

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MORO REFLEKS ÖLÇÜMLERİ İÇİN SİSTEM TASARIMI**

**ASLIHAN BURCU KILIÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**2016**

**MORO REFLEKS ÖLÇÜMLERİ İÇİN SİSTEM TASARIMI**

**SYSTEM DESIGN FOR MORO REFLEX MEASUREMENT**

**ASLIHAN BURCU KILIÇ**

Başkent Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak hazırlanmıştır.

2016

“Moro Refleks Ölçümleri İçin Sistem Tasarımı” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından, 20 / 09 / 2016 tarihinde, **BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

:

Prof.Dr.Hüseyin AKÇAY

Üye (Danışman)

:

Yrd.Doç.Dr.Metin YILDIZ

Üye

:

Yrd.Doç.Dr.İsmail ATACAK

**ONAY**

.../ 09 / 2016

Prof. Dr. Emin AKATA  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU**

Tarih: 22 / 09 / 2016

Öğrencinin Adı, Soyadı : Aslıhan Burcu KILIÇ

Öğrencinin Numarası : 21220069

Anabilim Dalı : Biyomedikal Mühendisliği

Programı : Tezli Yüksek Lisans

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : Yrd.Doç.Dr.Metin YILDIZ

Tez Başlığı : Moro Refleks Ölçümleri İçin Sistem Tasarımı

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 34 sayfalık kısmına ilişkin, 22 / 09 / 2016 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %4'dür.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:.....

Onay

22 / 09 / 2016

Öğrenci Danışmanı  
Yrd.Doç.Dr.Metin YILDIZ

## TEŐEKKÜR

Çalıőmalarım sırasında bilgi, hoőgörü ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Yrd.Doç. Dr. Metin YILDIZ'a,

İhtiyacım olduğunda yanımda olan sevgili arkadaőım Didem DÜNDAR'a,

Veri toplama aşamasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Burak CERAN'a,

Benim bugünlere gelmemde büyük emek sahibi sevgili anneme, babama ve kardeőime,

Tez çalıőmalarımda bilgisiyle yardımını ve desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan değerli eőim Erkin KILIÇ'a teőekkür ederim.

## ÖZ

### MORO REFLEKS ÖLÇÜMLERİ İÇİN SİSTEM TASARIMI

Aslıhan Burcu KILIÇ

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı

Yenidoğanlarda vücut dengesinin aniden bozulmasına karşı ya da aşırı ani uyarılara karşı istem dışı yapılan koruyucu motor yanıt şeklinde tanımlanan Moro refleksin hiç görülmemesi, zayıf görülmesi veya kaybolması gereken zamanda hala var olması, bebekte işlevsel bozukluk veya beyin hasarı olduğunu gösterir. Bu nedenle Moro refleks değerlendirmesinin doğru yapılması, sinir sisteminde bir hasar varsa doğru tanı koyarak, zamanında tedaviye başlanması çok önemlidir. Moro refleks değerlendirmesinin klinikteki uygulaması, doktorun bebeği ellerinden tutup kaldırarak düşürür gibi yatağın üzerine bırakması sırasında kol ve bacak hareketlerinin takibini gözle yapması şeklinde uygulanmaktadır. Değerlendirmede tanı ve tedavinin doğruluğu doktorun deneyimiyle doğrudan alakalıdır. Teşhisin objektif olabilmesi için literatürde moro refleks parametrelerinin ölçümlenmesine çalışan birkaç çalışma bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalarda önerilen yöntemler ancak birkaç araştırmada kullanılmış, klinikte uygulama alanı bulamamıştır.

Bu çalışmada, bebeğin hareketinin basit bir web kamerası ile takip edilmesine ek olarak literatürde ilk defa olarak hareketlerin 3 eksenli ve milisaniyeden küçük hassasiyetle ölçümünü sağlayabilecek bir ivmeölçer ile algılanmasını sağlayacak, klinikte kolayca uygulanabilecek, objektif bir mororefleks ölçüm ve analiz sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen sistem ile latens (moro gecikmesi) süresi ve toplam moro refleks süresi hem kamera görüntüsünden hem de 3 eksendeki ivme verilerinden tespit edilebilmektedir. Geliştirilen sistem ile ayrıca bebeğin kollarındaki hareketlerin 3 eksendeki değişimlerinin korelasyonu hesaplanarak bebeğin kollarının simetrik hareket edip etmediği bilgisi de objektif olarak değerlendirilebilmektedir.

Geliştirilen sistemle iki doktora yaptırılan uygulama sonuçlarına göre, ölçüm sonuçlarının oldukça tutarlı olduğu, kayıt ve analiz için sadece 3-4 dakikanın yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; maliyeti oldukça düşük, kullanımı kolay, klinikte rahatlıkla uygulanabilecek bir mororefleks ölçüm ve analiz sistemi ortaya konmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** İlkel refleksler, Moro refleksi, ivme ölçer, kamera, yenidoğan nörolojik muayenesi

**Danışman:** Yrd.Doç.Dr.Metin YILDIZ, Başkent Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü



## **ABSTRACT**

### **SYSTEM DESIGN FOR MORO REFLEX MEASUREMENTS**

Aslıhan Burcu KILIÇ

Baskent University Institute of Applied Sciences

Department of Biomedical Engineering

Moro reflex, which is defined as protective motor response against involuntary sudden unbalance of the body or excessive sudden stimuli of newborns, indicates functional impairment or brain damage in infants if it is weak, not present or still present when it is expected to disappear. Therefore, correct assessment of moro reflex, making the correct diagnosis if there is a damage in the nervous system, and starting treatment on time is very important. Clinical practice of moro reflex is applied by observing the baby's arm and leg movements while the doctor holds the baby's hands and drops the baby on bed. The accuracy of the diagnosis and treatment on evaluation is directly related to the doctor's experience. That's why several studies have been found in literature to make objective diagnosis. However, the proposed methods of those studies have been used in several research and their clinical applications could not be found.

In this study, in addition to tracking baby movements using a simple web camera, an objective moro reflex measurement and analysis system which for the first time in literature can measure the movements with 3-axis and sensitivity that is smaller than millisecond and can be detected with an accelerometer and also can be easily applied in the clinic, is aimed to develop. With the improved system, latency (moro delay) time and total moro reflex time can be determined from both camera image and 3-axis acceleration data. Additionally, with the improved system by calculating the correlation of the changes of the baby's movements in 3-axis, the information whether the baby's arms move symmetrically or not can be assessed objectively.

According to the results of applications of two doctoral studies with the improved system, it is determined that the measurement results are quite consistent and just 3-4 minutes are enough for record and analysis.

Consequently, a moro reflex measurement and analysis system has been developed with a relatively low cost, easy to use and easily applied in clinics.

**KEYWORDS:** Primitive reflexes, Moro reflex, accelerometer, camera, neonatal neurological examination.

**Advisor:**Yrd.Doç.Dr.Metin YILDIZ, Baskent University, Department of Biomedical Engineering



# İÇİNDEKİLER LİSTESİ

Sayfa

ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	iii
İÇİNDEKİLER LİSTESİ .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>4</b>
2.1.    Fetüs ve Yenidoğan Kas ve Sinir Sistemi Gelişimi.....	4
2.2.    Moro Refleksin Klinik Değerlendirmesi .....	6
2.3.    Moro Refleksin Tarihçesi.....	8
2.4.    Moro Refleksin Niceliksel Değerlendirmesi Konusundaki Çalışmalar ..	10
<b>3. MATERYAL VE METOD .....</b>	<b>13</b>
3.1.    Kullanılan Web Kamerası.....	14
3.2.    İvme Ölçerler.....	16
3.2.1.    MMA 7361L – 3 eksenli ivme sensörü .....	17
3.3.    Veri Toplama (DAQ: Data Acquisition ) Kartı .....	18
3.4.    Geliştirilen Sistemin Yazılımı.....	19
3.5.    Grafik Kullanıcı Ara Yüzü .....	20
3.5.1.    Kamera kontrol programı .....	22
3.5.2.    Veri toplama kartı kontrol programı.....	23
3.5.3.    Veri analiz programı.....	24
3.5.3.1. <u>Kameradan Mororefleks ölçümleri</u> .....	24
3.5.3.2. <u>İvmelerden Mororefleks ve simetrisi ölçümleri</u> .....	25
<b>4. SONUÇLAR .....</b>	<b>27</b>
<b>5. YORUM VE ÖNERİLER .....</b>	<b>32</b>
KAYNAKLAR LİSTESİ .....	35
EKLER LİSTESİ .....	38

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Refleks mekanizması .....	5
Şekil 2.2 Moro refleksin tetiklenmesi.....	7
Şekil 2.3 Moro refleks hareketlerin şematik gösterimi [7] .....	7
Şekil 3.1 Geliştirilen sistemin konsept şeması .....	13
Şekil 3.2 Kamera görüntüsü.....	14
Şekil 3.3 İvme yönünün eksenlerle gösterilmesi .....	17
Şekil 3.4 İvme sensörünün bacak bağlantıları.....	18
Şekil 3.5 Kullanılan DAQ kartının bacak bağlantıları.....	19
Şekil 3.6 Tasarlanan Kullanıcı Ara Yüzünün (GUI) genel görünümü .....	21
Şekil 4.1 Kullanıcı Ara Yüzü (GUI) .....	28

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Moro refleks parametreleri.....	12
Çizelge 3.1 Kullanılan kamera ile kaydedilebilecek görüntü boyutları .....	15
Çizelge 4.1 İki doktorun, ikişer kez gerçekleştirdiği mororefleks ölçüm sonuçları	29



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
DAQ	Data Acquisition
GUI	Graphical User Interface
kHz	Kilohertz
LED	Light Emitting Diode
MEMS	Microelectromechanical systems
MP	Mega Piksel
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
SP	Serebral Palsi



## 1. GİRİŞ

İnsanlarda refleks hareketler anne karnında başlayan istemsiz davranışlardır. Bunların bir kısmı doğumdan belli bir süre sonra kaybolurken bir kısmı ömür boyu devam eder. Mororefleks, 1918 yılında Ernst Moro tarafından yeni doğanın sinir sistemi ve nörolojik gelişimiyle ilgili bilgi vermesi nedeniyle takip edilmesi gereken bir refleks türü olarak tanımlanmıştır. Moro refleksi, beyin sapı tarafından kontrol edilen, sağlıklı bir bebekte gebeliğin 25. haftalarında başlayıp, merkezi sinir sisteminin gelişmeye başladığı 4. ve 6. aylardan itibaren yerini motor hareketlere (istemli hareketler) bırakan bir refleks türüdür [1,2].

Moro refleksin, hiç görülmemesi, zayıf görülmesi veya kaybolması gereken zamanda hala var olması, yeni doğan sinir sisteminde var olan işlevsel bozukluğu veya beyin hasarını gösteren bir durumdur [3,4]. Beyin ve sinir sistemi hasarına neden olan hastalıklar bebekler için ileride tedavisi olmayan sonuçlara neden olabilmektedir. Bu nedenle Moro refleksi değerlendirmesinin doğru yapılması, sinir sisteminde bir hasar varsa doğru tanı koyarak, zamanında tedaviye başlanması açısından çok önemlidir.

Moro refleksi değerlendirmesi, klinik uygulaması çok kolay olduğu için, yenidoğan merkezi sinir sistemi bütünlüğü, sağlığı ve gelişimini değerlendirmede en yaygın kullanılan yöntemdir. Doktor, literatürdeki yöntemlerden biri ile Moro refleksi tetikler [5,6], gözle bebeğin kol ve bacak hareketlerini takip eder, refleksin gelişip gelişmediği, her iki kolda birlikte görülüp görünmediği ve el-kol-vücut koordinasyonu gibi gözlemler ile bebeğin sinir sisteminin sağlıklı gelişip gelişmediği konusunda bir karara varır. Bu tür gözlemsel tanıya dayalı kliniksel uygulama ve değerlendirmelerle ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır [4,7,8,9,10]. Bu tür muayenede değerlendirme ve tanının doğruluğu; doktorun becerisi, bilgi birikimi ve tecrübesi ile doğrudan ilişkilidir.

Son 20 yılda, gözlemsel karar verme yerine, bebeklerin hareketlerini ölçülebilir parametreler haline getirerek objektif bir değerlendirme yapılmasını öneren birkaç çalışmaya rastlanmaktadır [11,12,13]. Louise Rönnqvist ve ark. 1994 yılında uyarı verilmesiyle tetiklenen Moro refleksi gözlemlenmeye ve Moro refleksin aşamalarını (abduksiyon, ekstansiyon, fleksiyon) sayısallaştırarak ölçülebilir yapmaya çalışmışlardır. Bu çalışmada, moro refleksi ölçümü için optoelektronik bir cihaz

kullanılmıştır. Sistemdeki kamera ve LED'lerin her zaman aynı açılarda konumlanmaları gerektiğinden sistemin her kullanım öncesinde mutlaka kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir. Bu cihaz ile bebeğin el ve kol hareketlerinin uzaydaki deseni (hareketlerin simetrik olup olmadığının ortaya konulması), süresi, hızı, latens süresi ve kolların hareketinin ivme değerlerini analiz etmeyi amaçlamışlardır [11].

Louise Ronnqvist ve ark. 1997 bir diğer çalışmalarında uyarılmış moro refleksin vücutta sadece dikey eksenle harekete neden olacağı düşüncesinden yola çıkarak bebeklerin her iki el bileğine taktıkları tek eksenli ivme sensörüyle Moro refleksle ilgili ölçümler yapmaya çalışmışlardır. Kullandıkları video kaydedici cihazla da ivme sensörlerinden alınan verilerin, Moro refleks anındaki kısımlarını tespit etmişlerdir [13].

Bijesh S ve ark. 2013 yaptıkları çalışmada, sadece video kaydı alıp, bunun kare kare izlenmesi ile moro refleksle ilgili parametreleri ölçmeyi denemişlerdir [12]. Bu yöntemle yaptıkları klinik uygulama ile kız ve erkek bebeklerde Moro refleksle ilgili parametrelerin normal değerlerini belirlemeye çalışmışlardır.

Louise Rönqvist ve ark. 1994' nın çalışmasında kullanılan optoelektronik cihaz her kullanımdan önce kalibrasyon gerektirip klinikteki uygulanması zordur. Aynı grubunun daha kolay uygulama yapılmasını sağlayabilecek tek eksenli ivme ölçerli ölçüm sistemi ise bebeğin kollarında görülen 3 eksenli hareketin takibine imkan vermediği için klinik açıdan bazı önemli parametrelerin göz ardı edilmesine sebep olabilir. Ayrıca 1997'de uygulanmasına rağmen klinikte bir uygulama alanı bulamamış, deneysel bir sistem olarak kalmıştır. Sadece kamera görüntüsünden Moro refleks ölçümünü hedefleyen çalışmada ise kamaranın çekim sıklığına bağlı olarak ölçümün hassasiyetinin düşük olması, görüntüden 3 boyuttaki hareketinin net olarak algılanmasının güçlüğü gibi dezavantajları vardır.

Bu çalışmada, bebeğin hareketinin basit bir web kamerası ile takip edilmesine ek olarak literatürde ilk defa olarak hareketlerin 3 eksenli ve milisaniyeden küçük hassasiyetle ölçümünü sağlayabilecek bir ivmeölçer ile algılanmasını sağlayacak, klinikte kolayca uygulanabilecek, objektif bir mororefleks ölçüm ve analiz sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen sistem ile latens (moro gecikmesi) süresi, ve toplam moro refleks süresi hem kamera görüntüsünden hem de 3 eksenli

ivme verilerinden tespit edilebilmektedir. Geliştirilen sistem ile ayrıca bebeğin kollarındaki hareketlerin 3 eksendeki değişimlerinin korelasyonu hesaplanarak bebeğin kollarının simetrik hareket edip etmediği bilgisi de objektif olarak değerlendirilebilmektedir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde çalışmanın motivasyon ve amacından bahsedilmiştir. İkinci bölümde genel bilgiler başlığı altında bebeklerde sinir kas gelişimi, Moro refleksi ve klinik önemi, literatürde Moro refleksi parametrelerinin ölçümü ile ilgili bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde geliştirilen Moro refleksi ölçüm ve analiz sisteminin geliştirilmesinde dikkat edilen unsurlar ile donanım ve yazılımsal özellikleri açıklanmıştır. Son bölümde ise gerçekleştirilen sistemle yapılan örnek Moro refleksi kayıtları ve doktorlar tarafından yapılan analizlerin sonuçları verilerek, konu hakkında gelecekte yapılması muhtemel çalışmalar hakkında önerilerde bulunulmuştur.

## 2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde öncelikle anne karnındaki fetüsün ve doğum sonrası yenidoğanın kas ve sinir sistemi gelişim sürecine değinilmiştir. Fetüs ve yenidoğanın sahip olduğu ilkel reflekslerden istemli hareketlere geçiş sürecinde beynin motor korteksinin görevleriyle ilgili bilgilere yer verilmiştir. İlkel reflekslerden biri olan ve bu çalışmada ölçüm ve değerlendirmesine çalışılan Moro refleksin tarihçesi ve konu ile ilgili klinik araştırmalar hakkında bilgiler verilmiştir. Son olarak literatürde Moro refleks parametrelerini ölçülebilir parametrelere dönüştürmeye çalışan ve bu çalışmaya da ışık tutabilecek çalışmalara değinilmiştir.

### 2.1. Fetüs ve Yenidoğan Kas ve Sinir Sistemi Gelişimi

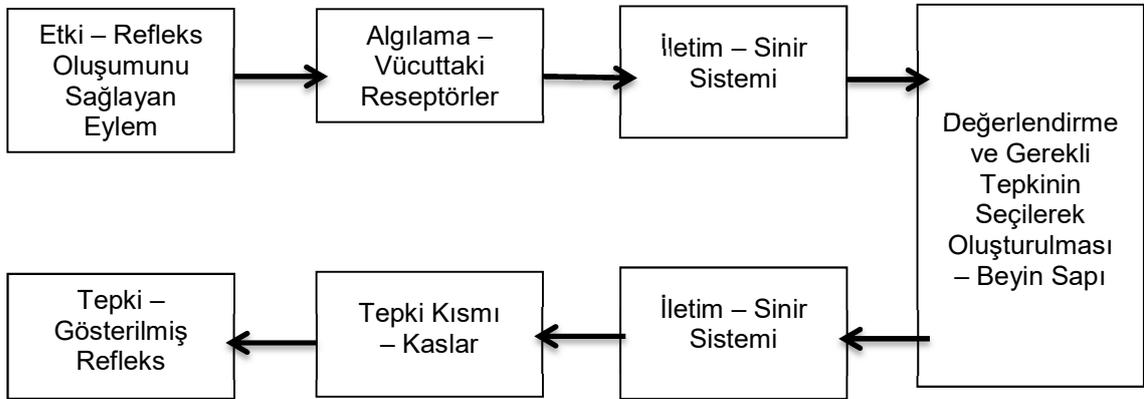
Embriyo oluşumu hayatın başlangıcıdır. Embriyo, çeşitli farklılaşmalar gerçekleştirerek insan yapısının tüm bölümlerini, organlarını, sistemlerini, bilinen ve bilinmeyen tüm mekanizmalarını oluşturur. Döllenmeden 18 gün sonra embriyoda 3 hücre tabakası belirir: (1) Endodermden akciğer, karaciğer, sindirim sistemi organları vs., (2) Mezodermden kaslar, bağ dokusu, damar yapıları vs., ve (3) Ekdodermden sinir sistemi (beyin, omurilik) ve deri vb. organlar oluşur.

Nöral tabaka embriyonal dönemin 3. haftasında ektodermden farklılaşır. Nöroektodermal hücrelerden nöron, astrosit, oligodendrosit, ve ependimal hücreler; mezodermden de mikroglial hücreler ayrışmaya başlar. Ön beyin (forebrain), orta beyin (midbrain) ve arka beyin (hindbrain) oluşumu 5. haftada gerçekleşir. Anne karnındaki sekizinci haftada hemen hemen bir çilek büyüklüğünde tanımlayabileceğimiz fetüsün denge ve ısıtmeyi sağlayan aynı zamanda uyarı sonucu moro refleksi ortaya çıkaracak olan iç kulağı gelişir. 12-16.haftalarda kas gelişimi görülür. 24 ve 28.haftalarda kol ve bacak kasları gelişmiştir. Miyelinizasyon ise gebeliğin ikinci trimestirinde (~22. hafta) başlar ve erişkin yaşlara kadar devam eder. En primitif bölgeler (paleoserebellum, beyin sapı, omurilik) önce miyelinize olurken frontal korteks ve kortikal asosiyasyon lifleri en geç miyelinize olmaktadır. Bu nedenle plasental yetmezlik gibi çeşitli dış faktörler söz konusu olduğunda miyelinizasyona zarar vererek beyin fonksiyonları bozulmaktadır. Beyin hacim artışı hamileliğin 5. ayından doğum sonrası 6. aya kadar maksimum hızdadır. Bu nedenle de bu dönemdeki bazı hastalıklar mikrosefaliye neden olabilir. Sinir sisteminin gelişmesi 2 yaşında erişkinin %

60'ına, 6 yaşında % 90'ına ulaşır. Büyüme sırasında beyin toplam vücut ağırlığına oranla küçülür, 2. fetus ayında ağırlığın %25'i, doğumda %10'u, erişkinde ise %2'sidir.

Çocuklarda nöromotor gelişimi beyin ve mental, fiziksel ve beceri kabiliyet kazanımı anlamında olgunlaşmak demektir. Nöromotor gelişimi merkezi sinir sistemi gelişimiyle doğrudan alakalıdır. Nöromotor gelişim kaba motor ve ince motor olarak ikiye ayrılmaktadır. Normal gelişim basamaklarında kaba motor gelişim baş tutma 3 ay, desteksiz oturma 7-8 ay, desteksiz yürüme 13-15 ay, merdiven inme ve çıkma 2 yaş, top atama, topa vurma olarak özetlenebilir. İnce motor gelişimde ise izleme orta hatta kadar 1 ay, orta hattı geçme 3 ay, cisimlere ulaşma ve avuçla tutma 4 ay, elden ele geçirme 6 ay, baş parmak ile tutma 9 ay olarak değerlendirilmektedir.

Normal yenidoğanın hareketi ilkel reflekslerden oluşmaktadır. Şekil 2.1.'de kabaca bir refleksin oluşum mekanizması şematik olarak gösterilmiştir. Bu şemaya göre genel anlamı ile reflekslerin vücudun çeşitli uyarılara verdiği ani tepki olduğu söylenebilir.



**Şekil 2.1 Refleks mekanizması**

İlkel refleksler; Moro, avuçlama refleksi ve ayak tabanı refleksi, aranma refleksi, emme refleksi, asimetric tonik boyun refleksi, Galant, Babinski, Rossolimo, çapraz germe, tonik labirent refleksi olarak tanımlanmıştır. MSS geliştikçe bu ilkel refleksler baskılanır [14]. Gövde dengesini sağlayan ileri postüral refleksler ortaya çıkar ve istemli motor hareketler başlar. Bu sayede çocuk büyümesinin belirli dönemlerinde belirli hareket kabiliyetleri kazanır. İlkel refleksler ve postüral tepki

muayenesi yenidoğan ve erken çocukluk döneminde merkezi sinir sistemi gelişiminin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerden biridir [15]. Bu refleks hareketlerden 5 veya daha fazlasından beklenen dışı bir hareket tepkisi gözlenmesi gelişme geriliği ya da serebral palsi hastalığını işaret etmektedir [37].

## 2.2. Moro Refleksin Klinik Değerlendirmesi

Günümüzde Moro refleks vücut dengesinin aniden bozulmasına karşı ya da aşırı ani uyaranlara karşı istem dışı yapılan koruyucu motor yanıt şeklinde tanımlanmaktadır. Moro' nun önerdiği orijinal metotta; Moro refleks bebeğin başının altındaki yastığın bir tarafına vurularak ortaya çıkarılmaktaydı. Daha sonraları refleksi ortaya çıkarmak çeşitli metotlar denenmiştir. Bunlar; masa yüzeyinin üzerine vurmak, göğüs ya da mide bölgesine sıcak ya da soğuk temasta bulunmak, abdomene hafifçe dokunmak, yüksek bir ses çıkarmak, bebeğin başının bir miktar kaldırılıp düşürülmesidir. Günümüzde Moro refleks değerlendirilmesi için en sık kullanılan yöntem baş düşürme metodudur [8].

Moro refleks 4 evreden oluşur.

1. Kollar omuzlardan itibaren gövdeden uzaklaşır (abduksiyon).
2. Kollar dirseklerden itibaren düz bir şekilde uzatılır (ekstansiyon).
3. Kollardirseklerdenbükülür (fleksiyon).
4. Kollar tekrar gövdeye yaklaşarak sakin duruma geçer. Bu hareketler sırasında parmaklar açılır ve genellikle bebek irkilerek ağlar [8].

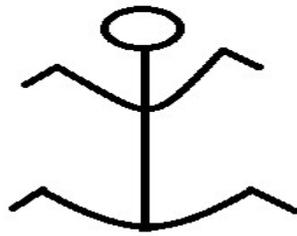
Zamanında doğan sağlıklı bebeklerle yapılan çalışmalarda Moro refleksin ilk 12 haftada görüldüğü, yenidoğan döneminin tamamlanması ve yaşın ilerlemesiyle birlikte yanıtın kollarda sadece abduksiyon ve ekstensiyonu içerecek şekilde kaldığı bildirilmiştir. 12. haftadan sonra azalmakta ve 20. haftada %80 oranında yanıt alınmamaktadır. 6. ayla birlikte refleks tamamen kaybolmaktadır [8].

Moro refleksin takibi Şekil 2.2'de görüldüğü gibi doktorun bebeği ellerinden tutup kaldırarak düşürür gibi yatağın üzerine bırakılması sırasında gözle kol ve bacak hareketlerinin takibi ile yapılmaktadır. Şekil 2.3'de Moro refleks sırasında bebeğin el ve kol hareketleri şematik olarak gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere, Moro refleks sırasında 1'den 4'e numaralanmış hareket döngüsü tamamlanmaktadır. Bebeğin başının düşürülmeye başladığı an ile kollarını ilk harekete geçirdiği an

arasında geçen süre **Moro gecikmesi (Latency)** olarak isimlendirilmektedir. Bebeğin kollarını uzatıp (ekstensiyon) tekrar ortada ilk birleştirmesine kadar geçen zaman **optimal Moro refleks süresini** tanımlamaktadır. Aynı hareketin bir kez daha tekrarlanmasına kadar geçen süre ise **toplam Moro refleks süresi** olarak tanımlanmaktadır.



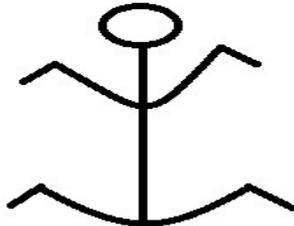
**Şekil 2.2 Moro refleksin tetiklenmesi**



1. Ekstensiyon



2. Fleksiyon



3. Ekstensiyon



4. Fleksiyon

**Şekil 2.3 Moro refleks hareketlerin şematik gösterimi [7]**

Yenidoğan döneminde ve erken süt çocuğu döneminde moro refleksin olmaması klinik açıdan önemli olup takip edilmesi gereken bir durumdur. Moro refleksinin 3 aydan önce kaybolması ya da azalması ve 6. aydan sonra devam etmesi anormal olarak kabul edilmektedir.

Doğumdan kaynaklanan yaralanma ve incinmeler, beyin anomalisi, enfeksiyon, kaslarda zayıflık, kafatası içi kanama ya da spastik serebral palsi refleksinin olmamasının sebepleri arasındadır. SP bir hastalık olarak tanımlanmamakta olup, ilerleyici olmayan, motor işlev kaybı gözlenen ve pek çok nörolojik bozukluğuna alan bir terim olarak tanımlanmaktadır [4,9,16]. SP hastalarında, Moro refleksinin ilk aylarda görülmediği, 5. ya da 7. aylarda görülmeye başlandığı ve 11. aya kadar devam ettiği bilinmektedir.

Refleksinin cevabının asimetrik olması ise beyindeki lokal hasarın bir işaretidir. Abartılı refleks cevabı ise hidranensefali sendromundan kaynaklı olabilir [8].

Günümüzde Moro refleksi maturasyon değerlendirilmesinde, doktorlar herhangi bir cihaz kullanmaksızın sadece gözlemsel muayeneye sonucuna göre yenidoğanda herhangi bir gelişme geriliği olup olmadığına kararına varmaktadır. Değerlendirmenin gözlemsel olması, bundan dolayı kararın kişiye bağlı değişme ihtimali, teşhis ve buna bağlı doğru tedaviyi uygulamayı zorlaştırır. Literatürde, bu muayeneyi daha objektif bir şekilde yapmak için; Moro refleksiyle ilgili parametrelerin ölçümünü yapmaya çalışan birkaç makaleye rastlanmaktadır.

### **2.3. Moro Refleksinin Tarihçesi**

İlkel yeni doğan reflekslerinden biri olan Moro refleksi 1918 tarihinde ilk tanımlayan kişi olan Ernest Moro'nun adıyla anılmaktadır. Bebeğin doğumuyla birlikte yoğun ve net olan Moro refleksi cevabı şiddeti zamanla azalarak genellikle 3. aydan sonra sona ermektedir. Prematüre bebeklerde Moro refleksi cevabı daha geç sona ermektedir. Moro refleksi cevabının bitmesi gereken zamanda hala devam ediyor olması nörolojik bir problemin olduğunun işaretidir.

1921 yılında Freudenberg ve Heidelberg, Moro refleksi ortaya çıkaracak uyarı çeşitleriyle ilgili yaptıkları çalışmada, kolların 2. kere orta ekseninde kavuşmasının her seferinde ortaya çıkmadığına dikkat çekmişlerdir. Aynı zamanda bacaklarda da ekstensiyon hareketinin gözlemlendiği bacakların refleksi hareketinin kollar kadar kolay olmadığını rapor etmişlerdir [6].

Schaltenbrand, 1925 Moro refleksinin bebeklerin vücudunun beklenmedik bir anda uyarılması sonucu kulaktaki yarım daire kanallarının uyarılması ile ortaya çıktığını ileri sürmüştür [6]. Aynı zamanda bebeğin uyarılmadan önce pozisyonlandırılması

sırasında başının orta ekseninde olması gerektiği sağa ya da sola dönük halde muayeneye başlanması halinde kol hareketlerinin asimetrik olabileceği bu da Moro refleksi cevabının sağlıklı ve doğru olmamasına neden olabileceğine değinmişlerdir. 1927 yılında Peiper ve Isbert yaptıkları çalışma Freudenberg ve Heidelberg'in çalışmasını desteklemiş, bu çalışmada Moro refleksi, bir uyarıya karşı verilen irkilme cevabı olarak tanımlamışlardır.

Freudenberg ve Heidelberg'in sesin Moro refleksi ortaya çıkarmak için iyi bir uyarıcı olmadığı iddiasına karşı Strauss sesi iyi bir uyarıcı kabul etmiştir. Strauss bebeklikten çocukluk dönemine geçişte Moro refleksinin yerini irkilme refleksine bıraktığı görüşündedir. Hunt ve Landis 1938 yılında çektiği bir seri fotoğrafın incelemesi sonunda Moro refleksi ile irkilme refleksinin birbirinden farklı olduğu görüşünü savunmuşlardır [6].

1947 yılında Andre-Thomas ve Hanon bebeği yarı oturur pozisyonda tutarak başının arkaya düşmesine izin vererek yaptığı çalışmada Moro refleksi cevabının en iyi sonucu verdiğini söylemiştir. Moro refleksinin vestibular kaynaklı olmadığını, boyundan kaynaklanan proprioceptive uyarı olduğunu savunmuşlardır [6].

1964 yılında Arthur H.Parmelee, Jr.M.D.'nin yaptığı çalışmada, daha önceki çalışmalardan da faydalanarak Moro refleksi en iyi ortaya çıkaracak uyarıcı metodunu belirlemeyi amaçlamışlar. Bunun için 4 yöntem kullanmışlar. Bunlar; bebeğin başını arkaya düşürmek, bebeğin ayağına iğne batırmak, yüksek ses ve bebeğin yattığı yüzeye el ile vurmaktır. Çalışmanın sonunda bebeğin başını düşürmek ve bebeğin yattığı yüzeye vurma Moro refleksi cevaplarının eşit ve en iyi sonucu veren yöntemler olduğuna karar vermişlerdir.

#### 2.4. Moro Refleksin Niceliksel Değerlendirmesi Konusundaki alışmalar

Literatürde ilkel refleksler ve vücut duruş tepkilerinin değerlendirilmesine yönelik çeşitli ölçeklendirme yöntemleri [17,18,19,20,21,22,23], gelişimi izlemeye yönelik testler [24,25,26,27,28,29,30], motor gelişimi değerlendiren motor değerlendirme araçları [31,32,33,34,35] yer almaktadır. Ancak bu testlerin hiç biri 12 aydan daha küçük bebeklerin erken teşhis ve tanısında etkin olmamıştır [37].

Klinikteki uygulaması tamamen gözlem ve tecrübeye dayanan Mororeflaks takibi erken dönemde bebeklerde sinir kas gelişimi hakkında bilgi sağladığı için çok önemlidir. Literatürde Moro refleks ölçümlerini objektif olarak değerlendirmeye çalışan birkaç çalışmaya rastlanmaktadır [14,36].

Moro refleks sırasındaki hareketlerin sayısal parametrelerle ölçümüne yönelik çalışmalardan ilki Rönnqvist ve ark. 1994 tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, moro refleks ölçümü için sinyal yayan ve sinyal alan 2 kısımdan oluşan optoelektronik bir cihaz kullanılmış olup, ölçüm düzeneğinin sinyal yayan kısmı kızıl ötesi LED'lerden, sinyal alan kısmı ise bu LED'lerin dalga boyuna duyarlı kameralardan oluşmuş olup, el kol hareketleri bu düzenekle izlenmiştir. İşlemlerin takibi için sisteme bir video kamera ilave edilmiştir.

Bu optoelektronik sistem ile kameradan alınan görüntülerden, her iki elin hareket hızı, mesafesi, latens süresi ve ivme değişimleri ölçülmüştür. Geliştirilen sistem ile bebeğin kollarının hareketlerinin simetrik olup olmadığı, gün içinde veya farklı günlerde yapılan mororeflaks ölçümlerinin değişiklik gösterip göstermediği, bebeğin sakin durması veya ağlamasının mororeflaks ölçümlerine etkisi olup olmadığına bakılmıştır.

52 bebek üzerinde yapılan analizler sonucunda, bebeklerin kollarını %82 oranında asimetrik olarak hareket ettirdikleri gözlemlenmiştir. Moro gecikmesi (latency) süresinin sağ kol için 78 ms-144 ms, sol kol için ise 97 ms-165 ms arasında değiştiği ve sağ kolun moro gecikmesinin sol kola göre genellikle daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Doğumdan sonraki 5 gün boyunca günde birkaç kez alınan ölçümler değerlendirildiğinde, günler arasında ve gün içinde yapılan mororeflaks ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bebeğin sakin durması veya ağlaması sırasında alınan ölçümlerin karşılaştırılması

sonucunda, ağlama ile refleks gücü, latens süresi ve kinematik parametrelerin değiştiği tespit edilmiştir.

Ronnqvist ve ark. 1997, 9'u normal doğum 8'i sezeryan olmak üzere toplam 17 bebeğin el/kol hareketlerinden asimetri/simetriyi tek eksenli ivme ölçer ve kamera ile gözlemlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmada; Moro refleks, bebeğin uyarılması tüm vücudun dikey yönde harekete maruz bırakılması sonucu vestibular sistemin uyarılmasıyla ortaya çıkan bir refleks türü olarak kabul edilip, tek eksenli bir ivme ölçer kullanılmıştır.

Çalışmada Moro refleksini ortaya çıkarabilmek için tüm vücut düşürme yöntemi kullanılmıştır. Bebeğin iki bileğine bağlı ivme ölçerlerden alınan sinyaller kullanılarak Moro gecikmesi ve moro başladıktan sonra ivmenin maksimum değere ulaştığı optimal moro süresi ölçülmüştür. Dikeyle 80 derece açı yapacak şekilde ve bebeğin başından 3 metre mesafede olacak şekilde yatağın ayakucu kısmına bir kamera yerleştirilmiştir. Kamera görüntülerine bakılarak ivme sensörlerinden alınan verilerin moro anına karşılık gelen kısmının kontrolü yapılmıştır. Bebeklerden sakin ruh hali içerisindeyken ölçümler alınmış, ağlama olması halinde test sona erdirilip baştan başlatılmıştır. Baş ve gövdenin orta ekseninde tutularak ellerin de göbük üstüne getirilmesi testin başlaması için uygun görülen pozisyon olarak karar verilmiştir.

Çalışmada normal yolla doğan bebeklerle sezeryanla doğan bebeklerin moro gecikmesi parametreleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Sağ kol ortalama latens değeri 117 ms. sol kol ortalama latens değeri 129 ms. ölçülmüştür. Bebeklerin %78,3'ünde sağ kolun latens süresi sol kolun latens süresinden daha kısa çıkmıştır. Bebeklerin %18,3'ünün ise daha kısa latens süresine sahip olduğu görülmüştür. İvme değerinin maksimum değerine ulaşma anları arasında süre açısından iki kol arasında sezeryan ve normal doğanlar arasında herhangi bir fark bulunmamıştır.

Moro refleksinin nicel değerlendirmesini yapmaya çalışan bir başka çalışmada ise Bijesh ve ark. 2013, sadece video kaydı alarak, moro refleks parametrelerini belirlemeye çalışmışlardır. Video kaydı kare kare incelenerek, bebek uyardıktan sonra tepki alınmaya kadar geçen süre olarak tanımlanan latens süresi, bebeğin kollarını açıp tekrar ortada birleştirme zamanı olarak kabul ettikleri optimal moro

refleks süresi ve bebeğin kollarının tamamen sakinleşmesine kadar geçen toplam moro refleks süresi parametrelerini ölçümlenmişlerdir.

Çalışmayla, sezeryanla ve normal yolla doğan bebeklerdeki Moro refleks ile ilgili parametrelerin standart değerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 91 bebekten (48 erkek, 43 kız) doğduktan sonraki ilk 48 saat içinde Moro refleksle ilgili parametreler belirlenmiştir. Ölçülen parametreler Çizelge 2.2'de verilmiştir. Ölçülen parametrelerde, erkek ve kız bebekler arasında bir farklılık olmadığı, sezeryanla ve normal doğanlarda ise sadece optimal moro süresinde bir farklılık olduğu görülmüştür.

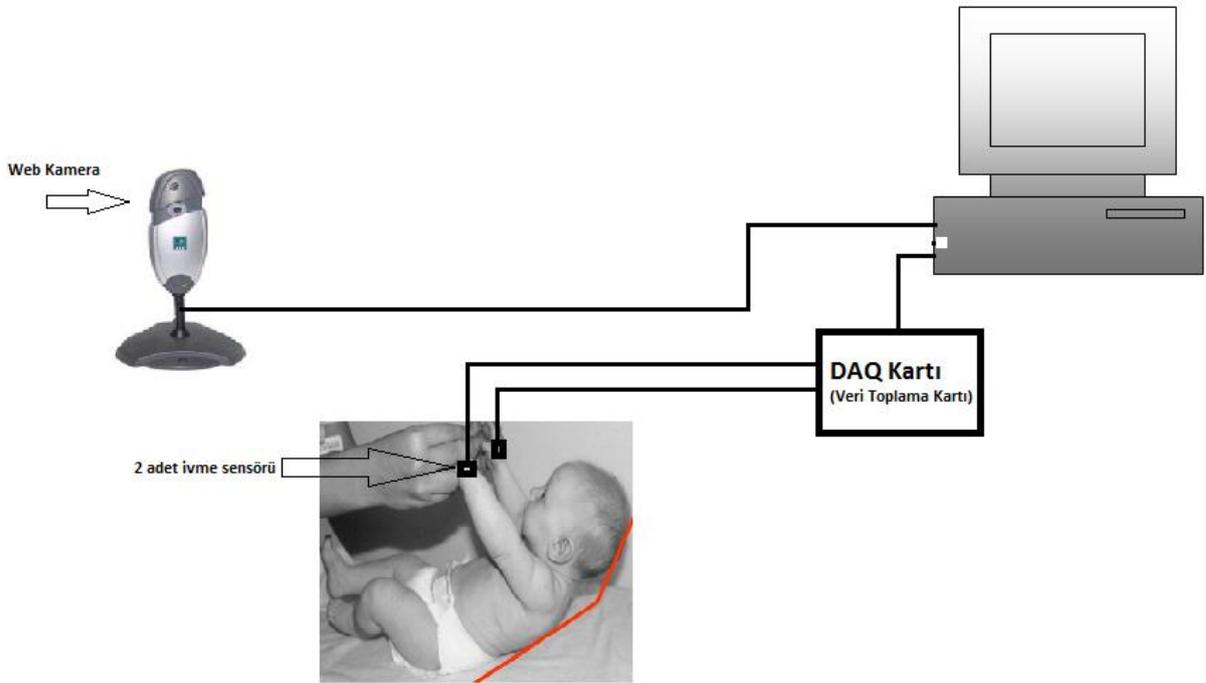
Çizelge 2.1 Moro refleks parametreleri

<b>Moro Refleks Parametreleri</b>	<b>Değerlendirme Durumu</b>
<b>Latens Aralığı</b>	<b>0,41-0,49 sn.</b>
<b>Optimal Süre</b>	<b>0,91-1.04 sn.</b>
<b>Toplam Süre</b>	<b>2,34-2,59 sn.</b>

Klinik karar verme için, mororefleksin görülme durumunun: 0, 0,49 sn den uzun moro refleks gecikmesinin: 1, 0,41-0.49 sn aralığındaki moro gecikmesinin: 2, 0,41 sn den küçük moro gecikmesinin: 3 ile kodlanmasını önermişlerdir. Bebekler uzun dönem için takip edilerek; kısa latens süresi gözlemlenen bebekler ilerideki yaşamda dikkat eksikliği ve öğrenme zorluğu yaşayabilecekken, uzun latens süresi gözlemlenen bebeklerde çeşitli sinir sistemi patolojileriyle karşılaşılacağı değerlendirilmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, Moro refleksi ilgili ölçümlerin hem bebeği görüntüleyecek şekilde yerleştirilmiş bir web kamerası hem de bebeğin her iki bileğine bağlanacak 3 eksenli ivmeölçerlerin kullanılması ile yapılması planlanmıştır. Şekil 3.1.'de geliştirilen sistemin blok diyagramı görülmektedir. Bebeğin hareketlerini takip etmek ve kayıt altına almak üzere yatağın başucuna bebeğin tüm vücudunu görecektir şekilde 1 adet web kamera konumlandırılmaktadır. Bebeğin her iki el bileğine bağlanacak ivme ölçerlerden alınan analog sinyaller bir veri toplama kartına bağlanıp, sayısala çevrilerek bilgisayara aktarılmaktadır.



**Şekil 3.1 Geliştirilen sistemin konsept şeması**

Sistemdeki kamera iki işlevi birlikte yerine getirmektedir. Birincisi; daha önce sadece kamera kayıtlarından Moro refleksi ölçümünü gerçekleştiren çalışmalar gibi Moro refleksi ölçümlerini, bebeğin görüntülerinin kare kare incelenmesi ile gerçekleştirmektir. İkincisi; bebeğin kollarını hareket ettirmesi sırasında kaydedilecek ivme verilerindeki hangi kısmın Moro refleksi anına karşılık geldiğini tespit etmektir. Yalnız kamera görüntüleri ile yapılacak ölçümler, web kameralarının en yüksek görüntüleme hızının 30 çerçeve/sn. olduğu dikkate alınır, hassasiyeti düşük bir ölçüm yapılması anlamına gelir. Bebeğin el

bileklerine yerleştirilen 3 eksenli ivmeölçerler ile hem çok daha yüksek bir zaman çözünürlüğü ile ölçüm yapılabilmesi, hem de kolların 3 eksendeki hareketinin de değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Bebeğin sağlıklı beyin gelişimine sahip olup olmadığı kollarındaki hareketin simetrisiyle de ilişkili olduğundan, ivme verileri kullanılarak simetrinin takibi de yapılmaktadır.

Çalışma için ayrıca, Moro refleks kaydı, ölçüm ve analizlerini gerçekleştirecek bir yazılımda geliştirilmiştir. MATLAB ortamında geliştirilen yazılım ile kamera ve ivmeölçerlerden eş zamanlı veri alınıp kaydedilmesi ve hemen hasta başında kısa süre içinde analiz edilmesi mümkün olmaktadır.

### 3.1. Kullanılan Web Kamerası

Çalışmada, bebeğin bulunduğu tarafa doğru yönlendirilebilen ayaklı bir web kamerası (A4 Tech, Taiwan) kullanılmış olup, maliyeti çok düşüktür. (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2 Kamera görüntüsü**

Kamera gövdesinin spiralli yapıda olması sayesinde bebeğin bulunduğu yöne doğru kolayca döndürölüp konumlandırılabilir. Otomatik beyaz dengesi ayarlama fonksiyonu ile parlamaların ya da ışığın geliş yönünden kaynaklı karanlık alan oluşumunun önüne geçilir. Otomatik odaklama özelliği sayesinde odak ayarı yapmadan en net görüntü elde edilebilmektedir. Minimum 3.9 inç (9.9 cm) mesafeden netleştirilmiş görüntü alabilir ve görüş açısı 54 derecedir. Geniş görüş açısı ve kısa netleştirilmiş görüntü mesafesi küçük alanlarda bile ölçüm alınmasını sağlar. 0.35 MP'lik CMOS sensöre sahiptir.

Kameranın alabileceği görüntü boyutları ve saniyede göstereceği kare (fps) değeri programın kullanım alanı ile ilgili olarak isteğe bağlı olarak değiştirilebilmektedir. MATLAB'ın Image Acquisition Araç Kutusu (Görüntü Yakalama Araç Kutusu) ile kameranın özellikleri istenen şekilde değiştirilebilmektedir. Kameranın söz konusu araç kutusundan görüntünün renkli veya siyah-beyaz seçimi, görüntü boyutu, parlaklık, kontrast, saniyedeki pencere sayısı, beyaz ayarı seçme veya ayarlama özelliği mevcuttur. Bu çalışma için en önemli olan iki özellik; görüntü kalitesiyle doğrudan ilgili olan görüntü boyutu seçimi ve saniyede kare yakalama hızı olarak tanımlayabileceğimiz, 1 saniyede alınacak görüntü penceresi (fps) sayısıdır.

Görüntü boyutu olarak tanımladığımız kavram; bir görüntünün yükseklik ve genişliğindeki toplam piksel sayısını ifade etmektedir. Bir görüntünün boyutu ne kadar büyükse, görüntü büyük boy kağıda basıldığı zaman o kadar çok ayrıntı içerir. Bir görüntüde inç başına ne kadar çok piksel varsa çözünürlük ve detay o kadar yüksek olur demektir. Web kameranın görüntü boyutu seçenekleri Çizelge 3.1.'de verilmiş olup, bebeğin hareketlerinin mümkün olan en iyi ayrıntı ile takip edilebilmesi için maksimum değer 640 x 480 görüntü boyutu seçilmiştir.

Çizelge 3.1 Kullanılan kamera ile kaydedilebilecek görüntü boyutları

Görüntü Boyutları
160x120
176x144
320x240
352x288
640x480

Çalışmada kullanılan kameranın saniyede görüntü yakalama hızı (fps) 15 ve 30 olmak üzere 2 adet seçeneği bulunmaktadır. Çalışmada maksimum değer olan saniyede 30 pencere değeri kullanılarak mümkün olan en kısa zaman aralığında bir görüntü alınması sağlanmıştır.

Kullanılan kamera, 4 pin USB üzerinden bilgisayara bağlanıp, MATLAB Image Acquisition Araç Kutusu (Görüntü Yakalama Araç Kutusu) vasıtası ile kontrol edilebilmektedir.

### 3.2. İvme Ölçerler

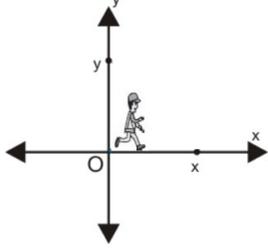
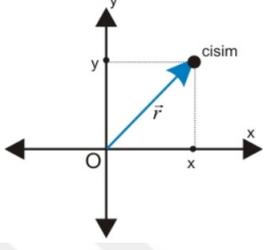
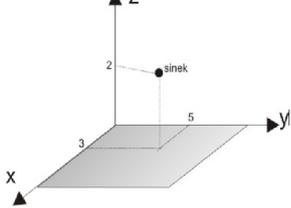
İvme; hızın zamana göre türevi olarak tanımlanmaktadır. Birimi metre/saniye<sup>2</sup> dir. İvme vektörel bir nicelik olup cismin hızının ve hız yönündeki şiddetin değişimini göstermektedir. Bir cismin ivmesini bilmek demek hızının yönünü ve hız şiddetindeki değişimi bilmek demektir.

İvme sensörleri, bir cismin ivmesini ve ivmelenmesinin yönünü algılayıp bulunla orantılı elektrik sinyal üreten komponentlerdir. İvme sensörleri; genellikle ivme, titreşim, hareket ve mekanik darbe etkilerini ölçmede kullanılırlar. Modern ivme sensörleri, MEMs [22] teknolojisiyle üretilir ve ölçüm metodu olarak electron tunneling, piezoelektrik, piezorezistif ve kapasitif etkiyi kullanılırlar.

Piezoelektrik ivme sensörleri yüksek hassasiyet, ağırlık ve şekil özellikleri bakımından şok ve titreşimle uyarı verilen uygulamalarda kullanılabilir. Piezorezistif ivme sensörleri genellikle şok uyarıların algılanması amacıyla kullanılmakta olup, düşük hassasiyet özelliği sebebiyle de titreşim testlerinde kullanmak için uygun değildir. Genellikle düşme ve çarpışma testlerinde kullanılır.

Kapasitif ivme sensörleri ise yüksek duyarlılıkta ancak dar bant aralığında çalışan sensörlerdir. Düşük frekanslı titreşim, hareket ve kararlı ivmelenme durumları için kullanılmaktadır. (MEGGITT, smart engineering for extreme environments [23]). Çalışmada bebeğin kollarını en fazla saniyede bir kaç kez çırpabileceği dikkate alınarak kapasitif ivme sensörü kullanılmasının daha uygun olacağına karar verilmiştir.

Şekil 3.3.'de gösterildiği gibi bir doğru boyunca hareket eden bir cismin konumunu belirlemek için bir uzunluk bilgisi, bir düzlem üzerinde hareket eden bir cismin konumunu belirlemek için iki uzunluk bilgisine, uzayda hareket eden bir cismin konumunu belirlemek için üç uzunluk bilgisine ihtiyaç vardır. Uzaysal düzlemde bebeğin ellerinin çizdiği desen x, y, z olmak üzere 3 boyut bilgisi taşıdığı için çalışmada 3 eksenli bir ivme sensörü kullanılmıştır.

	<p>Tek Boyutta Hareket</p>	<p>X</p>
	<p>İki Boyutta Hareket</p>	<p>X,Y</p>
	<p>Üç Boyutta Hareket</p>	<p>X,Y,Z</p>

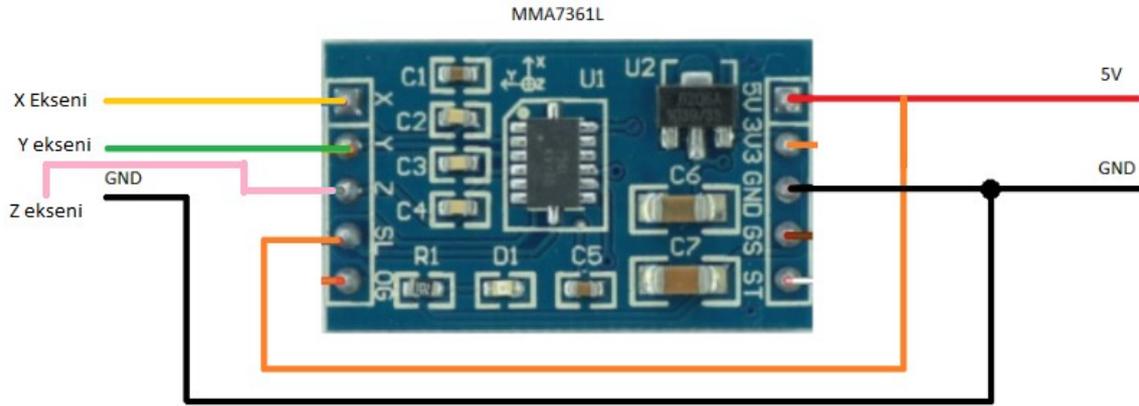
**Şekil 3.3 İvme yönünün eksenlerle gösterilmesi**

### 3.2.1. MMA 7361L – 3 eksenli ivme sensörü

Bu çalışmada, bebeğin hareketlerinin algılanmasını ve kollarındaki x, y ve z eksenlerindeki hareketin takip edilebilmesi için Freescale Semiconductor firmasına ait 3 eksenli MMA 7361L ivme sensörü kullanılmıştır.

MMA7361L, 3 eksende aynı anda ayrı ayrı sinyal üretebilen, MEMS teknolojisi ile üretilmiş bir sensördür. 3.0 x 5.0 x 1.0 mm boyutlarındaki minyatür ivme ölçerin ağırlığı 5 gramdır. Hassasiyeti 1,5g veya 6g olmak üzere iki farklı ayarda

seçilebilmektedir. Bebeklerin ellerinin çok hızlı hareket ettirmelerinin mümkün olmadığı düşünülerek; 1,5g modunda kullanılmıştır.



**Şekil 3.4 İvme sensörünün bacak bağlantıları**

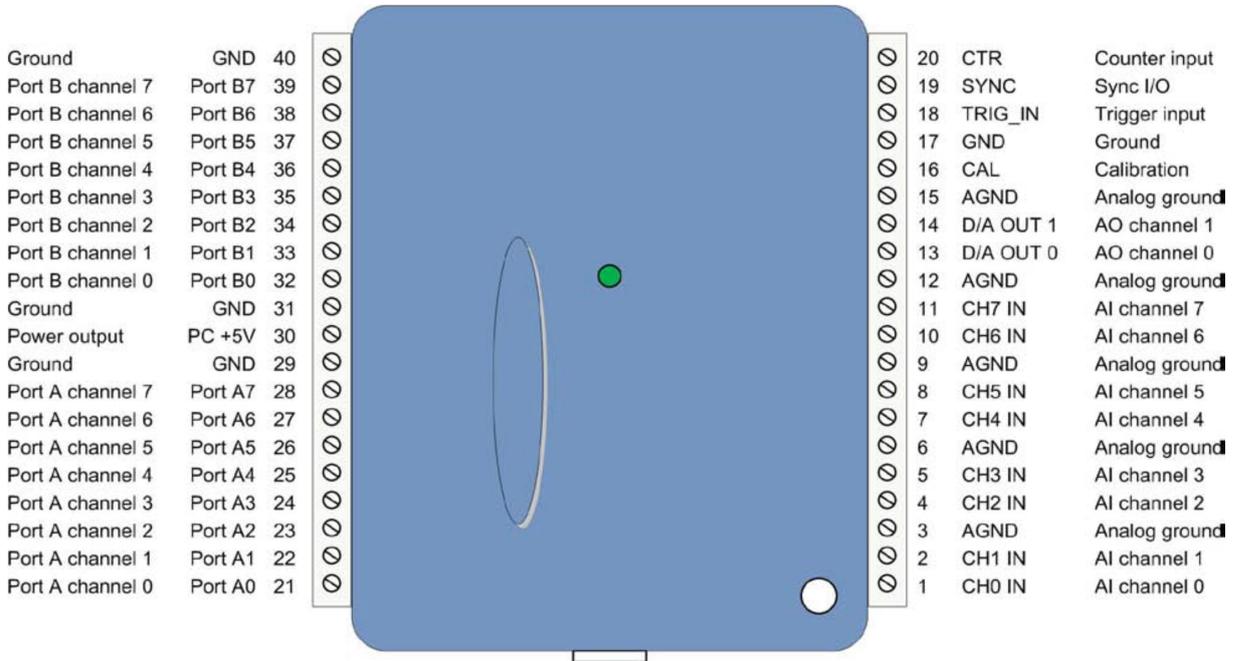
Şekil 3.7’de sensörün modül haline getirilmiş hali görülmektedir. 5 Volt ile beslenen modülün, X, Y ve Z bacaklarından ivme değeri ile orantılı voltajlar alınmaktadır. SL bacağı, sensörün uyku moduna alınmasını sağlar. Uyku modunda sensör minimum güç tüketimine sahiptir. Gerektiğinde 3 ms içerisinde uyandırılabilir. 0 g bacağı, sensörün serbest düşüş algılama bacağıdır. Serbest düşüş gerçekleşiyorsa 0g bacağında gerilim oluşur. 0g bacağı, sensörün doğru çalışıp çalışmadığının testi için de kullanılabilir. GS: sensörün hassasiyetinin (1,5g – 6g) seçimini sağlar. Bebeklerin hareketlerinin oldukça yavaş olduğu dikkate alınarak, ivme ölçerlerin 1,5 g lik modda çalıştırılmasını sağlayacak devre bağlantıları yapılmıştır. Bu durumda g başına 800 mV’luk bir çıkış alınmaktadır. Kullanılan ivmeölçer modülü ile 2.2 V ile 3.3 V arasındaki voltajlarla ve 400  $\mu$ A’lik akım çekerek çalıştırılabilmektedir. Modüle besleme voltajı olarak 5 Volt uygulanmışsa bir regülatör ile gerilim değeri 3.3 Volta düşürülür. Çalışmamızda modülün beslemesi kullanılan DAQ kartı üzerindeki besleme ucundan sağlanmaktadır.

### **3.3. Veri Toplama (DAQ: Data Acquisition ) Kartı**

Veri toplama kartları; sayısal veya çeşitli elektronik devreler ile koşullandırılmış analog işaretleri, bilgisayarda işlenecek şekilde sayısal bilgiye çeviren aletlerdir. Veri toplama kartı bu çalışmada, bebeğin her iki koluna yerleştireceğimi ivme ölçerlerden alınan analog sinyalleri sayısala çevirmek için kullanılmışlardır.

Kolların her biri için 3 kanal ivme verisini bilgisayara aktarmamız gerektiğinden en az 6 analog girişi olan bir ver toplama kartına ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, 8 kanallı analog sinyalleri alıp işleyebilecek kapasitedeki veri toplama kartı (USB-1208Fs+, Measurement Computing) kullanılmıştır (şekil 3.5). Kartın en yüksek örnekleme frekansı 40 kHz tir. Analog sayısal çeviricisi 11 bit çözünürlüğe sahiptir. Kullanılan DAQ kartı alınan analog sinyalleri sayısala çevirdikten sonra USB arayüzü vasıtası ile kolayca bilgisayara aktarabilmektedir. Kart ayrıca 16 dijital giriş/çıkış, 2 analog çıkış ve zamanlama ile ilgili uçlara sahiptir.



**Şekil 3.5** Kullanılan DAQ kartının bacak bağlantıları

Bebeğin kollarını birkaç saniye içinde en fazla 3-5 kere açıp kapayacağı varsayımı ve mororefleksi ilgili ölçüm hassasiyetinin 1 ms nin altında olması için (0.66 ms) örnekleme frekansı 1500 Hz seçilmiştir.

### 3.4. Geliştirilen Sistemin Yazılımı

Geliştirilen sistem bilgisayar kontrollü olup, veri kaydı ve analizi ile ilgili işlemlerin idare edileceği grafik kullanıcı arayüzü, kamera ve DAQ kartının istenen şekilde çalışmalarını sağlayacak kontrol arayüzleri ve ölçümlenecek parametrelerin değerlerinin belirlendiği hesaplama ve sunum kısımlarından oluşmaktadır.

Geliştirilen yazılım MATLAB' ın GUI sihirbazı, data acquisition ve image acquisition araç kutuları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

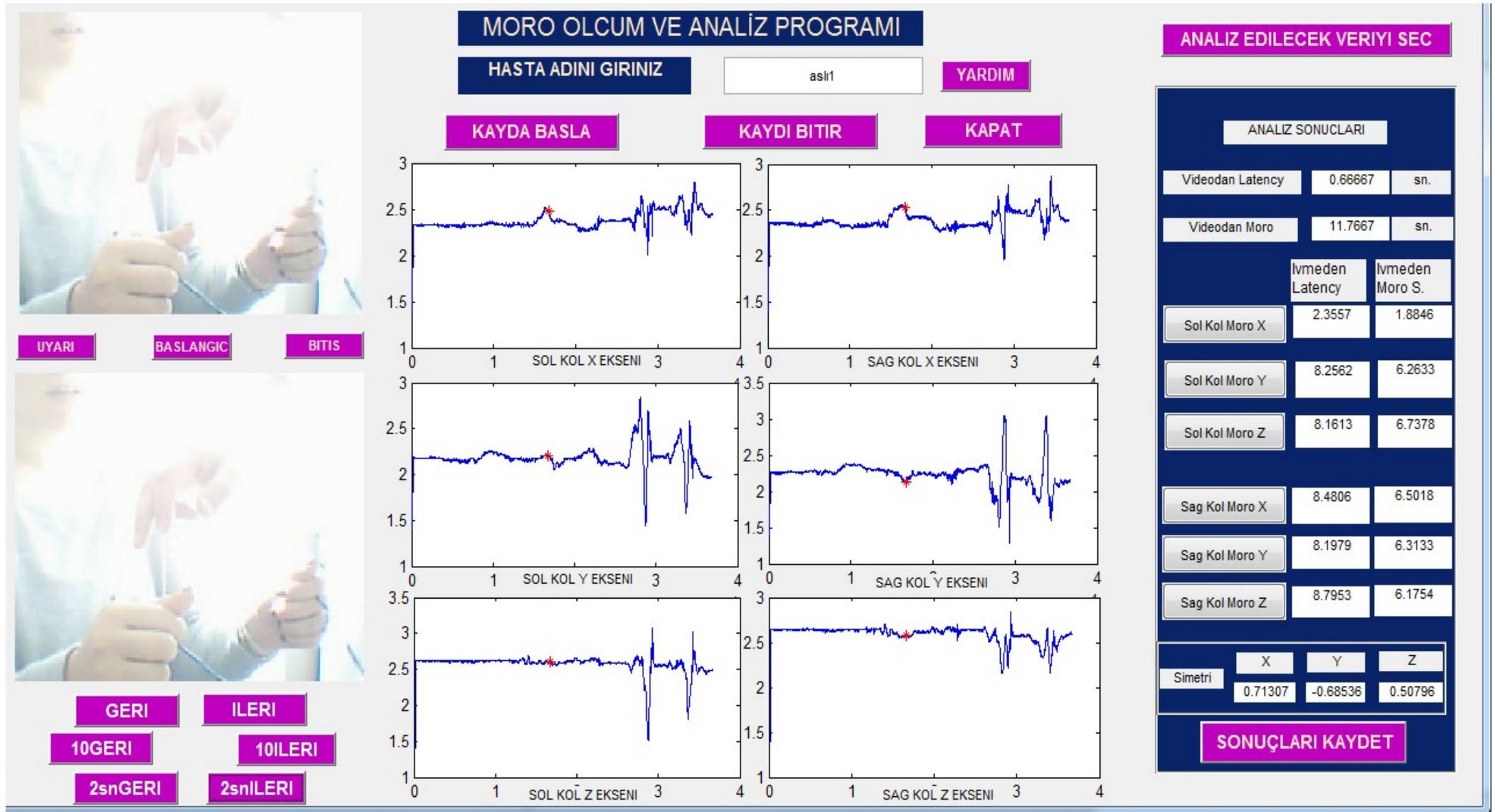
### 3.5. Grafik Kullanıcı Ara Yüzü (GUI)

Şekil 3.12'de kamera ve ivmeölçerlerden veri kaydı ve analizi için gerçekleştirdiğimiz bilgisayar programının grafik kullanıcı ara yüzü görülmektedir.

Doktorlar tarafından kolayca kullanılabilmesi için mümkün olduğunca basit bir kullanıcı ara yüzü hazırlanmış, sistemin nasıl kullanılacağı üzerine tıklanınca açılan bir yardım dosyası ile kullanıcılara anlatılmıştır (Ek-1). Hastanın adı girilerek, kayıt tuşuna basıldığında, kamera ve ivmeölçerler aynı anda devreye girmekte, yapılan klinik uygulamaya ait görüntü, ivmeler ve kayıt zamanı kaydı bitir butonuna basıldığında otomatik olarak hasta ismi ile ilişkilendirilmiş bir database' e kaydedilmektedir. Kapat butonu ise yazılımın kullanılmasına son verilmek istendiğinde kullanılmaktadır.

Moro ölçümleri için, analiz edilecek veriyi seç butonu kullanılıp ilgili veri açılan dosya seçim penceresinden seçilebilmektedir. Bu sırada en soldaki 2 çerçevede, üstte video kameranın çektiği ilk resim karesi, altta bir sonraki resim karesi gösterilmektedir. Analizi yapacak kişi ileri-geri butonlarıyla tek bir kare, 10ileri-10geri butonlarıyla 10 kare ve 2snileri-2sngeri butonları ile 2 sn'lik ilerlemelerle moro refleks indükleyici hareketin başlama anını görüntülerde görene kadar ilerler.

Ortadaki 6 çerçeve kaydedilmiş ivme verilerini göstermektedir. Sol sütundaki alt alta yer alan 3 çerçevede sol kol için X-Y-Z eksenlerinin ivme verileri, sağ sütundaki alt alta yer alan 3 çerçevede ise sağ kol için X-Y-Z eksenlerinin ivme verileri gösterilmektedir. Kamera görüntüsün o an için ele alınan karesinin çekim anı ivme ölçer verileri üzerinde kırmızı bir yıldız ile gösterilmektedir. Böylelikle hem hareketin takibi yapılabilmekte, hem de kamera ve ivmeölçerlerin senkronizasyonu takip edilebilmektedir.



Şekil 3.6 Tasarlanan Kullanıcı Ara Yüzünün (GUI) genel görünümü

### 3.5.1. Kamera kontrol programı

Mororeflaks oluşturma ile ilgili prosedürün görüntüsünün kaydedilmesi, daha sonra bu görüntülerin kare kare izlenmesi ile moro refleksle ilgili ölçümlerlerin gerçekleştirilmesi için kullanılan kamera, MATLAB'ın image acquisition araç kutusu vasıtası ile bu tez kapsamında geliştirilen yazılım tarafından kontrol edilmektedir.

Öncelikle sürücü yazılımı yüklenerek kamera bilgisayara ve MATLAB'a tanıtılmıştır. Araç kutusunun özelliklerinden yararlanarak oluşturulan giriş nesnesinin, hangi özelliklerinin hangi değerleri alabildiği incelenmiş, çalışma için uygun olacak özellik değerleri seçilmiştir. Oluşturulan giriş nesnesinin; görüntünün renkli veya siyah beyaz kaydedilmesi, otomatik ışık ayarı gibi pek çok parametresi varsayılan olarak ayarlanmış değerleri ile kullanılmıştır.

Kullanılan video kameranın 160\*120, 176\*144, 320\*240, 352\*288, 640\*480 olmak üzere 5 farklı çözünürlükte çalıştırılabileceği görülmüştür. Birkaç denemeden sonra, muayene yatağın başucuna yerleştirilecek kamera ile bebeğin hareketlerinin en iyi 640\*480 lik görüntü boyutunda alınabildiği görülmüş ve ilgili özellik bu şekilde ayarlanmıştır. Görüntülerin kare kare izlenmesi ile kameradan moro refleks gecikmesi ve moro refleks süresi ölçümü yapılması hedeflendiğinden, saniyedeki görüntü alma sayısı kameranın desteklediği en yüksek görüntü alma hızı olan 30 pencere/sn. (fps) olarak alınmıştır.

Kayıt yapılırken, alınan görüntülerin grafik kullanıcı arayüzünden anında izlenmesi için Görüntü Yakalama Araç Kutusunun (Image Acquisition Toolbox) önizleme (preview) fonksiyonu kullanılmıştır. Yalnız alınan görüntünün ilgili fonksiyonun açtığı arayüz yerine kendi ara yüzümüzde gösterilmesi için oluşturulan giriş nesnesinin çözünürlük ve renk bilgileri ilgili fonksiyona bilgi olarak aktarılmıştır.

Kameranın görüntü kaydının başlatılıp bitirilmesi için çeşitli opsiyonlar mevcuttur. Kendi geliştirdiğimiz arayüzdeki butonlar ile kaydın başlatılması ve bitirilmesi hedeflendiğinden, görüntü almayı tetikleme yöntemi olarak otomatik seçilmişken alınacak görüntü kare sayısı sonsuz yapılmıştır. Böylelikle image acquisition araç kutusunun "start" isimli fonksiyonu ile başlatılan kamera, daha önce ayarlanmış olan 30 kare/sn çekim hızı ile görüntü almakta, "stop" fonksiyonu ile de istenen

herhangi bir anda durdurulabilmektedir. Bu fonksiyonlar geliştirilen arayüzdeki “KAYDA BAŞLA” ve “KAYDI BİTİR” butonuyla eşleştirilmiş olup bu butonlara basıldığında video kaydı başlatılıp bitirilebilmektedir. Alınan görüntüler, ham data olarak veya çeşitli oranlarda sıkıştırılmış olarak .avi formatında kaydedilebilmektedir. Görüntünün hafızada kaplayacağı alanı azalmak için, %75 lik sıkıştırma oranına sahip .avi formatında kaydedilme seçeneği aktive edilmiştir.

### **3.5.2. Veri toplama kartı kontrol programı**

İvme ölçerlerden alınacak 6 analog girişi sayısala çevirip bilgisayara aktaracak olan DAQ kartının geliştirilen yazılım içerisinde kontrolü ise MATLAB'ın Data Acquisition araç kutusu vasıtası ile gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle sürücü yazılımı yüklenerek DAQ kartı bilgisayara ve MATLAB'a tanıtılmıştır. Kart 4 farksal, 8 tek uçlu giriş sinyalini sayısala çevirebilmektedir. Araç kutusunun özelliklerinden yararlanarak oluşturulan analog giriş nesnesi, tek uçlu çalışacak şekilde programlanarak, 6 adet giriş eklenmiştir.

İvme ölçerlerin kaydettiği veriler üzerinden mororefleks ölçümleri gerçekleştirilirken zamansal hassasiyetin en az 1 ms olması için örnekleme frekansının 1 kHz seçilmesi gerekir. İvme verilerinden moro ölçümlerinin yapılması sırasında, kamera görüntüsü ile ivme ölçerlerden kaydedilen verilerin birlikte incelenmesi gerektiğinden, kameranın görüntü yakalama hızı ile ivme ölçerlerden alınan verinin örnekleme frekansı arasında tam sayı ile ifade edilebilecek bir orantı oluşturulması için örnekleme frekansı  $30 \times 50 = 1500$  Hz olarak seçilmiştir. Böylelikle; ölçüm hassasiyeti 0,67 ms olmuştur.

Karttan okunan verilerin bu çalışma için geliştirdiğimiz arayüzde kendisi için ayrılan pencerelerde gösterilmesi için her bir sinyal için bir pencere ayrılmış, pencereler içine sıfır eksenini göstermek üzere 15000 örneklik (10 ar sn) sıfır değeri atılmıştır. Alınan sinyallerin gerçek zamanlı olarak ekranda izlenebilmesi için, oluşturulan bu pencereler nesne haline dönüştürülmüştür.

Oluşturulan analog input objesinden her 150 örnek toplandığında (0.1 sn aralıklarla) verilerin hafızaya aktarılarak ekranda görüntülenmesini sağlamak üzere 'SamplesAcquiredFcnCount' parametresi 150 olarak ayarlanmıştır. Analog giriş objesine ait 'SamplesAcquiredFcn' özelliğiyle ise 150 örnek toplandığında

çalıştırılacak fonksiyon belirlenmiş, bu fonksiyonun altında alınan sinyallerin ekranda gösterilip kaydedildiği program kodları yazılmıştır.

DAQ kartından veri alınmasının yazılımdaki butonlar vasıtası ile başlatılıp durdurulabilmesi için, kart çalışmaya başladıktan sonra alacağı örnek sayısı özelliği sonsuz olarak ayarlanmıştır. “KAYDA BAŞLA” ve “KAYDI BİTİR” butonlarının altına DAQ kartında tanımlanan giriş objesinin başlatılması ve durdurulması ile ilgili komutlar yazılarak, bu butonlara basıldığında ivme verisi kaydı başlatılıp bitirilebilmektedir.

### **3.5.3. Veri analiz programı**

Çalışmada hem kameradan hem de ivme verilerinden latency ve moro süresi ölçümleri yapılarak birbiri arasında bir kıyaslama yapma olanağı da elde edilmiştir.

#### **3.5.3.1. Kameradan Mororefleks ölçümleri**

Saniyede 30 kare çekebilen web kameranın her bir video penceresinin alınma zamanı arasında 0,033 sn süre bulunmaktadır. Bebeğe uyarı verilen an ile bebeğin tepki verdiği an arasında geçen süre olarak tanımlanabilecek latency süresi, doktorun videoyu kare kare izlemesi sırasında belirlediği uyarı verilme karesi (uvk) ve moro başlama karesi (mbk) verilerinden;

$$\text{Latens süresi} = (\text{mbk} - \text{uvk}) * 0.033 \quad (3.1)$$

eşitlik 3.1'deki gibi hesaplanır. Hesaplanan değer “VİDEODAN LATENCY” etiketinin yanında ayrılan statik text'te gösterilir.

Moro refleks süresi ise, mbk ile doktorun mororefleksin bittiğini gördüğü kare sırasında bitiş butonuna tıklıyarak belirlediği moro sonu karesi (msk) verisinden;

$$\text{Moro refleks süresi} = (\text{msk} - \text{mbk}) * 0.033 \quad (3.2)$$

eşitlik 3.2'deki gibi hesaplanır. Hesaplanan değer “VİDEODAN MORO” etiketinin yanında ayrılan statik textte gösterilir.

### 3.5.3.2. İvmelerden Mororefleks ve simetrisi ölçümleri

Analiz programı, 3 eksen ve 2 kol için kaydedilmiş 6 ivme verisinden ayrı ayrı mororefleks parametreleri belirlenebilecek şekilde düzenlenmiştir. Kamera görüntüsünü izleyerek mororefleks kaydının olduğu kısma gelen doktor, hangi kol ve hangi eksenenden mororefleks ölçümü yapacaksa, grafik kullanıcı arayüzünden onunla ilgili butona tıklar.

Fare ile birbirinin peşi sıra tıklanacak 3 noktanın koordinatlarını kaydeden MATLAB fonksiyonu kullanılarak, doktorun ilk hareketin verilme anı ( $x_1$ ), ivmenin ilk tepe yaptığı an ( $x_2$ ) ve ivmedeki değişimlerin durduğu anlara ( $x_3$ ) ait örneklerin numaraları kaydedilmektedir.

$$\text{..... eksenin latency} = (x_2 - x_1) * 1/1500 \quad (3.3)$$

$$\text{..... eksenin moro süresi} = (x_3 - x_2) * 1/1500 \quad (3.4)$$

Eşitlik 3.3 ile her bir eksenin (Sol Kol Moro X, Sol Kol Moro Y..) latens süresi, Eşitlik 3.4 ile her bir eksenin mororefleks süresi değerleri hesaplanarak kendileri için ayrılmış sabit metin (statik text) pencerelerinde gösterilmektedir.

Her iki kola ait X, Y ve Z eksenleri verilerinin simetrisine ait veri elde etmek için korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Korelasyon katsayısı; iki rastgele değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirtir.

$$r = \frac{n\sum x_1x_2 - (\sum x_1)(\sum x_2)}{\sqrt{n(\sum x_1^2) - (\sum x_1)^2} \sqrt{n(\sum x_2^2) - (\sum x_2)^2}} \quad (3.5)$$

Korelasyon katsayısı eşitlik 3.5'deki gibi hesaplanır. Eşitlikteki; r: korelasyon katsayısı,  $x_1$ : sol kol x eksenin ivme değerleri,  $x_2$ : sağ kol x eksenin ivme değerleri, n: ivme verilerinin örnek sayısını ifade etmektedir. Bu hesaplama sol ve sağ kol'un X eksenin ivme verilerinin korelasyonu için verilmiştir. Y ve Z eksenleri için de aynı formül kullanılmıştır.

Simetrinin yorumlanabilmesi için, her iki kola ait aynı eksenindeki ivme verileri arasında korelasyon hesaplanmıştır. İki eksen için belirlenen başlangıç değerleri

referans alınıp, daha az örneğe sahip veri boyutu dikkate alınarak korelasyon değeri hesaplanmakta ve ilgili sabit metinde gösterilmektedir.



#### 4. SONUÇLAR

Şekil 4.1'de 10 günlük 1860 gr. ağırlığında bir yenidoğana uygulanmış mororefleks ölçüm ve değerlendirmesine ait sistemin geliştirilmesi aşamasında kendimiz tarafından yapılmış bir teste ait kullanıcı arayüzü görüntüsü örnek olarak verilmiştir. Bebeğin hareketlerinin takibi ve kameradan mororefleks ölçümleri için kullanılacak en soldaki iki penceredeki görüntüler incelendiğinde, seçilen kamera çözünürlüğünün bebeğin hareketlerini kolayca takip edebilecek kadar yüksek olduğu görülmektedir.

Grafik kullanıcı arayüzünün orta kısmında yer alan sağ ve sol kola ait 6 adet ivme değişimi inceleme pencerelerinde, yakınlaştırma opsiyonu kullanılarak mororefleks sırasındaki ivme değişimlerinin olduğu bölgelere odaklanılmıştır. İvme değişimleri incelendiğinde, genel olarak bebeğin kolları kaldırılıp sabit tutulduğunda ivmelerde herhangi bir değişim olmadığı, bebek bırakıldıktan sonra birbirinden farklı doğrultularda ve miktarlarda ivme değişimleri olduğu, kollar sakınlediğinde ivmelerdeki değişimlerin sönümlendiği göze çarpmaktadır.

Geliştirilen sistemin sağlıklı ve çeşitli hastalıkları olan bebekler üzerindeki klinik testleri Başkent Üniversitesi Hastanesi, Neonatoloji Bilim Dalı polikliniğinde gerçekleştirilecektir. Bu çalışmada sadece bir denekten alınan verinin 2 doktor tarafından 2 kez analiz edilmesinin sonuçları verilmiş, bunlar analiz sonuçlarının tutarlılığı açısından değerlendirilmiştir.

İki doktor tarafından yapılan 4 mororefleksle ölçümünün sonuçları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Birinci doktorun iki videodan latens süresi ölçümünün sonuçları (282-295 ms) arasında % 4,6 lık, ikinci doktorun (285-290 ms) %1,7 lik bir farklılık gözlenmiştir. Videdodan toplam mororefleks süresi ölçüm sonuçları ise neredeyse aynı olup sadece % 0.3 lük bir farklılık vardır. Birinci doktorun, ivme ölçerden her iki kol ve her üç eksen için tespit ettiği latens süreleri arasında (386-396 ms) en fazla %2,5 lik farklılık gözlenmişken, ikinci doktor için bu fark (412-415 ms) en fazla %0,7 olmuştur.



Şekil 4.1 Kullanıcı Ara Yüzü (GUI)

Çizelge 4.1 İki doktorun, ikişer kez gerçekleştirdiği mororefleks ölçüm sonuçları

Ölçülen Parametre Adı	Doktor 1		Doktor 2	
	(1.ölçüm)	(2.ölçüm)	(1.ölçüm)	(2.ölçüm)
Videodan Latency (s)	0,295952	0,282962	0,285952	0,290912
Videodan Mororefleks Süresi (s)	3,216178	3,226071	3,226178	3,236588
İvmeden Sol Kol X Eksen Moro Latency süresi (s)	0,277935989	0,278931949	0,287935989	0,285965929
İvmeden Sağ Kol X Eksen Moro Latency Süresi (s)	0,423487543	0,425485523	0,412487543	0,415407522
İvmeden Sol Kol Y Eksen Moro Latency Süresi (s)	0,31842299	0,31443289	0,32142299	0,32244219
İvmeden Sağ Kol Y Eksen Moro Latency Süresi (s)	0,41039146	0,42049121	0,42139146	0,42032006
İvmeden Sol Kol Z Eksen Moro Latency Süresi (s)	0,289211472	0,287213421	0,291211472	0,292611822
İvmeden Sağ Kol Z Eksen Moro Latency Süresi (s)	0,396749118	0,386442112	0,382749118	0,381619121
İvmeden Sol Kol X Eksen Mororefleks süresi (s)	3,227758087	3,213750081	3,207758087	3,216758127
İvmeden Sağ Kol X Eksen Mororefleks Süresi (s)	3,448398577	3,427398582	3,658398577	3,668228507
İvmeden Sol Kol Y Eksen Mororefleks Süresi (s)	3,193189945	3,173183922	3,203189945	3,204482921
İvmeden Sağ Kol Y Eksen Mororefleks Süresi (s)	3,314590747	3,316590122	3,213590747	3,220523712
İvmeden Sol Kol Z Eksen Mororefleks Süresi (s)	3,293189964	3,313189964	3,287189964	3,266181661
İvmeden Sağ Kol Z Eksen Mororefleks Süresi (s)	3,353674967	3,373624961	3,389674967	3,377674227
X Ekseninde Sol ve Sağ Kol Simetrisi	0.048099	0.13216	-0.19528	0.16183
Y Ekseninde Sol ve Sağ Kol Simetrisi	-0.085503	0.003316	0.41345	0.038989
Z Ekseninde Sol ve Sağ Kol Simetrisi	-0.0046624	0.42474	0.075678	-0.12916

Birinci doktorun, ivme ölçerden her iki kol ve her üç eksen için tespit ettiği moro refleks süreleri arasında (317-319 ms) en fazla %0,63 lük farklılık gözlenmişken, ikinci doktor için bu fark (326-328 ms) en fazla %0,6 olmuştur. İki doktorun yaptıkları moro refleks süresi ölçümlerinin ortalamaları arasında (329.83-332 ms) ise % 0.65 olarak tespit edilmiştir.

Mororefleks muayenesi sırasında kaydedilen video görüntülerinin, kare kare izlenmesi ile Moro refleks ölçümlemenin yeterli olup olmayacağını ortaya koymak üzere, videodan yapılan Moro refleks ölçüm sonuçları ile ivme ölçerlerden yapılan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Birinci doktorun yaptığı ilk ölçümdeki, bu karşılaştırmada sol kol için; videodan ölçümlenen latens süresi ile ivme ölçerden ölçülen latens süreleri arasında (295-318 ms) %7.7 lik, sağ kol için; (295-423 ms) %43,38 lik farklılık görülmüştür. Birinci doktorun yaptığı ikinci ölçümde latens süreleri arasında (282-314 ms) %11,34 farklılık olup, sağ kolun verilerinde ise (282-425) %50 farklılık gözlemlenmiştir. İkinci doktorun yaptığı birinci ölçümdeki sol kol için videodan ölçümlenen latens süresi ile ivme ölçerden ölçülen latens süreleri arasında (285-321 ms) en fazla %12,63 lük farklılık, sağ kol için (285-421 ms) %47,71 lik farklılık görülmüştür. İkinci doktorun yaptığı ikinci ölçüm için sol kol video görüntüsü ve ivme ölçer latens süresi verileri arasındaki fark (285-321 ms) olup fark %11,34, sağ kolun verileri ise (282-421 ms) %49 luk farklılık gözlemlenmiştir.

İvme ölçerler üzerinden 4 ayrı ölçüm ve 6 eksen olarak toplamdaki 24 değer üzerinden ortalama latens süresi değeri 0.35270 sn, aynı şekilde 24 adet moro refleks süresi üzerinden yapılan hesaplama sonucu ise ortalama moro refleks değeri 3.3150 sn dir.

Kolların birbirlerine göre hareket yönünü 3 eksen üzerinden gözlemlenmek, eksen bazında birbirlerine göre pozitif ya da negatif yönde hareket tayinini yapabilmek amacıyla ivme ölçer üzerinden alınan veriler kullanılmış olup, her iki kolun her bir eksen için simetriklik asimetriclik özellikleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaya göre "r" korelasyon katsayısı Çizelge 4.1 üzerinden görüldüğü üzere sifıra yakın değerler çıkmıştır. Korelasyon katsayısı her çalışmanın kendisine özgüdür ve herhangi bir kalıba sokmak mümkün değildir. Ancak verilerin sifıra yakın olması korelasyonun yani simetrisinin düşük olduğunu göstermektedir. Aynı eksen üzerinde

aynı yönde hareket eden kollarda değerler pozitif çıkmış, aynı ekseninde ancak ters yönde olan kol hareketleri negatif olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.1. den görüldüğü üzere elde edilen korelasyon değeri en fazla 0.41345 olarak görülmektedir. Korelasyon katsayısının moro refleks ölçümündeki etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için, alınan veri sayısının artırılması ve verilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı değerlendirilmelidir.

Geliştirilen sistemin klinikte kullanımı amaçlandığından, kayıt ve analiz prosedürünün ne kadar zaman aldığı önemli bir parametredir. Kayıt ve analiz süresini ölçmek için, ivme sensörlerinin bebeğin el bileklerine bağlanması, kameranın bebeğe göre konumunun ayarlanması, mororefleks kaydının gerçekleştirilmesi ve grafik kullanıcı arayüzü kullanılarak ölçümlerin yapılması sırasında geçen toplam zaman kronometre üzerinden 1.ölçüm için 3 dk 45 sn. ikinci ölçüm için 3 dk 50 sn. 3.ölçüm için 4 dk 10 sn. 4.ölçüm için 4 dk 12 sn sürmüş olup ortalama değer 3 dk. 79 sn. bulunmuştur.

## 5. YORUM VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında literatürde ilk defa olmak üzere, web kamera ile birlikte bebeğin her bir el bileğine bağlanan 2 adet 3 eksenli ivme sensörünün birbirleriyle eş zamanlı çalışarak kayıt alması sonucu bebeklerde Moro refleksiyle ilgili parametrelerin ölçülüp ölçülemeyeceği ve geliştirilen kullanıcı ara yüzü (GUI) sayesinde bu parametrelerin analizlerinin hasta başında yapılıp yapılamayacağı araştırılmıştır.

Geliştirilen sistem ile latens süresi ve toplam Moro refleksi süresi hem kamera görüntüsünden hem de 3 eksendeki ivme verilerinden tespit edilmiştir. Aynı zamanda bebeğin kollarındaki hareketlerin 3 eksendeki (X,Y,Z) değişimlerinin korelasyonu hesaplanarak simetrisi veya asimetrisi de bulunmuştur.

Ölçüm sonuçlarının tutarlılığının tespiti için 2 doktora aynı bebeğin mororefleksi analizleri yaptırılmıştır. Sadece videodan latens süresi ölçümleri arasında %4.6, toplam moro refleksi süresi ölçümleri arasında % 0.6 lık farklılık gözlenmesi, bu ölçümün oldukça tutarlı şekilde tekrarlanabildiğini göstermiştir. Sadece ivme verilerinde yapılan latens ve Moro refleksi süresi ölçümlerinde ise çok farklı bir durumla karşılaşmıştır. Aynı kol için yapılan ölçüm sonuçları bir biri ile büyük oranda uyumlu ve tutarlı sonuçlar vermişken, sağ ve sol kol ölçüm sonuçları arasında %50 ye varan büyük farklılıklar görülmüştür. Sadece kameradan yapılan ölçümler ile sol kol ivme verilerinden yapılan ölçümler arasında çok büyük bir farklılık gözlenmemişken, sağ kol için ölçüm sonuçlarında %50 lik farklılıklar görülmüştür. Bu da sadece kamera verileri ile her iki kol için birden sağlıklı veri elde edilemediğini göstermiştir. Bu durum ivme verilerinden Moro refleksi ölçümünün önemli veriler üretebileceğini göstermektedir.

Aynı kola ait 3 eksendeki Moro refleksi ölçümlerinin birbirinden %15-20 farklılık gösterebilmesi tek eksenle yapılan ölçümlerin yeterli olmayabileceği, 3 eksendeki ölçüm farklarının klinik bilgiler üretebileceğini düşündürmektedir. Ancak bu bulgu daha geniş kapsamlı klinik uygulamalar ile tam olarak doğrulanabilecektir.

Bu çalışmada kamera ve 3 eksenli ivme sensörleriyle eş zamanlı kayıt ve birbirleriyle destekli latens ve moro refleksi sürelerini tespit etmenin yanısıra,

kolların aynı eksenleri (sağ kol x eksen-sol kol x eksen) arasındaki korelasyon katsayısı da literatürde ilk kez olmak üzere hesaplanarak kolların birbirlerine göre ne kadar simetrik hareket ettiği konusunda da klinisyenlere niceliksel veriler sunarak teşhiste doğruluk konusuna yardımcı olunması amaçlanmıştır.

Rönnqvist, 1994 korelasyon hesabını sağ kol ve sol kolların hızları arasında hesaplamış olup, bu değer 0.376 bulunmuş, 6 denek üzerindeki değerlendirmede parmaklar için ortalama korelasyon 0.592-0.716 arasında değişirken ortalama değer 0.656 çıkmıştır. Bu çalışmada ise her seferinde farklı korelasyon değerleri elde edilmiş ve literatürdeki çalışmalardan farklı olarak ivme değerleri incelendiğinden literatürle herhangi bir kıyaslama yapılması mümkün olmamaktadır. Çizelge 4.1'deki kol simetri/ asimetriyi gösteren korelasyon katsayısı ivme ölçerden elde edilen ivme değerleri arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde 1.doktorun sol kol/sağ kol x eksen hareketlerinde pozitif yönde korelasyon varken (0.048099), y (-0.085503) ve z(-0.0046624) eksenleri için kollar arasında birbirlerine zıt yönlü korelasyon var demektir. 1.doktorun 2. Ölçümünde ise kollar arasında tüm eksenlerde pozitif yönde korelasyon var. 2.doktorun 1. Ve 2. Ölçümleri arasında da yine eksenler arası hem pozitif hem de negatif yönlü korelasyon değerleri göze çarpmaktadır.

Kayıt ve analiz süresini ölçmek için, ivme sensörlerinin bebeğin el bileklerine bağlanmasından grafik kullanıcı arayüzü üzerinden ölçümlerin yapılarak, toplam uygulama süresinin 4 dakika civarında vakit aldığı görülmüştür. Bu süre, bu çalışmadaki uygulamayı yapan iki doktor tarafından uygun bir süre olarak değerlendirilmiştir. Sistemin kullanıcıya yaklaşık 4 dakika gibi kısa bir sürede hem ölçüm hem de analiz yapma imkanı sunması büyük kolaylıktır.

Bu çalışmada ortalama latens süresi 0.29 sn, ortalama toplam moro refleks süresi 3.3 sn olarak ölçülmüştür. Literatürde daha önce konu ile ilgili yapılan çalışmalardaki latens süresinin 0,41 ile 0,49 arasında olduğu; toplam moro refleks süresinin ise 2,34 ile 2,59 sn arasındadır. Literatür ile bu çalışmadaki ölçüm sonuçları birbirleriyle kıyaslandığında ölçüm sonuçları arasında bir miktar farklılık olduğu görülmüştür. Bunun sebebi bebeğin çok düşük ağırlıkta ve prematüre olmasından kaynaklanmış olduğu söylenebilir.

Literatürde latens ve toplam moro refleks ölçümü değerleri için fikir birliği sağlanmış bir değer yoktur. Rönqvist, 1994 latens süresini ivme ölçerle 0.078 ile 1.44 sn arasında ölçmüşken, Bijesh ve ark. 2013 kamera ile yaptıkları ölçümde 0.41 ile 0.49 sn arasında ölçmüştür. Toplam moro süresi Rönqvist, 1994 tarafından 1.09 sn ile 1.56 sn, Bijesh ve ark. 2013 tarafından 2.34 ile 2.59 sn arasında ölçülmüştür. Bizim çalışmamızdaki latens süresi değerleri; kamera ile ölçüm sonucu ortalama değeri 0,29 sn Rönqvist, 1994 ün çalışması ile uyumlu iken ve moro refleks ölçüm değeri 3.22 sn, toplam moro süresi kamera görüntüye bakarak karar verdiğimiz için Bijesh ve ark. 2013 çalışmasındaki sonuçtan bir miktar fazladır.

Bundan sonra sistemin klinik testlerinin yapılması yanı sıra; moro uyarımının başlangıcı ve bitişi konusunda klinisyenler arasında fikir birliği sağlamaya dönük bir çalışmanın yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Geliştirilen sistem ilgili alandaki klinik araştırmalarda rahatlıkla kullanılabilir. Geliştirilen sistem 2 adet 3 eksenli ivme sensörü, 1 adet basit web kamerası ve 1 adet veri toplama kartından oluştuğu için maliyeti de oldukça düşük bir sistemdir. Yukarıdaki yorumlar doğrultusunda klinik testlerinden sonra genel kullanıma girebileceği değerlendirilmiştir. Yeterince veri toplandığında, geliştirilecek akıllı bir sistemle analizler otomatikleştirilebilir. Böylelikle çok daha kısa süre içinde klinik karar vermede kullanılabilir.

## KAYNAKLAR LİSTESİ

- [1] Gesell A, Behavior patterns of fetal-infant and child with evidence of innate growth factors. In: Hooker D, Hare CC, eds. Genetics and inheritance of neuropsychiatric patterns. Res Publ Assoc Res Nerv Ment Dis 1954;33:114-26.
- [2] Blasco P, Primitive reflexes: Their contribution to the early detection of cerebral palsy, Clin Ped 1994;33:388-97.
- [3] J M Schott, M N Rossor, The grasp and other primitive reflexes, J Neurol Neurosurg Psychiatry 2003;74:558–560.
- [4] Karasalihoğlu S, Serebral palsili olgularımızın demografik, etyolojik ve klinik özellikleri, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı,106p, 2012
- [5] M.C.Allen, A.J.Capute, The Evolution of Primitive Reflexes in Extremely Premature Infants, Pediatric Research, 1986, Vol. 20, No. 12
- [6] Parmelee A., Jr., M.D., A critical evaluation of the moro reflex, Pediatrics, p773- 778, 1964
- [7] Samuel A.Berne, OD, The primitive reflexes: considerations in the infant, Optometry and Vision Development, Volume 37/Number 3/2006
- [8] Yasuyuki Futagi, Yasuhisa Toribe, and Yasuhiro Suzuki, The Grasp Reflex and Moro Reflex in Infants: Hierarchy of Primitive Reflex Responses, Hindawi Publishing Corporation International Journal of Pediatrics, Volume 2012, 10 pages
- [9] Güven A., Deda G., Karagöl U., Uysal S., Serabral Palsi: 61 Olgunun Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, Cilt 52 Sayı 1, p13-17, 1997
- [10] Kurul S, Nörolojik Gelişme Geriliği Riski Olan Sütçocuklarının Erken Belirlenmesinin Önemi ve Klinisyenin Rolü, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Çocuk Nörolojisi Bilim Dalı, 10 s.
- [11] Rönqvist R., A critical examination of the moro response in newborn infants-symmetry, state relation underlying mechanism, Neuropsychologia, Vol 33., p713-726, 1995
- [12] Bijesh S., Jyoti S., Singh H P., Latency Intervals of Moro Response: A Valuable Neuro-screening Tool, Indian Pediatrics, Volume 50., 2013
- [13] Rönqvist R., Lateral Biases in Head Turning and the Moro Response in the Human Newborn: Are They Both Vestibular in Origin?, John Wiley & Sons, Inc., 11 s, 1998

- [14] Bartlett D., Piper M., Okun N., Byrne P., Watt J., Primitive reflexes and the determination of fetal presentation at birth, *Early Human Development*, s261–273, 1997
- [15] Dimitrios I. Zafeiriou, MD., Primitive Reflexes and Postural Reactions in the Neurodevelopmental Examination, *Pediatric Neurology* Vol. 31 No. 1, 8s., 2004
- [16] Yalçın S., Berker N., Serebral Palsi Tedavi ve Rehabilitasyon, 122s., 2003
- [17] Amiel-Tison C. Neurological evaluation of the maturity of newborn infants. *Arch Dis Child* 1968;43:89-93.
- [18] Bayley N. Bayley Scales of Mental and Motor Development, as used in the Collaborative Perinatal Research Project. Bethesda, MD: National Institute of Neurological Diseases and Blindness, 1961.
- [19] Brazelton T, Nugent K. Neonatal Behavior Assessment Scale, 3rd ed. London: Mac Keith, 1995.
- [20] Dubowitz LMS, Dubowitz V, Mercuri E. The neurological assessment of the preterm and full-term infant, 2nd ed. London: Mac Keith, 1999.
- [21] Haataja L, Mercuri E, Regev R, et al. Optimality score for the neurological examination of the infant at 12 and 18 months of age. *J Pediatr* 1999;135:153-61.
- [22] Reed H. Review of Peabody developmental motor scales and activity cards. In: Mitchell J, ed. The ninth mental measurements yearbook. Lincoln: University of Nebraska Press, 1985:1119-32.
- [23] Prechtl H, Beintema D. Neurological examination of the full term infant. London: Heinemann, 1964.
- [24] Frankenburg WK, Dodds J, Archer P, Shapiro H, Bresnick B. The Denver II: A major revision and restandardization of the Denver Developmental Screening Test. *Pediatrics* 1992;89:91-7
- [25] Glascoe F, Byrne KE. The usefulness of the Battelle Developmental Inventory Screening Test. *Clin Pediatr* 1993;32:237-80
- [26] Leppert MLO, Shank TP, Shapiro BK, Capute AJ. The Capute Scales: CAT/CLAMS-tool for the early detection of mental retardation and communicative disorders. *Ment Retard Devel Disabl Res Rev* 1998;4:14-19
- [27] Knobloch H, Stevens F, Malone A. The Revised Developmental Screening Inventory. Houston, Texas: Gesell Developmental Test Materials, 1980.
- [28] Dargassies SS. Neurological development in the full term and premature neonate. New York: Excerpta Medica, 1997.

- [29] Prechtl HF. State of the art of a new functional assessment of the young nervous system. An early predictor of cerebral palsy. *Early Human Dev* 1997;24:1-11.
- [30] Prechtl HF, Eisenpieler C, Cioni G, Bos AF, Ferrai F, Sontheimer D. An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions. *Lancet* 1997;349:1361-3.
- [31] Piper MC, Pinnell LE, Darrah J, Maguire T, Byrne PJ. Construction and validation of the Alberta Infant Motor Scale (AIMS). *Can J Publ Health* 1992;83(Suppl. 2):S46-50.
- [32] Morgan A. Early diagnosis of cerebral palsy using a profile of abnormal motor patterns [Abstract]. *Dev Med Child Neurol* 1988; 30(Suppl. 57):12
- [33] Russell D, Rosenbaum PL, Avery LM, Lane M. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 and GMFM-68). User's manual. London: Mac Keith, 2002.
- [34] Kaye L, Whitfield MF. The eighth month movement assessment of infants as a prediction of cerebral palsy in high-risk infants [Abstract]. *Dev Med Child Neurol* 1988;30(Suppl. 57):11.
- [35] Campbell S, Osten E, Kolobe T, Fisher AG. Development of the test of infant motor performance. *Phys Med Rehabil Clin* 1993;4: 541-50
- [36] Katona F., How primitive is the moro reflex?, *European Paediatric Neurology Society*, 105-106, 1998
- [37] Dimitrios I. Zafeiriou, Primitive Reflexes and Postural Reactions in the Neurodevelopmental Examination, *Pediatric Neurology*, Vol. 31 No. 1, 8s., 2004

## **EKLER LİSTESİ**

**EK 1 Yardım dosyası**



## EK 1 Yardım dosyası

**UYARI :** Bu buton, analiz yapılırken kullanılır. Fotoğraf kareleri arasında ileri/geri butonlarıyla ilerlerken bebeğe uyarı verildiği anı tespit ettiğinizde uyarı butonuna basınız.

**BAŞLANGIÇ:** Bu buton, analiz yapılırken kullanılır. Fotoğraf kareleri arasında ileri/geri butonlarıyla ilerlerken bebeğe uyarı verildikten sonra bebeğin tepki verdiği anı tespit ettiğinizde başlangıç butonuna basınız. [\*\*]

**BİTİŞ:** Bu buton, analiz yapılırken kullanılır. Fotoğraf kareleri arasında ileri/geri butonlarıyla ilerlerken bebeğe uyarı verildikten sonra bebeğin verdiği tepkinin sona erdiğini tespit ettiğinizde başlangıç butonuna basınız. [\*\*]

**GERİ/İLERİ:** Bu buton, bebeğin uyarıya karşı verdiği tepki anını, tepkinin gecikmelerini ve tepki bitiş anlarını tespit etmek için kullanılır. Fotoğraf kareleri arasında 1'er buton ilerlemek veya geri gitmek için kullanınız.

**10 İLERİ/10 GERİ:** Bu buton, bebeğin uyarıya karşı verdiği tepki anını, tepki gecikmelerini ve tepki bitiş anlarını tespit etmek için kullanılır. Fotoğraf kareleri arasında 10'ar buton ilerlemek veya geri gitmek için kullanınız.

**2 SN GERİ/ 2 SN İLERİ:** Bu buton, bebeğin uyarıya karşı verdiği tepki anını, tepki gecikmelerini ve tepki bitiş anlarını tespit etmek için kullanılır. Fotoğraf kareleri arasında 10'ar buton ilerlemek veya geri gitmek için kullanınız.

**KAYDA BAŞLA:** Bu butonu, video ve ivme sensörü kaydını başlatmak için kullanınız.

**KAYDI BİTİR:** Bu butonu, video ve ivme sensörü kaydını bitirmek için kullanınız.

**KAPAT:** Bu butonu, programı kapatmak için kullanınız.

**SOL KOL MORO X:** Bu buton, fotoğraf kareleri üzerinden yapılacak moro refleks başlangıç ve bitiş zamanı tespiti sırasında eş zamanlı olarak sensörden alınan sinyal üzerinde ilerleyen "\*" ların üzerine tıkladığında sol kol X eksenini için moro refleks süresi hesaplanmış olur.

**SOL KOL MORO Y:** Bu buton, fotoğraf kareleri üzerinden yapılacak moro refleks başlangıç ve bitiş zamanı tespiti sırasında eş zamanlı olarak sensörden alınan sinyal üzerinde ilerleyen “\*” ların üzerine tıkladığında sol kol Y eksenini bileşeni için moro refleks süresi hesaplanmış olur.

**SOL KOL MORO Z:** Bu buton, fotoğraf kareleri üzerinden yapılacak moro refleks başlangıç ve bitiş zamanı tespiti sırasında eş zamanlı olarak sensörden alınan sinyal üzerinde ilerleyen “\*” ların üzerine tıkladığında sol kol Z eksenini bileşeni için moro refleks süresi hesaplanmış olur.

**SAĞ KOL MORO X:** Bu buton, fotoğraf kareleri üzerinden yapılacak moro refleks başlangıç ve bitiş zamanı tespiti sırasında eş zamanlı olarak sensörden alınan sinyal üzerinde ilerleyen “\*” ların üzerine tıkladığında sağ kol X eksenini bileşeni için moro refleks süresi hesaplanmış olur.

**SAĞ KOL MORO Y:** Bu buton, fotoğraf kareleri üzerinden yapılacak moro refleks başlangıç ve bitiş zamanı tespiti sırasında eş zamanlı olarak sensörden alınan sinyal üzerinde ilerleyen “\*” ların üzerine tıkladığında sağ kol Y eksenini bileşeni için moro refleks süresi hesaplanmış olur.

**SAĞ KOL MORO Z:** Bu buton, fotoğraf kareleri üzerinden yapılacak moro refleks başlangıç ve bitiş zamanı tespiti sırasında eş zamanlı olarak sensörden alınan sinyal üzerinde ilerleyen “\*” ların üzerine tıkladığında sağ kol Z eksenini bileşeni için moro refleks süresi hesaplanmış olur.

**SİMETRİ X:** Bu buton, sensörden alınan sinyalin sol kol X eksenini ve sağ kol X eksenini bileşenli pencerelerinden tahmin edilen noktalar üzerinden sağ ve sol kol simetri/asimetri kararını vermeyi sağlamaktadır.

**SİMETRİ Y:** Bu buton, sensörden alınan sinyalin sol kol X eksenini ve sağ kol X eksenini bileşenli pencerelerinden tahmin edilen noktalar üzerinden sağ ve sol kol simetri/asimetri kararını vermeyi sağlamaktadır.

**SİMETRİ Z:** Bu buton, sensörden alınan sinyalin sol kol X eksenini ve sağ kol X eksenini bileşenli pencerelerinden tahmin edilen noktalar üzerinden sağ ve sol kol simetri/asimetri kararını vermeyi sağlamaktadır.

- [\*\*] Uyarı, Başlangıç ve Bitiş butonları sayesinde Analiz Sonuçları Bölümünde yer alan “Videodan Latency” süresi ve “Videodan Moro” süresi tespit edilmektedir.