ortaya çıkmıştır. Tablo 2 incelendiğinde ayrıca sağ ve sol kola ait latency değerlerinde büyük farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır. En büyük fark % 53 seviyesinde (SağK_X ile SolK_X arasında) çıkmıştır.

Tablo 3'te 2 doktorun ivme ölçer verilerini kullanarak gerçekleştirdikleri Toplam Moro refleks süresi ölçümleri karşılaştırılmıştır. Doktorların kendi ölçümleri arasında en fazla %0,6 'lık (20ms) fark görülürken, iki doktorun ölçümleri arasında ortalaması %2,5±2,4 olan farklılıklar gözlenmiştir.



Şekil 2. Geliştirilen mororeflaks ölçüm ve analiz programı grafik kullanıcı arayüzü ve bir ölçüm örneği

Tablo 1 ve Tablo 2 karşılaştırıldığında, video görüntülerinden yapılan; latency ölçümleri ile ivme ölçerlerden yapılan latency ölçümleri arasındaki en büyük fark %54 olarak görülmüştür.

Tablo 1 ve Tablo 3 karşılaştırıldığında toplam Moro refleks süreleri arasında en büyük fark % 14 olarak bulunmuştur.

İvme ölçerden alınan veriler ile yapılan simetriye ilişkin ölçüm sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Ne doktorların kendi ölçümleri arasında ne de iki doktorun ölçümleri arasında anlamlı bir ilişki görülmüştür.

Tablo 2. İvme ölçerlerle Latency ölçümleri

Latency (sn)	Doktor 1			Doktor 2			E.B. Fark
	1.Ö	2.Ö	Fark	1.Ö	2.Ö	Fark	
SağK_X	0,278	0,279	%0,4	0,287	0,286	%0,3	%3,2
SolK_X	0,423	0,425	%0,5	0,412	0,415	%1	%3,2
SağK_Y	0,318	0,314	%1,3	0,321	0,322	%0,0	%2,5
SolK_Y	0,410	0,420	%2,4	0,421	0,420	%0,2	%2,4
SağK_Z	0,289	0,287	%0,7	0,291	0,293	%-1	%2,1
SolK_Z	0,396	0,386	%2,5	0,383	0,382	%0,3	%3,7

1.Ö : Birinci Ölçüm, 2.Ö : İkinci ölçüm, E. B. Doktorlar arasında En Büyük Fark, SağK: Sağ Kol, SolK: Sol Kol

Tablo 3. İvme ölçerlerle toplam Moro Refleks süresi ölçümleri

Moro S. (sn)	Doktor 1			Doktor 2			E.B. Fark
	1.Ö	2.Ö	Fark	1.Ö	2.Ö	Fark	
SağK_X	3,23	3,21	%0,6	3,21	3,22	%0,3	%0,6
SolK_X	3,45	3,43	%0,6	3,66	3,67	%0,3	%7
SağK_Y	3,19	3,17	%0,6	3,20	3,20	%0,0	%1,6
SolK_Y	3,31	3,32	%0,3	3,21	3,22	%0,3	%3,4
SağK_Z	3,29	3,31	%0,6	3,29	3,27	%0,6	%1,2
SolK_Z	3,35	3,37	%0,6	3,39	3,38	%0,3	%1,2

1.Ö : Birinci Ölçüm, 2.Ö : İkinci ölçüm, E. B. Doktorlar arasında En Büyük Fark, SağK: Sağ Kol, SolK: Sol Kol

Tablo 4. İvme verilerinden yapılan simetri ölçümleri

Simetri	Doktor 1		Doktor 2	
	1.Ö	2.Ö	1.Ö	2.Ö
Sağ_Sol Kol_X	0,048	0,132	-0,195	0,161
Sağ_Sol Kol_Y	-0,085	0,003	0,413	0,038
Sağ_Sol Kol_Z	-0,004	0,424	0,075	-0,129

1.Ö : Birinci Ölçüm, 2.Ö : İkinci ölçüm,

4. Sonuçlar ve Tartışma

Geliştirilen sistemin bir grup sağlıklı ve hasta bebek üzerindeki klinik testleri Başkent Üniversitesi Neonatoloji Bilim Dalı kliniğinde gerçekleştirilecektir. Bu çalışmada ise 10 günlük 1860 gr. ağırlığında bir yenidoğana uygulanmış Moro refleks uygulamasının iki doktor tarafından ikişer kez yapılan analizlerinin sonuçları, hem sadece kamera kayıtlarından analiz mümkün olup olmadığının görülmesi hem de tekrarlanabilirliğinin analiz edilmesi için karşılaştırılmıştır. Ayrıca, geliştirilen sistemin klinikte, hasta başında, kullanımının kayıt ve analiz için gerekli süre açısından değerlendirilmesi de yapılmıştır.

Sadece kaydedilmiş video görüntüleri üzerinden yapılan ölçümler hem doktorun kendi ölçümleri, hem de iki doktorun ölçümleri arasında en fazla % 4 lük farklılık olması dikkate alınarak değerlendirilirse oldukça tutarlı bir sonuç verdiği söylenebilir.

Sadece ivme ölçerler ile yapılan latency ve toplam Moro refleks süresi ölçümleri arasında ortalaması %2,7 olmak üzere % 0.6 ile %7 (sadece bir eksendeki ölçüm için görülmüştür) oranında değişen küçük farklılıklar görülmüştür. Bu sonuçlara dayanarak

ivme ölçerden yapılan ölçümlerinde oldukça tutarlı sonuçlar verdiği kanaatine varılmıştır.

İvme ölçerlerle sağ ve sol koldan yapılan ölçümler arasında özellikle Latency (Moro gecikme süresi) ölçümü için %50 lerin üzerinde bir değişim veya farklılık görülmüştür. Kaydı yapan doktorla yapılan görüşme de; bebeğin sol kolunda damar yolu kanülü bulunduğu bu sebeple iki kol arası ölçümler arasında büyük farklılıklar çıktığı değerlendirilmiştir. Klinik araştırmalar sırasında farklı hastalığa sahip kişilerde bu tür farklar olabileceği değerlendirilerek, kolların Moro refleks ölçümlerinin ayrı ayrı yapılmasının faydalı olacağı teyit edilmiştir.

Sadece video görüntüleri üzerinden ve sadece ivme ölçer verilerinden yapılan toplam Moro refleks süresi ölçümleri arasındaki %14 lere varan farklılık, sadece kamera görüntüleri ile yapılacak ölçümün tutarlılığının daha düşük olacağını göstermiştir. İki kol arası olabilecek büyük farkların sistemin bu hali ile sadece kameradan tespit edilemediği görülmüştür. Ayrıca iki kol arası ölçümlerinde karşılaştırılmasının sadece kamera görüntüleri ile yapılmasının çok daha fazla uğraş gerektireceği ve X, Y Z eksenlerinde sonuç vermesinin bu çalışmadaki gibi sadece basit bir kamera görüntüsü ile gerçekleştirilmesinin mümkün olmayacağı görülmüştür. Bu durumda ölçümlerin ivme ölçerlerden alınır verilerle yapılmasının daha sağlıklı sonuç vereceği değerlendirilmiştir. Ancak kaydedilen ivme değişimlerinin hangi bölgesinin mororeflaks hareket sırasında ortaya çıktığının kolayca tespit edilebilmesi için mororeflaks uygulama anının kameraya alınıp, ilgili kısımların bu görüntü üzerinden tespit edilmesinin kolaylık sağlayacağı düşünüülerek, geliştirilen ölçüm sisteminde kamera ile kayıt yapılmasının da gerektiğine karar verilmiştir.

Sistem ile ivme ölçer verileri kullanılarak 2 kolun simetrisini belirlemeye dönük çalışma ise bebeğin kolundaki kanül dolayısı ile bir kolunu sakınarak hareket ettirmesi sebebi ile değerlendirilebilir sonuçlar üretmemiştir. Tablo 4'teki sonuçlara bakılırsa bebek kollarını neredeyse tamamen asimetric hareket ettirmiştir.

Toplam moro süresi ölçümü yapılırken, kamera görüntüsünde bebeğin hareketlerinin tamamen durağanlaştığı zaman alınmıştır. İvmelenmelere bakılırsa bebeğin kolları çok daha önce sakince hareket etmeye başlamaktadır. Moro refleksin bitiş anının ivme verileri üzerinden nasıl işaretleneceğine dair bir standart getirilmesi gerekmektedir. Sistem kullanılarak gerçekleştirilmekte olan klinik araştırma, bu konuda uzlaşma sağlanarak tamamlanacaktır.

Literatürde latency ve toplam Moro ölçümü değerleri için konsensüs sağlanmış bir değer yoktur. Rönnqvist, [6] latency süresini ivme ölçerle 0.078 ile 1.44 sn arasında ölçmüşken, Bijesh vd. [8] kamera ile yaptıkları ölçümde 0.41 ile 0.49 sn arasında ölçmüştür. Toplam moro süresi Rönnqvist,

[6] tarafından 1.09 sn ile 1.56 sn, Bijesh vd. 2013 tarafından 2.34 ile 2.59 sn arasında ölçülmüştür. Bizim çalışmamızdaki latency süresi değerleri Rönnqvist, [6]ün çalışması ile uyumlu iken, Moro refleksin bitişine kamera görüntüsüne bakarak karar verdiğimiz için toplam moro süresi Bijesh vd. [8] çalışması ile uyum göstermiştir.

Bundan sonra sistemin klinik testlerinin yapılması yanında, ivme ölçer verileri üzerinde moro uyarımı, başlangıcı ve bitişinin işaretlenmesi konusunda konsensüs sağlamaya dönük bir çalışmanın yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, geliştirilen sistem ile yapılan nicel ölçümlerin motor riskin belirlenmesi konusundaki altın standart testler ile teyit edilmesi konusunda çalışılabilir. Yeterli ve tutarlı veri toplandığında, Latency ve toplam Mororeflaks sürelerinin kayıt işlemi bittikten sonra otomatik olarak tespitine dönük karar destek sistemi üzerinde çalışmalar yapılabilecektir.

Sonuç olarak; klinikte gözle yapılan Moro Refleks değerlendirmesi yerine 4 dakika gibi kısa bir sürede ölçülebilir sonuçlar üreten sistemimizin, özellikle ivme ölçerler ile yapılan ölçümlerinin oldukça tutarlı sonuçlar verdiği şimdilik klinik araştırmalarda ileride ise klinikte kullanılabilir olduğu kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Gerçekleştirilen sistemin fikir sahibi olan, Prof. Dr. Aylin Tarcan ve Başkent Üniversitesi Yeni Doğan Kliniğinde, klinik araştırmalarını yürüten Prof. Dr. Ayşe Ecevit, Doç. Dr. Deniz Anuk İnce ve Dr. Burak Ceren'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] Schott J.M., Rossor M N., 2003. The grasp and other primitive reflexes, J Neurol Neurosurg Psychiatry, 74:558-560.
- [2] Yasuyuki F., Yasuhisa T., Yasuhiro S., 2012. The Grasp Reflex and Moro Reflex in Infants: Hierarchy of Primitive Reflex Responses, Hindawi Publishing Corporation International Journal of Pediatrics, Volume 2012, 10 pages
- [3] Parmelee A., Jr., M.D., 1964. A critical evaluation of the moro reflex, Pediatrics, p773- 778
- [4] Katona F., 1998. How Primitive Is The Moro Refleks?, European Journal of Paediatric Neurology; 1998-2: 105-106
- [5] Berne, S. 2006. A. The Primitive Reflexes: Considerations in the Infant. Optometry & Vision Development, 37.3.
- [6] Rönnqvist, L. 1995. A critical examination of the Moro response in newborn infants—symmetry, state relation, underlying mechanisms. Neuropsychologia, 33(6), 713-726.

- [7] Rönqvist L., Hopkins B., Emmerik R.V., Groot L., 1998. Lateral biases in head turning and the Moro response in the human newborn: are they both vestibular in origin? *Developmental Psychobiology* 33.4: 339-349.
- [8] Bijesh, S., Jyoti Singh, and H. P. Singh, 2013. Latency intervals of Moro response: A valuable neuro-screening tool. *Indian pediatrics* 50.7: 705-706.