



**SPONTAN MOTOR HAREKET DEĞERLENDİRİLMESİNDE “*CENTER OF PRESSURE*” (COP) HAREKET ANALİZİNİN KULLANILMASI:
“*GENERAL MOVEMENTS*” (GMs) KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA**

Halil İbrahim ÇELİK

**DOKTORA TEZİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM 2020

Halil İbrahim ÇELİK tarafından hazırlanan “SPONTAN MOTOR HAREKET DEĞERLENDİRİLMESİNDE “*CENTER OF PRESSURE*” (COP) HAREKET ANALİZİNİN KULLANILMASI: “*GENERAL MOVEMENTS*” (GMs) KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Bülent ELBASAN

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

.....

Tez Savunma Tarihi: 23 /10/2020

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yasemin DÜNDAR
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Halil İbrahim ÇELİK tarafından hazırlanan “SPONTAN MOTOR HAREKET DEĞERLENDİRİLMESİNDE “*CENTER OF PRESSURE*” (COP) HAREKET ANALİZİNİN KULLANILMASI: “*GENERAL MOVEMENTS*” (GMs) KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Akmer MUTLU

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 23 /10/2020

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yasemin DÜNDAR
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Halil İbrahim ÇELİK tarafından hazırlanan “SPONTAN MOTOR HAREKET DEĞERLENDİRİLMESİNDE “*CENTER OF PRESSURE*” (COP) HAREKET ANALİZİNİN KULLANILMASI: “*GENERAL MOVEMENTS*” (GMs) KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Üye: Prof. Dr. Deran OSKAY

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 23/10/2020

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yasemin DÜNDAR
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Halil İbrahim ÇELİK tarafından hazırlanan “SPONTAN MOTOR HAREKET DEĞERLENDİRİLMESİNDE “*CENTER OF PRESSURE*” (COP) HAREKET ANALİZİNİN KULLANILMASI: “*GENERAL MOVEMENTS*” (GMs) KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Üye: Doç. Dr. İlke KESER

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 23/10/2020

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yasemin DÜNDAR
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Halil İbrahim ÇELİK tarafından hazırlanan “SPONTAN MOTOR HAREKET DEĞERLENDİRİLMESİNDE “*CENTER OF PRESSURE*” (COP) HAREKET ANALİZİNİN KULLANILMASI: “*GENERAL MOVEMENTS*” (GMs) KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Üye: Doç. Dr. Abdullah Ruhi SOYLU

Biyofizik Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 23/10/2020

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yasemin DÜNDAR
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Halil İbrahim ÇELİK tarafından hazırlanan “SPONTAN MOTOR HAREKET DEĞERLENDİRİLMESİNDE “*CENTER OF PRESSURE*” (COP) HAREKET ANALİZİNİN KULLANILMASI: “*GENERAL MOVEMENTS*” (GMs) KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Üye: Dr.Öğr. Üyesi Zeynep ARIBAŞ

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Bakırçay Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 23/10/2020

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yasemin DÜNDAR
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Halil İbrahim ÇELİK

23/10/2020

SPONTAN MOTOR HAREKET DEĞERLENDİRİLMESİNDE “CENTER OF PRESSURE” (COP) HAREKET ANALİZİNİN KULLANILMASI: “GENERAL MOVEMENTS” (GMs) KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA
(Doktora Tezi)

Halil İbrahim ÇELİK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ekim 2020

ÖZET

Serebral Palsi (SP), erken çocukluk döneminde başlayan ve yaşam boyu devam eden en yaygın ve en iyi bilinen nörogelişimsel bozukluklardan biridir. SP'nin erken tanınması; müdahale yaklaşımlarının, beyin gelişimi ve nöroplastisitenin daha hızlı olduğu erken dönemlerde uygulanmasını mümkün kılar. Prechtl'in *General Movements* Değerlendirmesi (GMA: General Movements Assessment), SP tanısını erken dönemde en iyi tahmin eden değerlendirmedir. Bu çalışma, Bebeklerde *General Movements* (GMs) değerlendirmesine yönelik yeni bir kantitatif yöntem sunmak amacıyla yürütüldü. Çalışmaya; *Writhing* Hareketler (WMs/0-6 hafta) döneminde olan 62 bebek, *Fidgety* Hareketler (FMs/9-20 hafta) döneminde olan 101 bebek dahil edildi. Spontan hareketleri değerlendirmek için kuvvet platformu üzerine sırt üstü yerleştirilen bebeklerin, üç dakikalık eş zamanlı video ve Center of Pressure (COP) hareket kaydı yapıldı. Video kayıtları Klasik/Gözlemsel GMA için, COP hareket verileri ise kütle merkezine ait kantitatif hareket parametrelerinin elde edilmesi için kullanıldı. Klasik GMA; Prechtl Yöntemi esas alınarak Global ve Detaylı GMA olmak üzere iki aşamada gerçekleştirildi. Sunulan kantitatif yöntem; Normal GMs ile Poor Repertoire GMs'i %77 genel doğrulukla, *Absent Fidgety* ile Normal *Fidgety*'i ise %83 genel doğrulukla sınıflandırdı. Ayrıca; General Movements Optimalite Skoru'nu yaklaşık 1,1 puanlık hata ile, Motor Optimalite Skoru'nu yaklaşık 1,8 puanlık hata ile tahminledi. Sonuç olarak; bu çalışmada sunulan kantitatif yöntemin, Klasik GMA'ya alternatif olmasa da deneyimli GMA gözlemcilerinin bulunmadığı yenidoğan ve pediatrik takip kliniklerinde kullanılabilmek potansiyeline sahip olduğu ve bunun anormal GMs sergileyen bebeklerin erken dönemde belirlenmesi ve erken müdahaleye yönlendirilmesi açısından fayda sağlayabileceği düşünüldü.

Bilim Kodu : 1024

Anahtar Kelimeler : Center of Pressure, General Movements, Spontan Hareketler

Sayfa Adedi : 77

Danışman : Prof. Dr. Bülent ELBASAN

USING OF CENTER OF PRESSURE (COP) MOVEMENT ANALYSIS IN
EVALUATING SPONTANEOUS MOTOR MOVEMENT: A COMPARATIVE STUDY
WITH GENERAL MOVEMENTS (GMs)

(Ph. D. Thesis)

Halil İbrahim ÇELİK

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

October 2020

ABSTRACT

Cerebral palsy (CP) is one of the most common and best-known neurodevelopmental disorders that begin in early childhood and continue throughout life. Early diagnosis of CP makes it possible to perform intervention approaches in early periods during which brain development and neuroplasticity are faster. Precht's General Movements Assessment (GMA) is the assessment tool which can be accepted as best for predicting the diagnosis of CP in the early period. This study was conducted to present a new quantitative method for evaluating General Movements (GMs) in infants. Sixty-two infants who were in the period of writhing movements (WMS/0-6 weeks) and 101 infants who were in the period of Fidgety movements (FMs/9-20 weeks) were included in the study. To evaluate the spontaneous movements, video and Center of Pressure (COP) motion of the infants recorded simultaneously for 3 minutes while they were placed in supine position on the force platform during analyses. Video recordings and COP motion data were used to obtain Classic/Observational GMA and quantitative motion parameters of the center of mass, respectively. Classic GMA was performed in two stages based on Precht's method: Global and Detailed GMA. The presented quantitative method classified Normal GMs with Poor Repertoire GMs with 77% overall accuracy while 83% overall accuracy was obtained in classifying Absent Fidgety with Normal Fidgety. The presented model also predicted the General Movements Optimality Score and Motor Optimality Score with an error of about 1.1 and 1.8 points, respectively. As a result, it was thought that the quantitative method presented in this study is not an alternative to classical GMA, however, it has potential to be used in neonatal and pediatric follow-up clinics where there are no experienced GMA observers, and this may be beneficial in terms of identifying babies with abnormal GMs in the early period and directing them to early intervention.

Science Code : 1024

Key Words : Center of Pressure, General Movements, Spontaneous Movements

Page Number : 77

Advisor : Prof. Dr. Bülent ELBASAN

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca, kıymetli bilgi ve deneyimlerinin yanı sıra sonsuz özveri ve içtenliği ile akademik ve klinik beceri gelişimimde çok büyük emeği olan, danışmanım ve çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Bülent ELBASAN'a; tez konusunun oluşturulması, içeriğin düzenlenmesi ve yorumlanması aşamalarındaki sonsuz katkı ve emekleri için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimim boyunca, değerli bilgileri ve tecrübeleri ile kaliteli eğitim almamızı sağlayan ve bugüne kadar yetişmemde büyük emekleri olan Hacettepe Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'ndeki değerli hocalarıma ve bugüne kadar gelmemde bir o kadar emek sarf eden tüm hocalarıma,

Tez çalışmasının şekillendirilmesinde desteğini ve tecrübesini esirgemeyen, büyük bir anlayış ve sabır ile yol gösteren ve tez vakalarının değerlendirilmesindeki çok kıymetli katkılarından dolayı değerli hocam Sayın Prof. Dr. Akmer MUTLU'ya,

Dersleriyle farklı bir bakış açısı kazandığım, lisansüstü eğitimimi renklendiren ve zenginleştiren, büyük bir heyecan ve zevkle çalıştığım ve ayrıca tez çalışmasının metodolojisindeki çok değerli katkıları nedeniyle değerli hocam Sayın Doç. Dr. Abdullah Ruhi SOYLU'ya

Tez olgularına ulaşılması ve tez çalışmasının gerçekleştirilebilmesi için sağladığı desteklerinden dolayı hocalarım Sayın Prof. Dr. Aysu DUYAN ÇAMURDAN, Prof. Dr. Esin KOÇ ve Prof. Dr. Eray Esra ÖNAL'a,

Tez değerlendirme sürecinde sağladıkları teknik imkanlar nedeniyle Sayın Kerem GÜLLÜ ve Bilim Ortopedi A.Ş.'ye,

İçten arkadaşlıklarıyla her zaman yanımda olan ve tez çalışması sırasında verdikleri desteklerden dolayı Ramazan YILDIZ, Ayşe YILDIZ, Gülşen TAŞ ve Rıdvan Muhammet ADIN'a,

Akademik hayatımın her aşamasında yanımda olan, desteğini ve kıymetli fikirlerini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli arkadaşım Alper TUĞRAL'a,

Her koşulda yanımda olan, destek ve sevgisini her an hissettiğim sevgili eşim Özge MENGİ ÇELİK'e ve tüm aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Preterm ve Term Bebek	3
2.1.1. Preterm bebek ve nörogelişimsel bozukluk riski	4
2.2. Serebral Palsi'nin Erken Dönemde Tanılanması	5
2.3. Spontan Hareketler: Prenatal ve Erken Postnatal Dönem.....	6
2.3.1. Spontan hareketlerin oluşumundan sorumlu mekanizma: santral patern jeneratörleri.....	7
2.3.2. Spontan hareketlerin en önemlisi: <i>general movements</i>	9
2.4. Prechtl Yöntemi ile <i>General Movements</i> Değerlendirmesi	9
2.4.1. Preterm GMs	10
2.4.2. <i>Writhing</i> hareketler.....	10
2.4.3. <i>Fidgety</i> hareketler.....	12
2.5. Prechtl'in Detaylı <i>General Movements</i> Değerlendirme Yöntemleri.....	13
2.5.1. General movement optimalite skoru	14
2.5.2. Motor optimalite skoru.....	14
2.6. Nörogelişimsel Sonuçların Tahmini: Global <i>General Movements</i> Değerlendirmesi.....	14

	Sayfa
2.6.1. WMs dönem.....	15
2.6.2. FMs dönem	16
2.7. Nörogelişimsel Sonuçların Tahmini: Detaylı <i>General Movements</i> Değerlendirmesi	16
2.7.1. GMOS ile ilgili çalışmalar	16
2.7.2. MOS ile ilgili çalışmalar	17
2.8. Teknoloji Temelli Kantitatif <i>General Movements</i> Değerlendirmeleri.....	19
2.8.1. 3D hareket yakalama sistemleri	20
2.8.2. Bilgisayar temelli video analiz sistemleri	21
2.8.3. İvmeölçer ve diğer sensörleri kullanan sistemler.....	24
2.8.4. Elektromanyetik hareket izleme sistemleri	25
3. BİREYLER VE YÖNTEM.....	27
3.1. Bireyler.....	27
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Sosyodemografik bilgilerin ve medikal hikayenin kaydedilmesi	28
3.2.2. <i>General movements</i> değerlendirmesi	29
3.2.3. <i>Center of pressure</i> hareketinin değerlendirilmesi	32
3.3. İstatistiksel Yöntem.....	35
4. BULGULAR	37
4.1. Sosyodemografik ve Doğum Bilgilerine Ait Bulgular.....	37
4.2. Detaylı <i>General Movements</i> Değerlendirmesine Ait Bulgular	40
4.3. WMs Dönemdeki Bebeklerin COP Hareket Değerlendirmesine Ait Bulgular	41
4.4. FMs Dönemdeki Bebeklerin COP Hareket Değerlendirmesine Ait Bulgular	44
5. TARTIŞMA	49
5.1. Global <i>General Movements</i> Değerlendirmesi.....	49
5.2. Detaylı <i>General Movements</i> Değerlendirmesi.....	53

	Sayfa
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	59
EKLER.....	71
EK-1. Etik Komisyon Onayı.....	72
EK-2. Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	74
EK-3. Detaylı <i>General Movements</i> Değerlendirmesi	75
EK-4. Motor Repertuar Değerlendirmesi	76
ÖZGEÇMİŞ	77

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Preterm ve term bebeklerin sınıflandırılması	3
Çizelge 3.1. COP hareket parametreleri	33
Çizelge 3.2. Çapraz sınıflandırma tablosu	36
Çizelge 3.3. Model performans ölçütleri	36
Çizelge 4.1. WMs dönemdeki bebeklerin sosyodemografik ve doğum bilgilerinin karşılaştırılması	37
Çizelge 4.2. WMs dönemdeki bebeklerin sosyodemografik ve doğum bilgilerinin karşılaştırılması	38
Çizelge 4.3. FMs dönemdeki bebeklerin sosyodemografik ve doğum bilgilerinin karşılaştırılması	39
Çizelge 4.4. FMs dönemdeki bebeklerin sosyodemografik ve doğum bilgilerinin karşılaştırılması	39
Çizelge 4.5. WMs dönemdeki bebeklerin detaylı <i>General Movements</i> değerlendirmesi	40
Çizelge 4.6. FMs dönemdeki bebeklerin detaylı <i>General Movements</i> değerlendirmesi	40
Çizelge 4.7. <i>Writhing</i> hareketler dönemindeki bebeklerin Center of Pressure hareket parametreleri	42
Çizelge 4.8. WMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri ile Global GMs değerlendirmelerinin Lojistik regresyonla tahmini	43
Çizelge 4.9. WMs dönemdeki bebeklerin Lojistik regresyon sınıflama tablosu	43
Çizelge 4.10. WMs dönemdeki bebeklere ait GMOS'ların Doğrusal Regresyonla tahmini	44
Çizelge 4.11. FMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri	45
Çizelge 4.12. FMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri ile Global GMs değerlendirmelerinin Lojistik regresyonla tahmini	46
Çizelge 4.13. FMs dönemdeki bebeklerin Lojistik regresyon sınıflama tablosu	46
Çizelge 4.14. FMs dönemdeki bebeklere ait MOS'ların Doğrusal Regresyonla tahmini	47

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Normal CPG modülasyonu.....	8
Şekil 2.2. Beyin lezyonu durumunda azalmış CPG modülasyonu	8
Şekil 2.3. <i>General Movements</i> dönemleri.....	10
Şekil 2.4. Normal ve anormal <i>General Movements</i> paternleri.....	11
Şekil 2.5. Hareket tanıma teknolojilerinin sınıflandırılması.....	20
Şekil 3.1. Çalışmaya katılım akış diyagramı	28
Şekil 3.2. Kuvvet platformu ve kameranın yerleşimi	30

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simge ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
kg	Kilogram
mm	Milimetre
s	Saniye
Kısaltmalar	Açıklamalar
ADHD	Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu
AF	Anormal Fidgety
Ch	Chaotic
COP	Center of Pressure
CPG	Central Pattern Generators
CS	Cramped Synchronized
F-	Absent Fidgety
FMs	Fidgety Hareketler
GMA	General Movements Değerlendirmesi
GMOS	General Movement Optimalite Skoru
GMs	General Movements
GMT	General Movements Toolbox
MND	Minör Nörolojik Disfonksiyon
MOS	Motor Optimalite Skoru
MRI	Manyetik Rezonans Görüntüleme
PR	Poor Repertoire
SP	Serebral Palsi
WMs	Writhing Hareketler
2D	İki Boyutlu
3D	Üç Boyutlu

1. GİRİŞ

Preterm doğum; gebeliğin, gestasyonel 37 tam haftadan (259 gün) önce sonlanmasıdır [1, 2]. Preterm doğum; neden olduğu yenidoğan ve çocukluk çağı mortalite ve morbiditeleri açısından önde gelen küresel bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilir [3]. Dünya Sağlık Örgütü tarafından desteklenen ve ülkelerin 2014 yılı verilerini içeren bir çalışmada; dünya genelinde preterm doğum sayısı 14.8 milyon, preterm doğum oranı ise %10.6 olarak tahmin edilmiştir. Ülkemizde ise 2014 yılına ait preterm doğum oranı %12.4, preterm doğum sayısı 160.646 olarak belirtilmiştir [1].

Preterm doğum; serebral palsy (SP), otizm spektrum bozukluğu, gelişimsel koordinasyon bozukluğu, görme ve işitme bozuklukları, dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu, davranışsal problemler, emosyonel ve öğrenme bozuklukları gibi nörogelişimsel bozuklukların görülme riskini artırır [4-6]. Ancak, preterm çocuklarda en sık görülen ve araştırmacıların daha çok yoğunlaştığı nörogelişimsel bozukluk SP'dir [7].

SP, erken çocukluk döneminde başlayan ve yaşam boyu devam eden en yaygın ve en iyi bilinen nörogelişimsel bozukluklardan biridir [8]. Çocukluk çağında en sık görülen fiziksel özürllülük nedeni olan SP, şemsiye bir terimdir ve “immatür beynin ilerleyici olmayan hasarı sonucu ortaya çıkan, primer olarak hareket ve postürü etkileyen ve aktivite limitasyonuna neden olan kalıcı bir grup bozukluk” olarak tanımlanır [8, 9]. Dünya çapında, genel SP prevalansının 1000 canlı doğumda 2.11 olduğu tahmin edilmiştir [10]. Ülkemizde ise, SP prevalansı 2-16 yaş aralığında 1000 canlı doğumda 4.4 olarak bildirilmiştir [11].

1800'lü yıllardan itibaren, literatürde serebral palsy (SP)'nin erken tanısı için çağrılar yapılsa da; SP tanısı yüksek gelirli ülkelerde 1-2 yaşa, düşük gelirli ülkelerde ise 5 yaşa kadar gecikebilmektedir [12]. SP'nin erken tanılanması; müdahale yaklaşımlarının, beyin gelişimi ve nöroplastisitenin daha hızlı olduğu erken dönemlerde uygulanmasını mümkün kılar. Bir meta-analizde; ilk 1 yıl içerisinde uygulanan erken müdahale yaklaşımlarının, motor ve kognitif sonuçları geliştirdiği belirtilmiştir [13]. Ancak; erken tanılama ya da erken müdahale yaklaşımlarının gecikmesi, anormal nöral yollar ve sekonder komplikasyonların gelişmesine neden olarak gelişimsel becerilerde tam potansiyele ulaşılmasını engelleyebilir [14].

Yaşamın erken dönemlerinde görülen anormal *General Movements* (GMs) paternlerinin, özellikle SP tanısı için prognostik değere sahip olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir [27, 39, 58, 67]. 2018’de yayınlanan bir sistematik derlemede; Prechtl’in *General Movements* Değerlendirmesi’nin (GMA: General Movements Assessment) %97 sensitivite ve %89 spesifite ile, SP tanısını erken dönemde en iyi tahmin eden değerlendirme olduğu belirtilmiştir [15].

Prechtl GMA; GMs kalitesinin kalitatif değerlendirilmesinde kullanılan geçerli ve güvenilir bir video gözlem yöntemidir [16]. Kol, bacak, boyun ve gövde hareketlerinden oluşan GMs’lerin video görüntüleri, görsel bütüncül algı (Gestalt algısı) temelinde analiz edilir [17]. Prechtl yöntemine göre; GMA, global ve detaylı olmak üzere iki başlıkta ele alınır. Global GMA; GMs paternlerini sınıflandırılırken, detaylı GMA; GMs kalitesini daha ayrıntılı ele alan ve sayısal sonuç veren semi-kantitatif bir değerlendirmedir [18].

Özellikle SP tanısını tahminlemede güçlü bir araç olan Prechtl GMA; hızlı, düşük maliyetli, değerlendirme sırasında herhangi bir müdahale gerektirmeyen ve gözlemciler arası güvenilirliği yüksek bir yöntem [16, 17] olarak sunulsa da; bu yöntemin subjektif ve kalitatif bir değerlendirme olması, iyi eğitilmiş ve deneyimli gözlemciler gerektirmesi rutin klinikte yaygın kullanımı kısıtlamaktadır. Bu yüzden; gelişen teknolojinin de etkisiyle klinikte yaygın olarak kullanılabilen ve kullanıcı/gözlemciden bağımsız olan kantitatif GMA yöntemleri sunan çalışmalar literatürde öne çıkmıştır [85-105]. Bu çalışmalarda; ‘3D hareket yakalama sistemleri’, ‘Bilgisayar temelli video analiz sistemleri’, ‘İvmeölçer kullanan sistemler’ ve ‘Elektromanyetik hareket izleme sistemleri’ kullanılmıştır. Bu yöntemlerin kendi içindeki avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak; ucuz, değerlendirme sırasında herhangi bir müdahale gerektirmeyen, kullanımı kolay, kullanıcı/gözlemciden bağımsız olan ve Klasik (Prechtl) GMA’da kullanılan Gestalt algısıyla uyumlu olarak vücut bölümlerini ayrı ayrı değil, tüm vücut hareketini ele alan yeni bir yöntem sunmak amacıyla planlanan bu çalışmanın hipotezleri şunlardır:

H1: Spontan hareket değerlendirmesi için sunulan kantitatif yöntemden elde edilen objektif değişkenler, Global GMA’yı tahmin etmede anlamlıdır.

H2: Spontan hareket değerlendirmesi için sunulan kantitatif yöntemden elde edilen objektif değişkenler, Detaylı GMA’yı tahmin etmede anlamlıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Preterm ve Term Bebek

Gestasyonel yaş ya da gebelik yaşı, gebelik periyodunun uzunluğunu tanımlar. Gestasyonel yaş; annenin son adet tarihi, birinci trimesterde yapılan erken ultrasonografik değerlendirme ve doğumdan sonra bebeğin klinik değerlendirilmesi gibi farklı yöntemlerle belirlenebilse de, erken gebelik döneminde yapılan ultrasonografi en güvenilir yöntemdir [19].

Gestasyonel yaş, hafta ve gün olarak belirlenir. Preterm bebek; gestasyonel yaşı 37 tam haftadan (259 gün) az olan bebektir. Preterm bebekler, gestasyonel yaşlarına göre kendi içinde geç, orta, erken ve çok erken preterm olarak sınıflandırılır. Gestasyonel yaşı 37^{+0} ve 41^{+6} hafta olan bebekler term, 42 tam hafta (294 gün) ve daha fazla olan bebekler ise postterm olarak sınıflandırılır (Çizelge 2.1) [1, 2].

Çizelge 2.1. Preterm ve term bebeklerin sınıflandırılması

Preterm < 37 hafta				Term $37 \leq$ - <42 hafta			Postterm
Çok Erken Preterm	Erken Preterm	Orta Preterm	Geç Preterm	Erken term	Full term	Geç term	≥ 42
<28	$28 \leq$ - < 32	$32 \leq$ - < 34	$34 \leq$ - < 37	$37 \leq$ - < 39	$39 \leq$ - <41	$41 \leq$ - <42	

Dünya Sağlık Örgütü tarafından desteklenen ve ülkelerin 2014 yılı verilerini içeren bir çalışmada; dünya genelinde preterm doğum sayısı 14.8 milyon, preterm doğum oranı ise %10.6 olarak tahmin edilmiştir. Preterm doğum oranı bölgesel olarak incelendiğinde; en düşük oran %8.7 ile Avrupa bölgesinde, en fazla oran ise %13.4 ile Kuzey Afrika bölgesindedir. Ülkemizde ise 2014 yılına ait preterm doğum oranı %12.4, preterm doğum sayısı ise 160.646 olarak belirtilmiştir [1].

Preterm doğum; birçok etyolojik faktörün rol oynadığı multifaktöryel bir sendrom olarak düşünülür ve bu etyolojik risk faktörleri spontan ve endike doğum olmak üzere iki ana grupta incelenir. Spontan preterm doğum; doğum eyleminin kendiliğinden başladığı veya erken membran rüptürünü takiben doğumun olmasıdır. Endike preterm doğum ise; anne ya da bebeğe ait medikal sorunlar nedeniyle başlatılan ve yaptırılan doğumlardır [3, 20].

Spontan erken doğuma neden olan risk faktörleri arasında; çok erken ya da geç yaşlarda gebe kalma, gebelikler arası sürenin kısa olması, çoklu gebelik, yardımcı üreme teknikleri ile gebe kalma, preterm doğum öyküsüne sahip olma, düşük sosyo-ekonomik durum, alkol ve madde kullanımı, bakteriyel vajinozis, üriner sistem enfeksiyonları, dış-dış eti hastalıkları ve gebelik malnütrisiyonu sayılabilir. Endike erken doğum risk faktörleri ise; preeklamsi/eklamsi, ablasyo plasenta, uterin yırtık, kalp ve böbrek yetmezliği gibi maternal majör medikal durumlar ile fetal gelişim geriliği, oligo- ve polihidroamniyozu içerir [3, 20, 21]. Ancak, birçok risk faktörü preterm doğumla ilişkili olsa da, preterm doğumların üçte ikisinde herhangi bir risk faktörüne rastlanılmadığı bildirilmiştir [4].

Preterm doğum; neden olduğu yenidoğan ve çocukluk çağı mortalite ve morbiditeleri açısından önde gelen küresel bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilir. Preterm doğum kısa dönemde; respiratuar disstres sendromu, sepsis, intraventriküler hemoraj, nekrotizan enterekolit, hipoglisemi, hiperbilirubinemi ve yenidoğan retinopatisi riskini artırır [3]. Uzun dönemde ise; serebral palsy, gelişimsel koordinasyon bozukluğu, görme ve işitme bozuklukları gibi nörogelişimsel bozuklukların yanı sıra kalp-damar, böbrek, akciğer ve metabolizma hastalıkları gibi medikal durumların da riskini artırır [4-6].

Gestasyonel yaş azaldıkça; kısa dönemde mortalite ve morbidite riski, uzun dönemde ise medikal ve nörogelişimsel problemlerin riski artar. Bu yüzden; kısa ve uzun dönem sonuçlar açısından en riskli grup, çok erken preterm (<28 hafta) bebeklerdir. Gestasyonel yaşın artması ile bu olumsuz sonuçların riski azalır. Ancak, geç preterm bebekler (34-36 hafta) dahi term doğan yaşlıtlarına kıyasla artmış mortalite, morbidite ve nörogelişimsel gerilik riskine sahiptir [5, 22].

2.1.1. Preterm bebek ve nörogelişimsel bozukluk riski

Neonatal ve perinatal tıptaki teknolojik gelişmelerle sağkalım oranı artsa da, preterm bebeklerin beyin hasarı ve nörogelişimsel bozukluk açısından yüksek riski hâlâ devam etmektedir. Sağkalım oranı en fazla olan grup, orta ve geç preterm bebeklerdir. Bu bebeklerin %99'dan fazlası sağ kalsa da, nörogelişimsel bozukluk açısından artmış riske sahiptirler [23]. Nörogelişimsel sonuçları içeren 26 çalışmayı inceleyen bir meta-analizde; çok erken pretermilerin %52'si, erken pretermilerin %24'ü, orta ve geç pretermilerin %5'i,

tüm preterm bebeklerin ise %7'sinin nörogelişimsel bozukluğa sahip olduğu belirtilmiştir [24].

Preterm doğum; otizm spektrum bozukluğu, gelişimsel koordinasyon bozukluğu, görme ve işitme bozuklukları, dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu, davranışsal problemler, emosyonel ve öğrenme bozuklukları gibi nörogelişimsel bozuklukların görülme riskini artırsa da [4-6], preterm çocuklarda en sık görülen nörogelişimsel bozukluk Serebral Palsi (SP)'dir [7].

SP, erken çocukluk döneminde başlayan ve yaşam boyu devam eden en yaygın ve en iyi bilinen nörogelişimsel bozukluklardan biridir [8]. Çocukluk çağında en sık görülen fiziksel özürlülük nedeni olan SP, şemsiye bir terimdir ve 'immatür beynin ilerleyici olmayan hasarı sonucu ortaya çıkan, primer olarak hareket ve postürü etkileyen ve aktivite limitasyonuna neden olan kalıcı bir grup bozukluk' olarak tanımlanır [8, 9]. SP; tüm gestasyonel yaşlarda görülmekle birlikte preterm doğan bebeklerde daha sık görülen, klinik belirti, etyoloji ve patoloji açısından heterojen bir motor bozukluktur [9, 14]. Kırk dokuz çalışmanın dâhil edildiği bir meta-analizde, SP prevalansı 1000 canlı doğumda; çok erken pretermelerde 82.25, erken pretermelerde 43.15, orta ve geç pretermelerde 6.75, term doğanlarda 1.35 olarak bildirilmiştir. Dünya çapında, genel SP prevalansı ise 1000 canlı doğumda 2.11 olarak tahmin edilmiştir [10]. Ülkemizde ise, SP prevalansı 2-16 yaş aralığında 1000 canlı doğumda 4.4 olarak bildirilmiştir [11].

2.2. Serebral Palsi'nin Erken Dönemde Tanılanması

1800'lü yıllardan itibaren, literatürde serebral palsi (SP)'nin erken tanısı için çağrılar yapılsa da; SP tanısı yüksek gelirli ülkelerde 1-2 yaşa, düşük gelirli ülkelerde ise 5 yaşa kadar gecikebilmektedir [12]. Güncel bir derlemede; SP tanısı için yönlendirmenin, genellikle 10 ile 21. aylar arasında yapıldığı belirtilmiştir [25]. SP tanısının erken yaşlarda konulması, müdahale yaklaşımlarının daha erken dönemde başlatılması açısından önemlidir. Erken tanı; müdahale yaklaşımlarının, beyin gelişimi ve nöroplastisitenin daha hızlı olduğu erken dönemlerde uygulanmasını mümkün kılar. Beyin plastisitesinden erken dönemde yararlanmaya başlamak, SP'li çocukların uzun dönem sonuçlarının iyileştirilmesini sağlar [14, 26]. Bir meta-analizde; ilk 1 yıl içerisinde uygulanan erken müdahale yaklaşımlarının, motor ve kognitif sonuçları geliştirdiği belirtilmiştir [13].

Ancak, müdahale yaklaşımlarının gecikmesi; anormal nöral yollar ve sekonder komplikasyonların gelişmesine neden olarak, gelişimsel becerilerde tam potansiyele ulaşılmasını engelleyebilir [14].

Novak ve ark.; SP'nin erken ve doğru tanınması için mevcut kanıtları gözden geçirmek amacıyla yaptıkları sistematik derlemeye 2 kanıta dayalı klinik rehber ve 6 sistematik derlemeyi dahil etmiş ve erken dönemde 'SP tanısı' ya da 'geçici SP tanısı'nın kullanılmasına yönelik uluslararası klinik bir rehber sunmuşlardır. Postterm ilk 6 ayda; SP tanısı için Prechtl'in GMs değerlendirmesi (sensitivite: %98, spesifite: %91), term yaş manyetik rezonans görüntüleme (sensitivite: %86-100, spesifite: %89-97) ve Hammersmith infant nörolojik değerlendirmesinin (sensitivite: %96, spesifite: %85) birlikte kullanılmasını önermişlerdir [27]. Bu rehberi temel alan güncel bir çalışmada; yöntemler tek başına kullanıldığında, en yüksek tahmin değerine sahip yöntemin Prechtl'in GMs değerlendirmesinin (sensitivite: %95, spesifite: %97) olduğu belirtilse de, üç yöntemin birlikte kullanılmasının tahmin değeri (sensitivite: %98, spesifite: %99) daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak; SP tanısının, 3 yöntemin birlikte kullanılmasıyla erken dönemde (postterm 3. ayda) doğru bir şekilde tespit edilebileceğini ifade etmişlerdir [28].

2.3. Spontan Hareketler: Prenatal ve Erken Postnatal Dönem

Spontan hareketler; belirli bir duyuşal girdi olmaksızın, immatür sinir sistemi tarafından üretilen, basit veya kompleks karakterdeki istemsiz hareketlerdir [29, 30]. Fetüsün ilk spontan hareketi; gestasyonel 7 hafta 2 gün'de açığa çıkan 'başın yana eğilme' hareketidir. Bu hareket; küçük amplitüdlü, karmaşık olmayan yavaş bir harekettir [30]. Fetal dönemdeki diğer spontan hareketlere; esneme, gerinme, irkilme, izole ekstremit ve baş hareketleri, nefes alma, göz hareketleri, hıçkırık, emme-yutma hareketleri ve *General Movements* (GMs) örnek verilebilir [29].

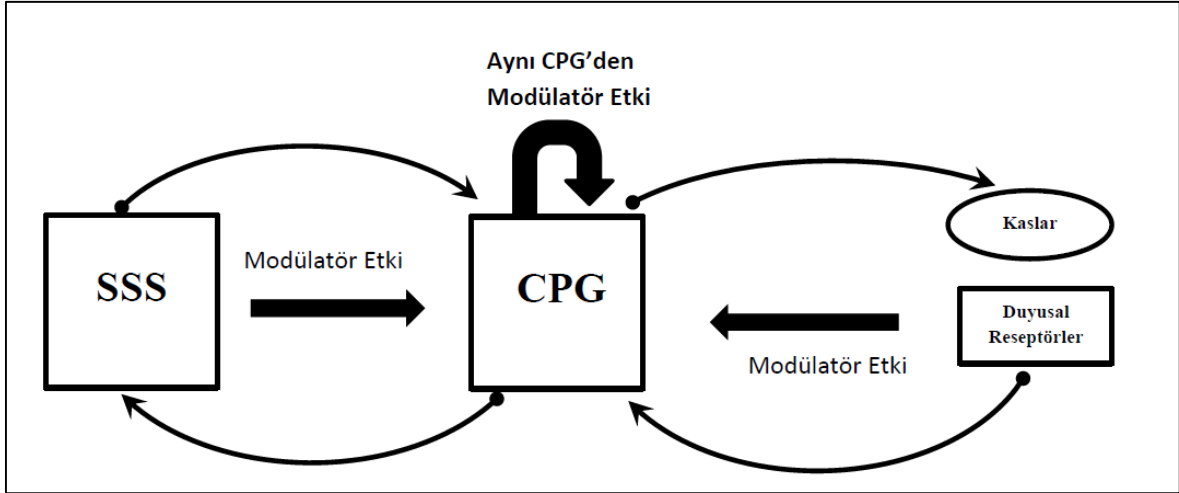
Fetal dönemdeki spontan hareketlerin, fetüse sağladığı birçok önemli fonksiyon vardır. Fetal spontan hareketler, fetüsün pozisyonunu sürekli olarak değiştirir. İntrauterin pozisyonun sık değişimi, özellikle cildi çok hassas olan fetüste adezyonların oluşmasını ve lokal kan toplanmalarını önler. Ayrıca, kas-iskelet ve sinir sistemlerinin normal ve uygun gelişimi için fetal spontan hareketlerin gerekli olduğuna dair artan kanıtlar vardır [31].

Gestasyonel yaş arttıkça, spontan hareketlerin çeşitliliği, şiddeti ve süresi de artar. Spontan fetal hareketlerin çoğu, gebeliğin ilk yarısında ortaya çıkar ve doğumdan sonra da devam eder [29]. Erken postnatal dönemdeki spontan hareketler, kaba motor becerilerin geliştirilmesi ve bebeğin kendi vücudunu tanıması açısından oldukça önemlidir [32].

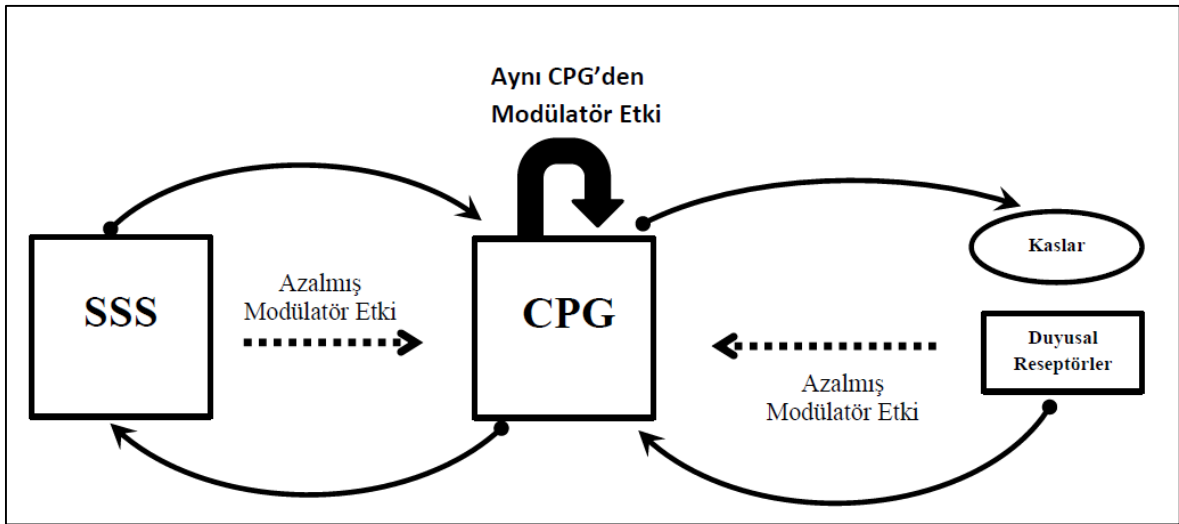
Genel olarak; post-term 2. ayın sonuna kadar, fetal dönemdeki spontan hareket repertuarı neredeyse hiç değişim göstermeden şaşırtıcı bir şekilde devam eder. Ancak; yaklaşık post-term 3. ay ile birlikte, motor ve duyuşal paternlerde majör bir değişim meydana gelir. Kas gücü artar, emme paterni değişir, gülümseme, vokalizasyon, odaklanma ve binoküler görsel algılama başlar. Ayrıca; spontan bir hareket çeşidi olan *general movements*'ın yeni bir paterni (*fidgety* hareketler) de ortaya çıkar. Tüm bu değişimler, ekstrauterin ortamın gereksinimlerini karşılamak için bebeği daha yeterli hale getirir. Ayrıca, majör değişimlerin olduğu bu dönemin; supraspinal kontrolün subkortikalden kortikal yapılara geçtiği dönem olması dikkat çekicidir [29, 33, 34].

2.3.1. Spontan hareketlerin oluşumundan sorumlu mekanizma: santral patern jeneratörleri

Spontan hareketlerin; spinal kord ve beyin sapında bulunan 'Santral Patern Jeneratörleri' (CPG: Central Pattern Generators) tarafından üretildiği varsayılır [35]. CPG'ler; segmental duyuşal girdi veya supraspinal bilgi olmadan, birçok kasın aktivitesini bağımsız bir şekilde koordine edebilen özel sinir ağlarıdır. Fakat; CPG'ler aslında tam olarak bağımsız değildir ve sinir sisteminin diğer kısımlarından gelen sinyallerden etkilenir. Özellikle, kortikal ve subkortikal alanlara ait inen motor yollar CPG'lerin modülasyonu üzerine etkilidir [35]. Ayrıca; periferden gelen duyuşal girdiler de CPG'yi modüle ederek, motor yanıtın çevresel şartlara göre ayarlanmasını sağlar (Şekil 2.1) [36].



Şekil 2.1. Normal CPG modülasyonu



Şekil 2.2. Beyin lezyonu durumunda azalmış CPG modülasyonu

GMs; erken dönem nörolojik muayenede kullanılan yerleşik bir prosedür olduğu için, spontan hareketler arasında en fazla önem verilen harekettir. Normal modülasyona sahip CPG aktivitesi; GMs'in değişken ve kompleks olmasını sağlar (Şekil 2.1). Santral sinir sisteminde (SSS) bir lezyon olması durumunda ise, CPG'nin hem santral hem de periferik modülasyonu azalır, GMs ve diğer hareketler değişken ve karmaşık özelliğini kaybeder, monoton hale gelir (Şekil 2.2) [36]. Sonuç olarak; CPG modülasyonu ve SSS hakkında bilgi veren GMs, sinir sisteminin fonksiyonel bir nörolojik değerlendirmesi olarak kabul edilir [36].

2.3.2. Spontan hareketlerin en önemlisi: *general movements*

Avusturya'lı bir pediatrik nöroloji doktoru olan Heinz Prechtl; spontan hareketlerin, genç sinir sisteminin fonksiyonel değerlendirilmesinde kullanılması fikrini ileri sürmüştür [37, 38]. Spontan hareketler içerisinde, GMs seçilmiş ve yapılan çalışmalarla; GMs kalitesindeki değişimlerin, beyin disfonksiyonun güvenilir bir göstergesi olduğu belirtilmiştir [39, 40]. Sık açığa çıkması, uzun süre devam etmesi ve karmaşık paterne sahip olması GMs'i diğer spontan hareketler içerisinde ön plana çıkarmıştır [37].

GMs; kol, bacak, boyun ve gövde hareketlerinin değişken sıralanımıyla birlikte tüm vücudun katıldığı hareket paternleridir. Başlangıç ve bitişleri kademeli olarak gerçekleşen GMs'in; yoğunluk, güç ve hızları artıp azalan karakterdedir. Ayrıca; rotasyon komponenti ve hareket yönünde küçük değişimler içeren GMs akıcı, zarif, karmaşık ve değişken karakterdedir [37].

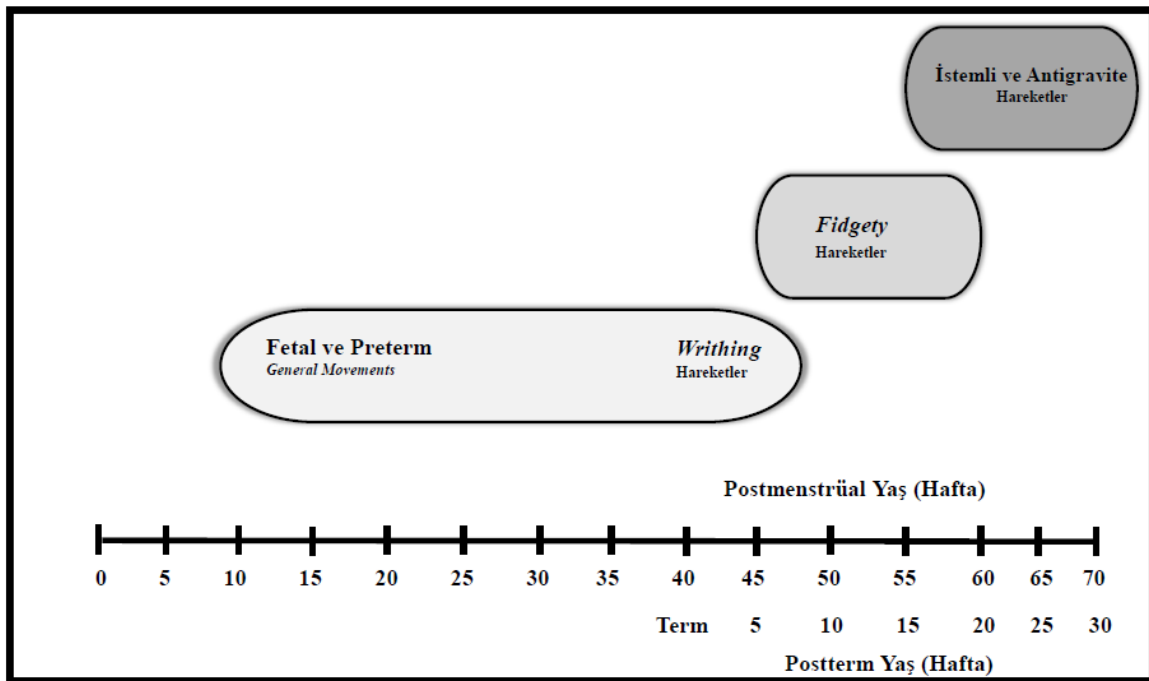
GMs'in niteliksel değerlendirilmesine yönelik farklı kriterlere dayanan birçok yöntem ileri sürülmüştür [41]. Bunlara; Touwen [42]; Van Kranen-Mastenbroek ve ark. [43]; Hadders-Algra ve ark. [44]; Kakebeeke ve ark. [45]; ve Dubowitz ve ark.'larının [46] önerdiği yöntemler örnek verilebilir. Ancak; 'Prechtl Yöntemi' literatürde en çok kullanılan yöntemdir ve bu tez çalışması kapsamında da kullanılmıştır.

2.4. Prechtl Yöntemi ile *General Movements* Değerlendirmesi

Prechtl'in *General Movements* Değerlendirmesi (GMA: General Movements Assessment); GMs kalitesinin kalitatif değerlendirilmesinde kullanılan geçerli ve güvenilir bir video gözlem yöntemidir [16]. Kol, bacak, boyun ve gövde hareketlerinden oluşan GMs'lerin video görüntüleri, görsel bütüncül algı (Gestalt algısı) temelinde analiz edilir [17].

Prechtl yöntemi; klasik nörolojik muayenede kullanılan refleks, tonus ve reaksiyonlar yerine GMs'in kalitesine odaklanır. GMs kalitesindeki değişiklikler, genç sinir sisteminin fonksiyonel bütünlüğünü hakkında bilgi veren önemli bir göstergedir. GMA; yüksek sensitivite ve spesifisiteye sahip olmasının yanı sıra hızlı, düşük maliyetli ve değerlendirme sırasında herhangi bir müdahale gerektirmeyen bir yöntemdir [17].

GMA; fetal/preterm GMs, *writhing* hareketler (WMs) ve *fidgety* hareketler (FMs) olmak üzere üç dönem altında incelenir. Dönemlere göre farklı kriterler dikkate alınarak; GMs, normal veya anormal olarak değerlendirilse de, temel olarak normal bir GMs tüm dönemlerde değişken ve karmaşık karakterdedir. Preterm GMs; fetal dönemde başlar ve term yaşa kadar devam eder. WMS; term yaşta başlayıp, postterm 2. ayın sonuna kadar devam ederken, FMs; postterm 6 ile 9. haftalar arasında aşamalı olarak ortaya çıkar ve istemli ve antigravite hareketlerin baskın olmaya başladığı 20. haftaya kadar devam eder (Şekil 2.3) [17, 41].



Şekil 2.3. *General Movements* dönemleri

2.4.1. Preterm GMs

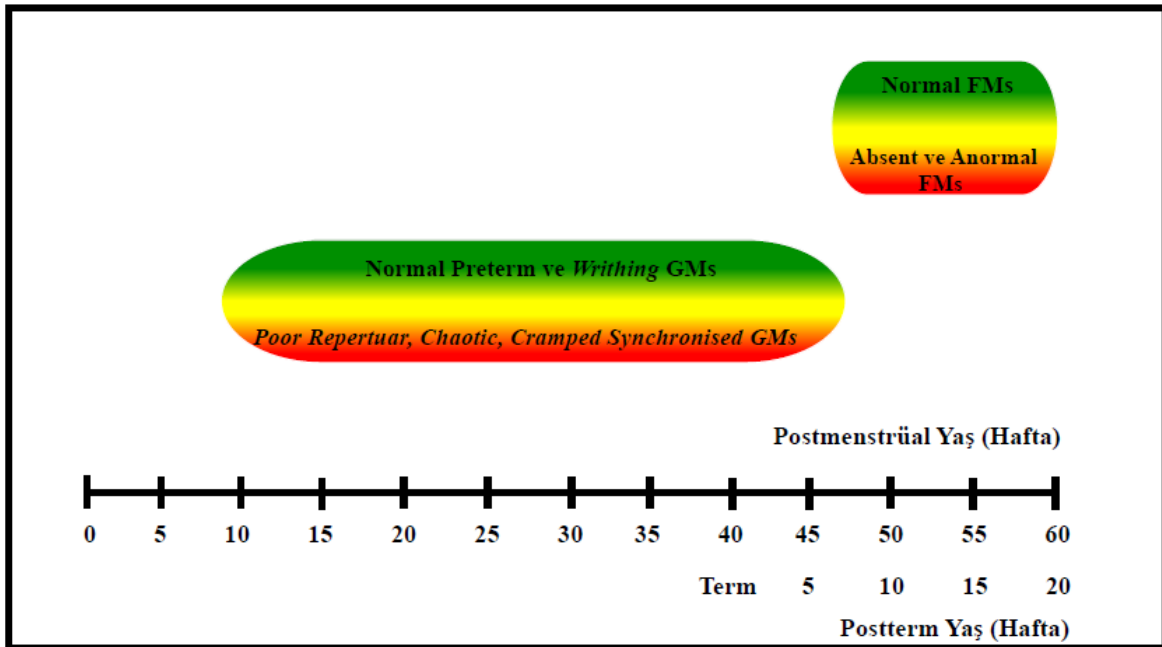
Preterm GMs; ilk olarak gestasyonel 9 hafta 3 gün'de ortaya çıkar [30] ve term yaşa (gestasyonel 37. hafta) kadar devam eder. Normal preterm GMs'ler tüm vücudu içeren, büyük amplitüdlü, zarif, akıcı ve genellikle hızlı hareketlerdir. Başlangıç ve bitişleri kademeli olarak gerçekleşir ve vücut kısımlarının dizilimi değişkendir [41, 47].

2.4.2. *Writhing* hareketler

Writhing Hareketler (WMs); term yaşta başlayıp, postterm ilk 2 aya kadar devam eder. Elipsoid formdaki bu hareketler, küçük-orta amplitüd ve yavaş-orta hıza sahiptir. Preterm

GMs ile karşılaştırıldığında, WMs sırasında gövdenin katılımı daha azdır ve ekstremiteler hareketleri orta hatta daha yakındır. Postterm 6 ile 9. hafta arasında, WMs aşamalı olarak kaybolurken, FMs aşamalı olarak ortaya çıkar [17, 39, 41].

Yaşa bağlı küçük farklılıklar olsa da; Preterm GMs ve WMs dönemdeki hareketler, genellikle benzer bir görünüme sahiptir. Bu yüzden, bu iki dönemin değerlendirmesi aynıdır [17]. Prechtl yöntemine göre, Preterm GMs ve WMs dönemdeki anormal hareketler; *poor repertoire* (PR), *cramped synchronized* (CS) ve *chaotic* (Ch) GMs olarak sınıflandırılır (Şekil 2.4) [17, 41].



Şekil 2.4. Normal ve anormal *General Movements* paternleri

Poor Repertoire GMs (PR): Bu anormal hareket paterninde; farklı vücut bölümlerinin hareket dizilimi monotondur. PR; normal GMs'lerde görülen değişken ve karmaşık karakterlere sahip değildir. PR'ı ilerleyen dönemde normal, anormal FMs veya *Absent* FMs izleyebilir [17, 41].

Cramped Synchronized GMs (CS): Tüm ekstremiteler ve gövde kaslarının neredeyse aynı anda kasılıp ve gevşediği bu anormal paternde, hareketler blok halinde ve rijittir. CS; normal GMs'lerde görülen akıcı ve pürüzsüz karakterlere sahip değildir [41]. Değerlendirmelerde ısrarlı bir şekilde CS gözlenmesi, spastik SP açısından yüksek prediktif değere sahiptir. Ayrıca; CS'in erken dönemlerde ortaya çıkması ve uzun süre

devam etmesi, SP'li çocukların fonksiyonel seviyelerinin daha kötü olacağını işaret eder [48].

Chaotic GMs (Ch): Preterm, term ve erken postterm dönemde nadir olarak ortaya çıkan anormal hareket paternidir. Düzensiz, hızlı ve keskin bir şekilde ortaya çıkan geniş amplitüdlü ekstremiteler hareketleri belirgindir ve bu hareketler akıcı ve pürüzsüz karakterde değildir. Ch; genellikle birkaç hafta sonra yerini CS'e bırakır [17, 41].

2.4.3. *Fidgety* hareketler

Boyun, gövde ve ekstremitelerde tüm yönlerde açığa çıkan, küçük amplitüdlü, orta hızlı ve değişken ivmelenmeli sirküler hareketlerdir. Ağlama, huzursuzluk, uykulu olma ve odaklanma durumları dışında, uyanık bebeklerde sıklıkla görülür [49]. *Fidgety* hareketler (FMs); postterm 6 ile 9. hafta arasında aşamalı olarak ortaya çıkar, istemli ve antigravite hareketlerin baskınlaştığı 20. haftaya kadar devam eder. WMs'ten FMs'e geçişi, elektromiyografi ve 3D hareket analizi ile inceleyen çalışmalar; hız, amplitüd ve tonik kas aktivitesinin FMs döneminde azaldığını göstermiştir [17, 41]. WMs ve FMs arasında farklılıklar görülmesi; bu GMs paternlerinin farklı CPG'ler tarafından kontrol edildiğini işaret eder. FMs döneminin istemli hareketlerden önce görülmesi nedeniyle, Prechtl; FMs'in proprioseptif sistemin postnatal kalibrasyonunu sağladığını ve bebeği istemli ince motor hareketlere (uzanma, kavrama gibi) hazırladığını ileri sürmüştür. Bebeklik döneminde normal FMs'e sahip olmayan çocuk ve ergenlerin, ince motor ve koordinasyon problemleri sergilemesi bu hipotezi destekler [34, 49, 50].

FMs döneminde görülebilen normal olmayan durumlar: *Absent FMs* (*fidgety* hareketlerin yokluğu) ve *Anormal FMs*'tir (Şekil 2.4).

Absent FMs (F-): FMs'in, postterm 9 ile 20. haftalar arasında gözlenmemesi *absent fidgety* olarak adlandırılır. *Absent fidgety'nin*; özellikle SP olmak üzere, nörolojik bozuklukları tahmin etme gücü oldukça yüksektir [17, 41].

Anormal FMs (AF): Nadir olarak görülen ve prediktif değeri düşük olan bu patern; normal FMs gibi görünse de, abartılı hız ve amplitüde sahiptir [17, 41].

Ayrıca; FMs değerlendirmesi, temporal organizasyon açısından ayrıntılı olarak yapılabilir. FMs'in temporal organizasyonu yaşa bağlı olarak değişiklik gösterir. FMs döneminin başlarında, FMs'ler sporadik olarak ortaya çıkar. Dönem ilerledikçe aralıklı ve sürekli olarak, 18. haftadan itibaren ise tekrar sporadik olarak ortaya çıkarlar [51].

Sürekli FMs (skor ++): Tüm vücut kısımlarında, çok kısa duraklamalar (1-2 sn) haricinde sürekli olarak FMs'ler görülür [49].

Aralıklı FMs (skor: +): Tüm vücut kısımlarında gözlenirse de; FMs'ler arası süre (10 sn kadar), sürekli FMs'ten daha fazladır. Yaklaşık olarak, gözlem süresinin yarısında FMs'ler mevcuttur [49]. Sürekli ve aralıklı FMs, normal FMs olarak kabul edilir [52].

Sporadik FMs (skor +/-): İzole birkaç vücut segmentini içeren FMs'ler, çok kısa sürelidir (1-3 sn) ve uzun duraklamalarla (1 dk kadar) ortaya çıkar. FMs dönemin başlangıç ve bitişinde görülen sporadik FMs normal kabul edilirken, ara dönemde görülenler *absent* FMs olarak kabul edilir [49, 52].

2.5. Prechtl'in Detaylı *General Movements* Değerlendirme Yöntemleri

General movements (GMs)'in global değerlendirmesine (WMs dönemde normal, PR, CS, Ch / FMs dönemde; normal, F-, AF) ek olarak, GMs'in farklı yön ve bileşenlerini incelemek faydalı olabilir. Prechtl'in Optimalite Konsepti'ni temel alan Detaylı GMs değerlendirmesi (GMA: General Movements Assessment), GMs kalitesinin semi-kantitatif olarak değerlendirilmesini sağlar [18]. Preterm ve WMs dönem için '*General Movement* Optimalite Skoru' (GMOS), FMs dönem için ise '*Motor Optimalite Skoru*' (MOS) olmak üzere iki ayrı Detaylı GMA yöntemi mevcuttur. GMOS, GMs'in amplitüd, hız ve hareket karakteri gibi detaylı yönlerinin değerlendirilmesini içerirken; MOS, FMs'in ve eşlik eden diğer hareketlerin (motor repertuar) değerlendirilmesini içerir [53]. Optimalite skorları; aynı global değerlendirmeye sahip bebekleri kendi içinde kıyaslamak, tipik ve atipik motor gelişimi ayırt etmek ve erken müdahale yaklaşımlarının etkisini incelemek amacıyla kullanılabilir [18, 53].

2.5.1. *General movement* optimalite skoru

General movement optimalite skoru (GMOS); Preterm ve WMs (term ve erken term) dönemde, GMs kalitesinin detaylı değerlendirilmesinde kullanılan semi-kantitatif bir yöntemdir. GMOS; global GMs değerlendirmesini ve sonrasında boyun, gövde, üst ve alt ekstremita hareketlerinin ayrıntılı puanlanmasını içerir. Değerlendirme için ayrı bir video kaydı gerekmez, Global GMA için kullanılan video kaydı tekrar izlenir [18, 53]. Toplam puan 5 ile 42 arasında değişirken, yüksek puanlar GMs kalitesinin daha iyi olduğunu gösterir [18, 53]. GMOS'un geçerli ve güvenilir olduğu farklı çalışmalarda ortaya konmuştur [18, 53, 54].

2.5.2. Motor optimalite skoru

Motor optimalite skoru (MOS); 9 ile 20. haftalar arasındaki motor repertuarın semi-kantitatif bir değerlendirmesidir. Bu dönemdeki motor repertuar; FM's'in yanı sıra eşlik eden ve birlikte görülen diğer hareket ve postüral paternleri de içerir. MOS belirlenirken; FM's kalitesi, eşlik eden hareket ve postüral paternlerinin normal ya da atipik oluşu ve hareket karakteri dikkate alınır. Toplam MOS değeri 5 ile 28 arasında değişirken, yüksek puanlar motor repertuarın daha iyi olduğunu gösterir [56-58].

MOS'un geçerli ve güvenilir olduğu farklı çalışmalarda ortaya konmuştur [56-59]. MOS'la ilgili normatif değer sunan epidemiyolojik bir çalışma olmasa da, tipik gelişim gösteren bebekleri ele alan çalışmalarda; 25 ile 28 arasındaki MOS değerlerinin optimal, 24 ve altındaki puanların ise suboptimal kabul edilebileceği ifade edilmiştir [58]. Ayrıca; 468 bebeğin dahil edildiği bir çalışmada, motor repertuar değerlendirmesinin SP'nin klinik fenotipiyle ilgili bilgi verdiği vurgulanmıştır. Asimetrik segmental hareketlerin unilateral SP'yi, sirküler kol hareketlerinin ise diskinetik SP'yi işaret ettiği ve MOS değeri azaldıkça SP'li çocukların fonksiyonel seviyelerinin kötüleştiği belirtilmiştir [58].

2.6. Nörogelişimsel Sonuçların Tahmini: Global *General Movements* Değerlendirmesi

Yaşamın erken dönemlerinde görülen anormal spontan hareketlerin, özellikle SP tanısı için prognostik değere sahip olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir [27, 39, 58, 67]. Genel olarak; anormal WMs'ler ileriki dönemlerde normalize olabildiği için, FM's'in SP

açısından prognostik değeri daha yüksektir [15]. 2018’de yayınlanan bir sistematik derlemede; FMs’in %97 sensitivite ve %89 spesifite ile, SP tanısını erken dönemde en iyi tahmin eden değerlendirme olduğu belirtilmiştir. Anormal WMs’in sensitivitesi %93, spesifitesi %59; WMs’nin bir özel paterni olan CS’in ise sensitivitesi %70, spesifitesi %97 olarak belirtilmiştir [15].

2.6.1. WMs dönem

Araştırmaların çoğu, *General Movements* Değerlendirmesi (GMA)’ni SP’yi tahmin etmek için kullansa da, GMA ile motor, kognitif ve dil gelişimi arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar da giderek artmaktadır.

Bazı çalışmalar; anormal WMs’nin paternlerini özelleştirmemiş (PR, CS gibi), genel bir sınıflama (normal/anormal WMS) kullanmıştır. Anormal ve normal WMs sergileyen bebeklerin 1 yaş sonuçları kıyaslayan çalışmalar; anormal WMs sergileyen bebeklerin motor, duyu ve nörolojik değerlendirme puanlarının daha kötü olduğunu belirtmişlerdir [60, 61].

PR GMs sergileyen bebekler ile normal GMs sergileyen bebeklerin 2 yaş sonuçlarını kıyaslayan bir çalışmada; PR GMs sergileyen bebeklerin genel gelişim ve el-göz koordinasyon puanlarının daha düşük olduğu ifade edilmiştir [62]. Benzer yaş grubunu inceleyen bir başka çalışmada ise; PR GMs sergileyen bebeklerin, 2.5 yaş kognitif ve dil gelişim puanlarının CS GMS sergileyen bebeklerden daha fazla, fakat normal GMs’ten daha düşük olduğu belirtilmiştir [63].

Spittle ve ark; anormal WMs’nin 2-4 yaş motor ve kognitif gelişimle ilişkili olduğunu [64], Sustersic ve ark. ise; anormal WMs sergileyen bebeklerin, 5-6 yaş motor yeterliliklerinin daha az olduğunu ve bu grupta gelişimsel koordinasyon bozukluğunun daha fazla görüldüğünü belirtmişlerdir [65].

Bruggink ve ark; ısrarlı anormal WMs paterni görülen bebekler ile anormal WMs’leri bu döneme kadar normalize olan bebekleri kıyaslamış ve ısrarlı anormal WMs’li bebeklerin 7-11 yaş IQ skorlarının ortalama 13 puan daha az olduğunu, sınıf tekrarı ve özel eğitim ihtiyacının ise daha fazla olduğunu bulmuşlardır [66].

Özetle; Klinisyenler, anormal WMs'nin sadece SP tanısı ile değil, aynı zamanda kısa ve uzun dönem olumsuz nörogelişimsel (motor, kognitif ve dil) sonuçlarla da ilişkili olduğunu bilmeli ve erken müdahale programlarını bu doğrultuda oluşturmalarıdır.

2.6.2. FMs dönem

SP tanısını tahmin etme açısından; FMs dönemdeki değerlendirmeler, WMs dönemdeki değerlendirmeden daha iyi sonuçlar verir [67]. Güncel bir sistematik derlemede; FMs dönemde yapılan Prechtl GMA'nın, SP tanısını erken dönemde en iyi tahmin eden yöntem (sensitivite: %97, spesifite: %89) olduğu belirtilmiştir [15]. Özellikle; *absent* FMs, SP başta olmak üzere nörolojik bozuklukları tahmin etmede en iyi sonuçları verirken, anormal FMs'in tahmin gücü düşüktür [17]. Büyük örneklemli bir çalışmada; *absent* FMs'li bebeklerin %91'inin SP tanısı aldığı, %9'unun ise hafif nörogelişimsel bozukluk sergilediği belirtilmiştir [68].

Farklı çalışmalar; Down sendromlu bebeklerde, madde kullanan ya da HIV taşıyan annelerin bebeklerinde ve otizm spektrum bozukluğu tanısı konan bebeklerde anormal FMs tanımlamıştır [69-71]. Ancak, anormal FMs'in prediktif değeri düşüktür. Anormal FMs'leri olan bebekler normal gelişebildiği gibi, koordinasyon ve ince motor problemlerin yanı sıra SP gibi daha ciddi motor bozukluklara da sahip olabilir [49]. Özetle; anormal FMs'in prediktif değeri düşük olsa da, bazı klinik tanı ve anormal durumlarla ilişkili olması akılda tutulmalıdır.

Nörolojik defisiti işaret eden beyin ultrason bulguları ve/veya klinik hikayelerin olması durumunda bile, normal FMs sergileyen bebeklerin neredeyse tamamı normal gelişim gösterir [49].

2.7. Nörogelişimsel Sonuçların Tahmini: Detaylı *General Movements* Değerlendirmesi

2.7.1. GMOS ile ilgili çalışmalar

GMOS; preterm ve WMs dönemde, GMs kalitesinin detaylı değerlendirilmesinde kullanılan semi-kantitatif bir yöntemdir. Global GMs değerlendirmesinin yanı sıra boyun, gövde, üst ve alt ekstremitelerinin ayrıntılı puanlanmasını içerir. [18, 53]. Literatür incelendiğinde; GMOS'u kullanan çalışmaların, genellikle GMOS'un perinatal faktörlerle

ilişkisini ve erken postnatal dönemdeki değişimlerini ele aldığı görüldü [54, 72, 73]. GMOS ile nörogelişimsel sonuçlar arasındaki ilişkiyi inceleyen iki çalışma aşağıda özetlendi.

GMOS'un 8-18 puanlık eski bir versiyonunu kullanan bir çalışmada; GMOS ile 2.5 yaş kognitif ve dil gelişim puanlarının ilişkili olduğu belirtilmiştir [63]. Wang ve ark. ise; GMOS'un 12. aydaki SP ve motor gelişim geriliğini tahmin etme değerlerini incelenmiş, 17 ve daha küçük puanların SP'yi, 18-26 arasındaki puanların motor geriliği, 27-42 arasındaki puanların ise normal gelişimi tahmin ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca; SP tanısı için önerilen kesme değerinin (17 puan) sensitivitesi %100, spesifitesi %90 olarak bulunmuştur [55].

2.7.2. MOS ile ilgili çalışmalar

MOS; 9 ile 20. haftalar arasındaki motor repertuarın semi-kantitatif bir değerlendirmesidir. Bu dönemdeki motor repertuar; FMs'in yanı sıra eşlik eden ve birlikte görülen diğer hareket ve postüral paternleri de içerir. MOS belirlenirken; FMs kalitesi, eşlik eden hareket ve postüral paternlerinin normal ya da atipik oluşu ve hareket karakteri dikkate alınır [56-58]. Aşağıda erken dönem motor repertuarı (MOS) ele alan çalışmalar özetlendi.

Zang ve ark.; toplam MOS puanı ile 12. ay kaba ve ince motor gelişimin ilişkili olduğunu ve Global GMA'nın yanı sıra motor repertuarın da değerlendirilmesinin anormal motor gelişimin saptanmasında faydalı olduğunu söylemişlerdir [74]. Bir başka çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş; MOS'un alt bölümleri olan *fidgety* hareketler, yaşa uygun motor repertuar ve hareket karakterinin 12. ay motor gelişimle ilişkili olduğu bulunmuştur [75].

Ferrari ve ark.; FMs döneminde Global GMA'nın yanı sıra motor repertuarın da değerlendirilmesinin, SP tanısı açısından GMA'nın sensitivite ve spesifitesini artırdığını bildirmişleridir [76]. Yang ve ark. ise; SP'li çocuklarda, motor repertuar ile fonksiyonel mobilite seviyesi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve MOS toplam puanı arttıkça, fonksiyonel seviyenin (GMFCS) daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca; CS hareket paterni, tekrarlı ağız açma/kapama ve anormal parmak postürünün daha kötü fonksiyonel seviyeyi (GMFCS 4 ve 5) işaret ettiğini bulmuşlardır [77]. Einspieler ve arkadaşı ise; motor

repertuar değerlendirmesinin, SP'nin klinik fenotipiyle ilgili bilgi verdiğini vurgulamıştır. Asimetrik segmental hareketlerin unilateral SP'yi, sirküler kol hareketlerinin ise diskinetik SP'yi işaret ettiğini, ayrıca 14'ten büyük MOS değerlerinin GMFCS seviye I ve II ile, 8'ten küçük MOS değerlerinin ise GMFCS seviye IV ve V ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir [58].

Yuge ve ark.; 5 yaş tanı durumuna göre MOS puanlarını kıyaslamış ve normal gelişim gösteren bebekler ile anormal sonuç gösteren (SP, Minör Nörolojik Disfonksiyon (MND), Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu (ADHD)) bebekler arasında MOS'un toplam ve tüm alt bölüm puanları arasında anlamlı fark olduğunu ifade etmişlerdir [56].

Hitzert ve ark.; sağlıklı term doğan çocuklarda erken dönem motor repertuar ile 6 yaş sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemiş, MOS'un yaşa uygun motor repertuar ve postüral patern bölümlerinin kognitif performansla, hareket karakterinin ise davranışsal performansla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir [78]. Salavati ve ark. ise; sağlıklı term doğan çocuklarda, erken dönem motor repertuar ile 5-10 yaş dil gelişimi ilişkisini incelemiş ve MOS toplam puan, smooth ve akıcı hareket karakteri ve postüral patern puanının dil-konuşma puanını tahmin ettiğini bulmuşlardır [79].

Fjærtøft ve ark.; normal FMs'e sahip çocukları normal ve anormal hareket karakterine göre 2 gruba ayırmış ve anormal hareket karakteri sergileyen çocukların 10 yaş motor ve kognitif performanslarının daha kötü olduğunu ifade etmişlerdir [80].

Bruggink ve ark.; erken dönem motor repertuar ile 7-11 yaş MND tanısı alma durumu arasındaki ilişkiyi incelemiş, Global GMA'nın yanı sıra hareket karakterinin değerlendirilmesinin okul çağındaki MND'yi tahmin edebilmeyi artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca; MND'li çocukların toplam MOS puanlarının SP'li gruptan daha yüksek, normal gruptan daha düşük olduğunu bulmuşlardır [57, 81].

SP ve MND açısından riskli bebekleri inceleyen çalışmaların yanı sıra Down Sendromu (DS) ve obstetrik brakial pleksus lezyonu (OBPL) olan bebeklerin erken motor repertuarını inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Herrero ve ark.; DS'li bebekler ile sağlıklı bebekler ve ileride SP tanısı alan bebeklerin erken dönem motor repertuarını kıyaslamıştır. MOS toplam puan, *fidgety* hareketler, yaşa uygun motor repertuar ve hareket karakteri alt

bölüm puanları açısından down sendromlu bebeklerin SP'den daha fazla, fakat sağlıklı bebeklerden daha az puana sahip olduğunu ifade etmişlerdir [82]. Kahraman ve ark.; OBPL'li bebekler ile sağlıklı bebekleri kıyaslamış ve OBPL'li bebeklerde bazı hareket ve postüral patern farklılıkları olsa da, gruplar arasında toplam MOS ve alt bölüm puanlarının farklı olmadığını bildirmişlerdir [83].

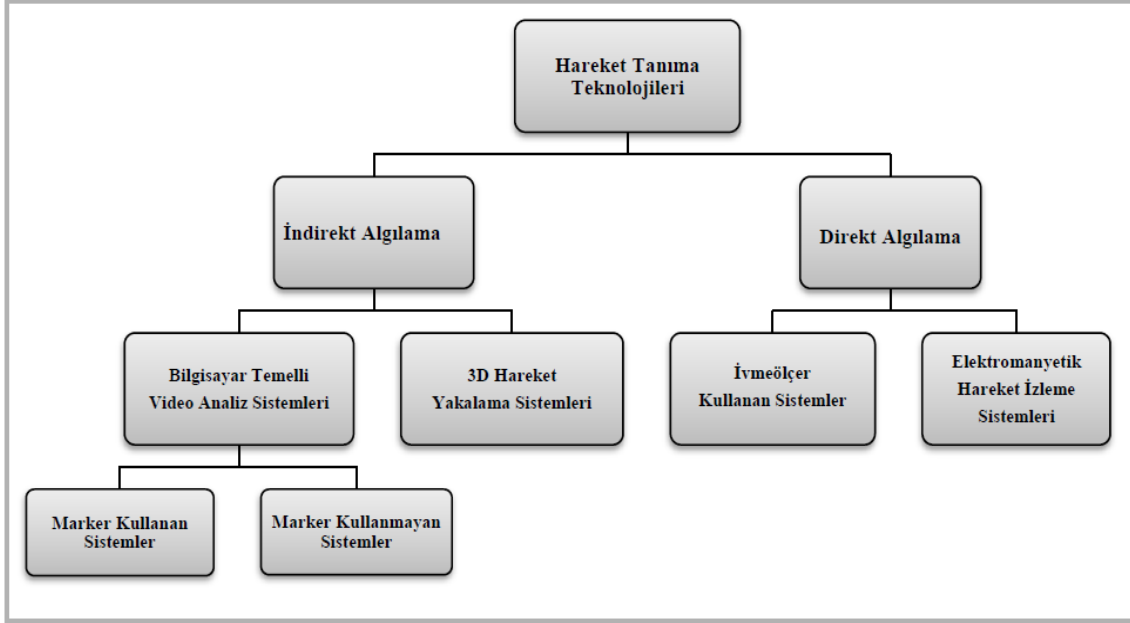
Özetle; erken dönem motor repertuar değerlendirmenin, ileri dönemdeki SP ve MND tanımlarını tahmin etmeye katkı sağladığı, SP'li çocukların fonksiyonel seviyelerinin öngörülmesinde önemli olduğu, kısa dönemde motor gelişim; uzun dönemde ise motor, kognitif, dil-konuşma ve davranışsal performansla ilişkili olduğu söylenebilir. Motor repertuarın kısa ve uzun dönem ilişkilerinin dikkate alınması, erken müdahale programlarının şekillendirilmesine yardımcı olacaktır.

2.8. Teknoloji Temelli Kantitatif *General Movements* Değerlendirmeleri

Prechtl'in *General Movements* Değerlendirmesi (GMA: General Movements Assessment); genç sinir sisteminin fonksiyonel bütünlüğünü hakkında bilgi veren ve GMA video kayıtlarının görsel bütüncül algı (Gestalt algısı) temelinde analiz edildiği kantitatif bir yöntemdir. SP tanısını tahmin eden güçlü bir araç olan Prechtl GMA; hızlı, düşük maliyetli, değerlendirme sırasında herhangi bir müdahale gerektirmeyen ve gözlemciler arası güvenilirliği yüksek bir yöntemdir [16, 17]. Ancak; subjektif ve kantitatif bir değerlendirme olması, iyi eğitilmiş ve deneyimli gözlemciler gerektirmesi nedeniyle rutin klinikte yaygın kullanılamaması ve gözlemci yorgunluğuna karşı hassas olması yöntemin bazı dezavantajlarıdır. Bu yüzden; araştırmacılar, gelişen teknolojinin de etkisiyle kullanımı kolay, klinikte yaygın olarak kullanılabilen, kullanıcı/gözlemciden bağımsız olan ve bebeklerin hareketlerini etkilemeyen kantitatif GMA yöntemleri arayışına girmişler ve gözlemsel GMA subjektifliğini ortadan kaldırmaya yönelik otomatik yöntemler ileri sürmüşlerdir [84-88].

Kantitatif yöntemler, farklı yöntemlerden elde edilen teknik ölçümler kullanarak hareketleri değerlendirir. Hareketlerin değerlendirilmesi için kullanılan teknolojilere, genel olarak 'hareket tanıma teknolojileri (movement recognition technology)' denilmektedir. Bu teknolojiler; hareket kalitesinin otomatik olarak algılanmasını, sınıflandırılmasını ve değerlendirilmesini amaçlar [86]. Hareket tanıma teknolojilerinde; hareketin

yakalanması/izlenmesi, direkt veya indirekt algılama ile yapılabilir (Şekil 2.5). Direkt algılamada, hastaya bağlanan çok küçük sensörler (ivmeölçer gibi) aracılığıyla; indirekt algılamada ise video kameralar veya 3D hareket yakalama sistemleri gibi değerlendirme ortamına entegre edilen cihazlar aracılığıyla hareketler izlenir [86].



Şekil 2.5. Hareket tanıma teknolojilerinin sınıflandırılması

2.8.1. 3D hareket yakalama sistemleri

3D hareket yakalama sistemleri; yüksek kalite video çekimi yapabilen kameralar ve ekstremitelere yerleştirilen yansıtıcı markerlar gerektirir. Yüksek kalite ve doğrulukta güvenilir hareket verisi sağlar; ancak yüksek maliyet, marker kullanımı gerektirmesi, kurulumun ve veri analizinin zor olması bazı dezavantajlarıdır. Bu sistemler, genellikle araştırma ortamlarında kullanıldığı için klinik ortama kolayca adapte edilemez [89]. Spontan hareketlerin analizinde bu sistemi kullanan çalışmalar aşağıda özetlendi.

Meinecke ve ark.; posterm 1. ayda 3D hareket yakalama sistemi ile alt ekstremitte hareketlerini değerlendirmiş ve yapay öğrenme ile tahmin değeri olan 8 optimal parametre belirlemişlerdir. Bu parametrelerin kullanımı ile 2 yaş SP sonucunun %100 sensitivite ve %70 spesifite ile tahmin edildiği bildirmişlerdir [90]. Ayrıca; ölçülen parametreler, Prechtl GMA'sının sözel tanımlamasına göre seçilmiş ve bu parametreler, sonraki çalışmalara kullanılacak parametreler açısından ışık tutmuştur. Bu parametrelerin çoğunluğu, ekstremitte hareketlerinin hız ve ivmesini ele alan 36 parametreden oluşmuştur. Bu

çalışmanın; spontan hareketlerin objektif ve kantitatif olarak tanımlanmasına yönelik ilk adım olduğu kabul edilir [91].

Disselhorst-Klug ve ark.; sağlıklı ve sonradan SP tanısı alan bebeklerin alt ekstremitte spontan hareketlerini WMs ve FMs döneminde 3D hareket yakalama sistemi ile değerlendirmiş ve bu iki dönem arasındaki farklılıkları ortaya koymayı amaçlamışlardır. FMs döneminde; sağlıklı bebeklerin daha senkronize hareketler sergilediği, repertuarın daha çeşitli olduğu, sonradan SP tanısı alan bebeklerin ise monoton ve sert karakterde hareketler sergilediği belirtilmiştir [91].

Miyagishima ve ark.; postterm 1, 2 ve 3. ayda, spontan antigravite hareketlerini 3D hareket yakalama sistemi ile değerlendirmiş; pretermilerin term bebeklere göre daha az antigravite hareketleri sergilediğini, term bebeklerde zamanla antigravite hareketlerinde gelişme gözlenirken, pretermelerde gözlenmediğini belirtmişlerdir. Ancak; hem WMs hem FMs döneminde normal GMs sergileyen pretermiler ile term bebekler arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak; Normal GMs sergileyen pretermilerin term bebeklerle benzer spontan antigravite hareketlerine sahip olduğunu, bu yüzden özellikle anormal GMs sergileyen pretermilere dikkat edilmesi gerektiği ifade edilmiştir [92].

Diğer bir çalışmada, Miyagishima ve ark.; preterm bebeklerde 3D hareket yakalama sistemi ile değerlendirilen 3. ay spontan antigravite hareketlerinin, 6 ve 12. ay kaba motor gelişim üzerinde majör etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır [93].

2.8.2. Bilgisayar temelli video analiz sistemleri

Bilgisayar temelli video analiz sistemlerinde; ulaşılması kolay olan 2D standart video kameralar kullanılır ve genellikle marker kullanılmaz. Bu sistemler; 3D hareket yakalama sistemine kıyasla çok daha ucuz, kurulumu ve erişimi kolay, klinik ve ev ortamında değerlendirmeyi mümkün kılan sistemlerdir [86]. Ancak; video kayıtlarının 2D olması nedeniyle çözünürlüğün daha düşük olması, hareketler hakkında daha az ayrıntı vermesi ve küçük farklılıkların yakalanmasında daha az doğruluk göstermesi bazı dezavantajlarıdır [86]. Aşağıda marker kullanan [94, 95] ve kullanmayan bilgisayar temelli video analiz yöntemini içeren çalışmalar [75, 87, 96-100] özetlendi.

Kanemaru ve ark.; preterm bebeklerin term dönem spontan hareket özellikleri ile 3 yaş nörogelişimsel (motor, kognitif, dil) sonuçlar arasındaki ilişkiyi incelemiş, normal gelişim gösteren çocuklara kıyasla, nörogelişimsel gerilik gösteren çocukların term dönemdeki spontan hareketlerinin; hareket miktarı ve frekansının daha az olduğunu, hareketlerin geniş aralıklı ve keskin bir şekilde (ani, patlamalı) açığa çıktığını ve ekstremiteler arası korelasyonun daha fazla olduğunu (azalmış değişkenlik) belirtmişlerdir. Sonuç olarak; erken dönem kantitatif spontan hareket değerlendirmesinin 3 yaş motor, kognitif ve dil gelişimi ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir [95].

Diğer bir çalışmada, Kanemaru ve ark.; preterm bebeklerin, term dönemdeki sarsıntılı spontan hareketler ile 3 yaş SP tanısı alma durumu arasındaki ilişkiyi incelemiş, SP tanısı alan çocukların alt ve üst ekstremitte sarsıntı indeksinin (jerky index), normal gelişen çocuklardan daha fazla olduğunu bulmuşlardır [94].

Marker kullanmayan bilgisayar temelli video analiz yöntemleri; gözlemsel GMA için kullanılan video kayıtlarına ek olarak herhangi bir işlem gerektirmemesi ve hareketleri etkilemesi muhtemel bir kullanımı (marker ya da sensör yerleştirilmesi gibi) içermemesi nedeniyle klinik uygulama açısından avantajlıdır [86, 89]. Bu yöntemi kullanan sistemler arasında FMs dönemdeki video kayıtlarını analiz eden *General Movement Toolbox* (GMT) yazılımı son yıllarda öne çıkmıştır. GMT'yi kullanan çalışmalar aşağıda özetlendi.

Adde ve ark.; preterm ve term bebelerde, gözlemsel GMA'ya göre sınıflandırılan *absent* FMs ve normal FMs'i ayırt etmek için GMT'yi kullanmış ve hareket merkezine ait standart sapmanın (CSD), %82 sensitivite ve %70 spesifite ile *absent* FMs'i tahmin ettiğini ifade etmişlerdir [87]. Diğer bir çalışmada; GMT değişkenlerinin kombinasyonundan oluşan 'Serebral Palsi Prediktör' (SPP) puanı tanımlanmış ve SPP'nin 4-7 yaş SP tanısını %85 sensitivite ve %88 spesifite ile tahmin ettiği belirtilmiştir [97]. FMs dönemdeki video kayıt sayısının SP tahminlemesine etkisini araştıran bir çalışmada ise; bir video kaydı yerine 11 ve 14. haftalarda yapılan iki video kaydının, GMT'nin tahminleme gücünü yaklaşık %10 (CSD değişkeni için; %100 sensitivite ve %74 spesifite) artırdığı belirtilmiştir [96]. Støen ve ark.; FMs'in temporal organizasyonu ile CSD değişkeni arasındaki ilişkiyi incelemiş ve sürekli FMs'ten aralıklı FMs ve *absent/sporadic* FMs'e doğru CSD'nin anlamlı artış gösterdiği ve CSD'nin FMs'in temporal organizasyonunu ayırt ettiği ifade edilmiştir. Ayrıca; yüksek riskli bebeklerde, CSD'nin %80 sensitivite ve %53 spesifite ile önceki

çalışmalara kıyasla *absent* FMs'i daha düşük güçle tahmin ettiği belirtilmiştir [101]. FMS ve WMs arasındaki farklılıkları GMT ile inceleyen bir çalışmada ise; FMs dönemde, hareket merkezinin daha az yer değiştirdiği ve daha az değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. WMs dönemle ilgili olarak ise PR ve normal WMs arasında herhangi bir değişkende farklılık bulunmadığı ifade edilmiştir [98].

GMT ile ilgili çalışmalar ümit verici olsa da bu yöntemin bazı limitasyonları vardır. Bu limitasyonlara; vücut bölümlerinin ayrı ayrı değil total hareketin ele alması, 2D video kayıtlarının hareketlerdeki algılanması zor ve küçük değişimlere yeterince hassas olmaması, yöntemin hızlı hareketleri yakalamada çok hassas olmaması ve GMT'nin temporal değişkenler içermemesi örnek verilebilir [88, 98, 102, 103]. Güncel bir çalışmada; yapay öğrenme algoritmaları kullanılarak ve temporal değişkenler eklenerek, GMT geliştirilmiş ve yeni bir model (CIMA: Computer-based Infant Movement Assessment) sunulmuştur. Yüksek riskli bebeklerde; 4 yaş SP tahmininde, CIMA'nın %93 sensitivite ve %82 spesifite ile gözlemsel GMA ve beyin görüntüleme (ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntüleme) yöntemlerinden daha iyi tahminleme yaptığı bulunmuştur. Ayrıca, bu modelin ambulatuvar ve non-ambulatuvar SP'yi ayırt ettiği ve gözlemsel GMA'ya alternatif olabileceği belirtilmiştir [102].

Tsuji ve ark.; GMT'de kullanılan video işleme yöntemini geliştirerek ekstremite hareketlerini ayrı ayrı analiz eden yeni bir bilgisayar temelli video analiz yöntemi sunmuş ve bu yöntemi diğer çalışmalardan farklı olarak sadece FMs dönemde değil WMs dönemde de kullanmışlardır. Yapay öğrenme algoritması kullanan bu yöntem ile gözlemsel GMA sonuçları (normal FMs, normal WMs, PR ve CS) %83 doğrulukla sınıflandırılmıştır. Ayrıca, anormal GMs'i belirlemek için kullanılan anlamlı değişkenlerin; üst ekstremite (hareket miktarı ve değişkenliği) ve kütle merkezine (hareket miktarı, hızı ve ritmi) ait değişkenlerin olduğu belirtilmiştir [103].

Baccinelli ve ark.; GMT'de kullanılan video işleme yöntemini geliştirerek ekstremite hareketlerini ayrı ayrı ele alan ve ev ortamında yapılan video kayıtları da analiz edilebilen yeni bir yazılım (Movidea) sunmuşlardır. Sunulan yazılımın güvenilir olduğu belirtilse de, tahmin geçerliği ile ilgili çalışmaların yapılması gerektiği vurgulanmıştır [104].

GMT'den (frame differencing) farklı bir görüntü işleme tekniği (Large displacement optical flow) kullanılan bir çalışmada; FMs döneme ait videolar yapay öğrenme algoritmaları ile analiz edilmiş ve bu yöntemin %92 doğrulukla (%44 sensitivite ve %99 spesifite) SP tanısını tahminlediği ifade edilmiştir [99]. Aynı görüntü işleme tekniği kullanılan diğer bir çalışmada ise; FMs dönemdeki video kayıtların bilgisayar temelli analizinin, 1.5-2 yaş motor bozukluk (BSID-III<85; SP ve non-SP dahil) durumunu %79 sensitivite ve %63 spesifite ile tahminlediği ve bunun gözlemsel GMA'nın tahmin gücünden daha az olduğu bulunmuştur [105].

Marchi ve ark.; farklı bir video işleme yöntemi (Pose estimation) ileri sürmüş ve geleneksel 2D video kayıtlarından iskelet modeller elde etmiştir. Geleneksel video ve iskelet modelleri izlenerek yapılan GMA'ların yüksek uyum (Cohen's K:0.90) gösterdiği, ancak küçük örneklem nedeniyle sunulan yöntemin tahmin gücünün hesaplanmadığı belirtilmiştir [106].

Diğer çalışmalardan (2D video) farklı olarak, Halek ve ark.; 3D video kayıtların bilgisayarlı analizini kullanmış ve yenidoğan dönemdeki term ve preterm bebeklerin kütle merkezi hareketlerini karşılaştırmıştır. Preterm bebeklerde; kütle merkezi hareketinin daha fazla range, hız ve değişkenlik sergilediği ifade edilmiştir [107].

2.8.3. İvmeölçer ve diğer sensörleri kullanan sistemler

İvmeölçerler; düşük maliyetli, 3D ve yüksek kalitede güvenilir veri sağlayan çok küçük boyutlardaki portatif sensörlerdir. Konforu etkilemesi ve hareket sırasında cilt üzerinde tespitinin zor olması bazı dezavantajlarıdır [86, 89]. Spontan hareketlerin analizinde bu sistemi kullanan çalışmalar aşağıda özetlendi.

Gao ve ark.; 1-6. ayda ivmeölçer ile değerlendirilen ekstremite spontan hareketleri ile gözlemsel GMA arasındaki ilişkiyi incelemiş ve yapay öğrenme algoritması kullanan yöntemlerinin, anormal ve normal GMA'yı %80 doğrulukla tahmin ettiğini ve bu yöntemin tarama amaçlı kullanılabileceğini ifade etmişlerdir [85].

Ohgi ve ark.; beyin yaralanması olan ve olmayan preterm bebeklerde, üst ekstremite spontan hareketleri değerlendirmiş, preterm bebeklerin spontan hareketlerinin nonlinear ve

kaotik özellikler gösterdiğini, ayrıca beyin yaralanması olan pretermelerin daha instabil ve tahmin edilemez hareketler sergilediği belirtilmiştir [108].

Gravem ve ark.; preterm bebeklerin spontan hareketlerini değerlendirmek için 5 (kollar, bacaklar ve baş) ivmeölçer kullanmış ve CS paternini kantitatif olarak tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Yapay öğrenme algoritması kullanarak, CS paterninin %100 sensitivite ve %94 spesifite ile tahmin edildiğini belirtmişlerdir [109].

Heinze ve ark.; ivmeölçer ile değerlendirilen ekstremitte spontan hareketleri ile 2 yaş SP tanısı arasındaki ilişkiyi yapay öğrenme algortması ile incelemiş, WMs dönemin %100 sensitivite ve %83 spesifite ile, FMs dönemdeki değerlendirmenin ise %100 sensitivite ve %86 spesifite ile SP'yi tahminlediği belirtilmiştir [110].

Goodfellow ve ark.; gelişmiş bir sensör (3D-akselerometre, 3D-giroskop ve 3D-magnetometre) kullanarak, gün içinde ve ev ortamında iken bebeklerin 8-13 saatlik spontan alt ekstremitte hareketlerini kaydetmiştir. Yapay öğrenme algoritması kullanan bu çalışmada; 0-6 ay dönemdeki alt ekstremitte spontan hareketlerinin, normal ve riskli bebekleri %90 sensitivite ve %92 spesifite ile sınıflandırdığı bulunmuştur [111].

Bultmann ve ark.; ivmeölçer kullanarak preterm doğum hariç risk faktörü bulunmayan bebeklerde preterm GMs ve FMs dönem arasındaki farklılıkları belirlemeyi amaçlamış ve FMs dönemde; ekstremitte hız ve ivmelerinin yanı sıra ekstremiteler arasındaki değişkenliğin arttığı, ancak aynı ekstremitte içinde değişkenliğin azaldığı ve hareketlerin daha smooth karakterde olduğu belirtilmiştir [112].

2.8.4. Elektromanyetik hareket izleme sistemleri

Elektromanyetik hareket izleme sistemleri; sensörler aracılığıyla yüksek kalite ve doğrulukta 3D hareket verisi sağlayan güvenilir sistemlerdir. Yüksek maliyetli olması, kurulumunun ve veri analizinin zor olması bazı dezavantajlarıdır [86, 89]. Spontan hareketlerin analizinde bu sistemi kullanan çalışmalar aşağıda özetlendi.

Karch ve ark.; postterm 3. aydaki stereotipik (monoton, azalmış değişkenlik) üst ekstremitte hareketi ile 2 yaş sonuçlarının ilişkisini incelemiş ve üst ekstremitte stereotip puanının SP tanısını %90 sensitivite ve %96 spesifite ile tahmin ettiğini belirtmişlerdir [113].

Benzer bir çalışmada, Philippi ve ark; postterm 3. aydaki alt ve üst ekstremité hareketlerinin stereotipik ve tembellik özellikleri ile 2 yaş sonuçların ilişkisini ayrıntılı olarak incelemiş, SP tanısını tahmin etmede üst ekstremité stereotip puanının %90 sensitivite ve %95 spesifite ile gözlemsel GMA (Hadders-Algra yöntemi)'dan daha üstün olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca; alt ekstremité stereotip puanının, Bayley II'ye göre belirlenen 2 yaş nörogelişimsel bozukluk durumunu tahmin etmede %69 doğrulukla önemli bir belirteç olduğu ifade edilmiştir [100].

Sonuç olarak; SP tanısını tahminlemede güçlü bir araç olan Prechtl GMA; hızlı, düşük maliyetli, değerlendirme sırasında herhangi bir müdahale gerektirmeyen ve gözlemciler arası güvenilirliği yüksek bir yöntem [16, 17] olarak sunulsa da, subjektif ve kalitatif bir değerlendirme olması ve iyi eğitilmiş ve deneyimli gözlemciler gerektirmesi bu yöntemin rutin klinike yaygın olarak kullanılmasını kısıtlamaktadır. Bu yüzden; gelişen teknolojinin de etkisiyle klinike yaygın olarak kullanılabilen ve kullanıcı/gözlemciden bağımsız olan kantitatif GMA yöntemleri sunan çalışmalar literatürde öne çıkmıştır [85-105]. Bu çalışmalarda; '3D hareket yakalama sistemleri', 'Bilgisayar temelli video analiz sistemleri', 'İvmeölçer kullanan sistemler' ve 'Elektromanyetik hareket izleme sistemleri' kullanılmıştır. Bu yöntemlerin kendi içindeki avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak; bu tez çalışmasında, GMs değerlendirmesi için kuvvet platformu kullanıldı ve kütle merkezinin hareketi incelendi. Ucuz, değerlendirme sırasında herhangi bir müdahale gerektirmeyen, kullanımı kolay, kullanıcı/gözlemciden bağımsız olan ve GMs'in sözel tanımına uygun olarak vücut bölümlerinin ayrı ayrı değil global hareketi ele alan yeni bir kantitatif yöntem sunmak amaçlandı.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bu çalışma; preterm ve term bebeklerde GMs değerlendirmesine yönelik yeni bir kantitatif yöntem sunmak amacıyla yürütüldü. Çalışmaya başlamadan önce, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan onay alındı (Onay Tarihi: 26.06.2019 Araştırma Kod No: 2019-210) (EK-1). Temmuz 2019 ve Aralık 2019 tarihleri arasında; Preterm bebekler, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Yenidoğan Polikliniği'ne başvuran bebekler içerisinde; term bebekler ise Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Sağlam Çocuk Polikliniği'ne başvuran bebekler içerisinde seçildi. Çalışmaya davet edilen bebeklerin ebeveynlerine, çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında ön bilgi verildikten sonra, çalışmaya katılmayı kabul edenlere “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” esas alınarak detaylı bilgi verildi ve onamları alındı (EK-2). Tüm bebekler için,

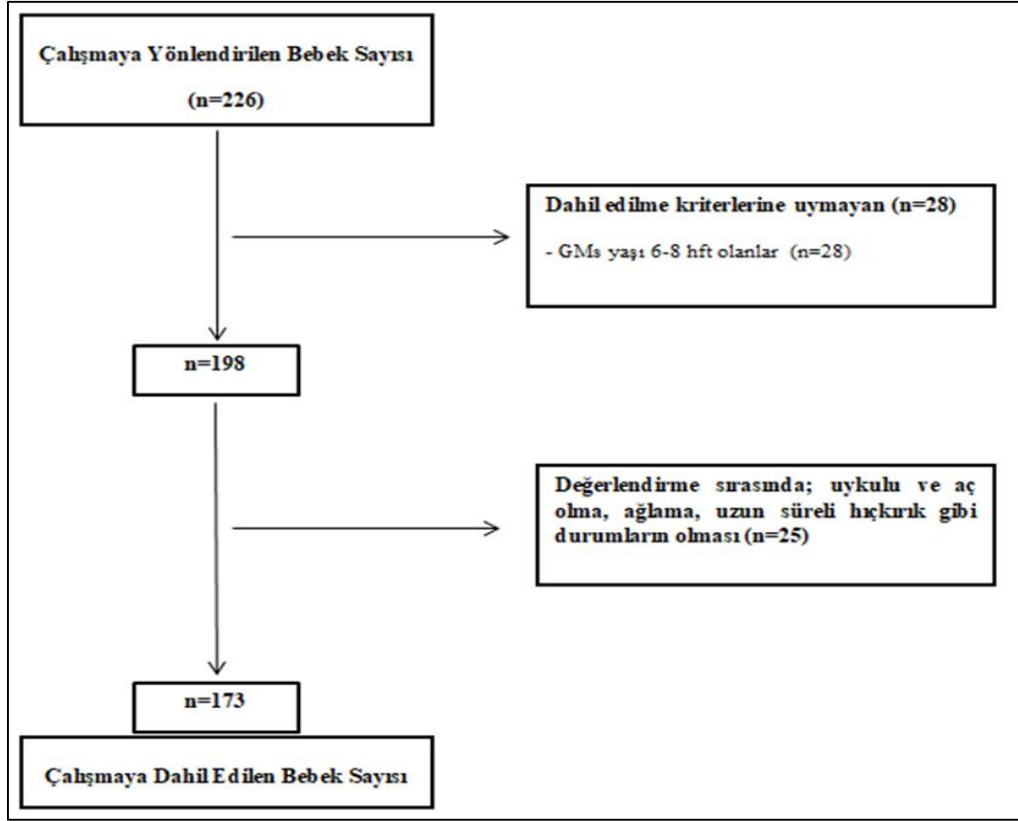
Dahil edilme kriterleri;

- Düzeltilmiş yaşı 0-6 ve 9-20 hafta arasında olmak,
- Doğumdan sonra en az 3 gün geçmiş olması olarak belirlendi.

Dahil edilmeme kriterleri;

- Konjenital ekstremité anomalisi veya ortopedik sorunu olmak,
- Genetik, metabolik veya kromozomal sendroma sahip olmak,
- Hareketleri etkileme olasılığı olan medikasyon (antikonvülzan gibi) kullanmak,
- Ebeveynin çalışmaya katılmayı kabul etmemesi olarak belirlendi.

Çalışmaya yönlendirilen bebeklerden 53'ü çeşitli nedenlerden (28 bebek dahil edilme kriterlerine uymadı ve 25 bebek huzursuz ve uykuolu olma gibi emosyonel durumu etkileyen durumlara sahipti ve değerlendirme yarıda kaldı) çalışma dışı bırakıldı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmaya katılım akış diyagramı

3.2. Yöntem

Preterm ve term bebekler için aynı değerlendirme prosedürü uygulandı. Nörolojik ve rutin medikal muayeneleri alanında uzman pediatri ve yenidoğan hekimleri tarafından gerçekleştirilen bebekler tarafımıza yönlendirildi. Sosyo-demografik bilgiler ve medikal hikaye kaydedildikten sonra spontan hareketleri değerlendirmek için kuvvet platformu üzerine sırt üstü yerleştirilen bebeğin, 3 dakikalık eş zamanlı video ve Center of Pressure (COP) hareket kaydı yapıldı. Video kayıtları gözlemsel GMs değerlendirmesi için, COP hareket verileri ise kütle merkezine ait kantitatif hareket parametrelerinin elde edilmesi için kullanıldı. Bebeklerin klinikte değerlendirilmesi yaklaşık 20 dakika sürdü.

3.2.1. Sosyodemografik bilgilerin ve medikal hikayenin kaydedilmesi

Bebeklere ait cinsiyet, doğum tarihi, gestasyonel yaş, takvim ya da düzeltilmiş yaş, doğum ağırlığı, doğum boyu, güncel ağırlık ve boy ölçümleri kaydedildi. Aileye yönelik ise anne ve babanın yaşı kaydedildikten sonra, hastane dosyası ve aile ile yapılan görüşmeler aracılığıyla prenatal, natal ve postnatal risk faktörleri, doğum türü, gebelik türü (çoğul/tekil

gebelik), varsa Ultrason ve MRG kayıtları ve postnatal tanı ve durumlar (sistemik enfeksiyon, RDS, konvülsiyon ve hastanede kalma gibi) sorgulandı.

3.2.2. *General movements* değerlendirmesi

General Movements Değerlendirmesi (GMA: General Movements Assessment), Prechtl Yöntemi esas alınarak Global ve Detaylı GMA olmak üzere iki aşamada yapıldı. Prechtl Yöntemi; GMs video kayıtlarını görsel bütüncül algı (Gestalt algısı) temelinde analiz eden kalitatif bir yöntemdir [16]. GMs video kayıtlarının standardize olarak elde edilmesi için aşağıdaki kriterler uygulandı [17, 34, 41].

- Bütün video çekimler aynı oda ve zeminde yapılması,
- Odanın sessiz ve açık renk duvarlara sahip olması,
- Odanın uygun sıcaklık ve ışıklandırmaya sahip olması,
- Kayıtlarda aynı dijital kamera (Panasonic lumix DMC-TZ20, Osaka, Japonya) ve tripodun (Prodigix PDX 301 Plus, Çin) kullanılması,
- Kayıtlar sırasında; bebeğin ebeveynlerini görmemesi ve çevresinde dikkatini çeken herhangi bir görsel ya da işitsel uyarının (ayna, oyuncak gibi) olmaması,
- Kayıtlar sırasında; bebeğin üstünde kol ve bacaklarını açıkta bırakan bir zıbın olması ya da sadece bezi olacak şekilde çıplak olması,
- Kayıtların; sırtüstü pozisyonda ve aktif uyanıklık durumunda yapılması,
- Kayıtların; huzursuz, uykulu ve aç olma, ağlama, emzik kullanma ve uzun süreli hıçkırık gibi durumların olmadığı zaman diliminde yapılması,
- Dijital kameranın bebeğin ayak ucunda, üstte ve orta sagittal hatta konumlandırılması ve görüntünün bebeğin tüm vücut kısımlarını içermesi (Şekil 3.2)
- Kayıt süresinin yaklaşık 3 dakika olması.



Şekil 3.3. Kuvvet platformu ve kameranın yerleşimi

GMA; GMs Trust sertifikası bulunan, GMs değerlendirmesi konusunda 16 yıllık tecrübeye sahip ve bebeklerin medikal hikayesine kör olan iki fizyoterapist tarafından bağımsız olarak yapıldı. Global GMA’da anlaşmazlık durumu olduğunda, video kayıtlar iki fizyoterapist tarafından beraber izlenerek fikir birliği sağlandı. Detaylı GMA’da ise; GMOS ve MOS’taki anlaşmazlık durumu bir puan olduğunda daha yüksek olan puan Detaylı GMA puanı olarak kabul edilirken, anlaşmazlığın bir puandan fazla olduğu durumda ise video kayıtlar iki fizyoterapist tarafından beraber izlenerek fikir birliği sağlandı.

Detaylı *general movements* değerlendirmesi

General movements (GMs)’in global değerlendirmesine (WMs dönemde normal, PR, CS, Ch / FMs dönemde; normal, F-, AF) ek olarak, GMs’in farklı yön ve bileşenlerini incelemek faydalı olabilir. Prechtl’in Optimalite Konseptini temel alan Detaylı GMs değerlendirmesi (GMA: General Movements Assessment), GMs kalitesinin semi-kantitatif olarak değerlendirilmesini sağlar [18]. Preterm ve WMs dönem için ‘*General Movement* Optimalite Skoru’ (GMOS), FMs dönem için ise ‘*Motor Optimalite Skoru*’ (MOS) olmak üzere iki ayrı Detaylı GMA yöntemi mevcuttur. GMOS, GMs’in amplitüd, hız ve hareket karakteri gibi detaylı yönlerinin değerlendirmesini içerirken; MOS, FMs’in ve eşlik eden diğer hareketlerin (motor repertuar) değerlendirilmesini içerir [53]. Optimalite skorları; aynı global değerlendirmeye sahip bebekleri kendi içinde kıyaslamak, tipik ve atipik motor gelişimi ayırt etmek ve erken müdahale yaklaşımlarının etkisini incelemek amacıyla kullanıldı [18, 53].

General movement optimalite skoru

General Movement Optimalite Skoru (GMOS); preterm ve WMs (term ve erken term) dönemde, GMs kalitesinin detaylı değerlendirilmesinde kullanılan semi-kantitatif bir yöntemdir. GMOS; global GMs değerlendirmesini ve sonrasında boyun, gövde, üst ve alt ekstremitte hareketlerinin ayrıntılı puanlanmasını içerir. Değerlendirme için ayrı bir video kaydı gerekmez, global GMA için kullanılan video kayıt tekrar izlenir [18, 53]. Değerlendirme maddeleri 0-2 arasında puanlanır. İlk olarak global GMs ve sonrasında boyun ve gövde hareketleri puanlanır. Üst ve alt ekstremitelerde; amplitüd, hız, uzaysal range, proksimal ve distal rotasyon, hareket başlangıç ve bitişleri, sarsıntılı hareketler ve cramped komponent olmak üzere dokuz farklı açıdan puanlanır. Toplam puan 5 ile 42 arasında değişirken, yüksek puanlar GMs kalitesinin daha iyi olduğunu gösterir (EK-3)[18, 53]. GMOS'un geçerli ve güvenilir olduğu farklı çalışmalarda ortaya konmuştur [18, 53-55].

Motor optimalite skoru

Motor Optimalite Skoru (MOS); 9 ile 20. haftalar arasındaki motor repertuarın semi-kantitatif bir değerlendirmesidir. Bu dönemdeki motor repertuar; FM's'in yanı sıra eşlik eden ve birlikte görülen diğer hareket ve postüral paternleri de içerir. MOS belirlenirken; FM's kalitesi, eşlik eden hareket ve postüral paternlerinin normal ya da atipik oluşu ve hareket karakteri dikkate alınır. Toplam MOS değeri 5 ile 28 arasında değişirken, yüksek puanlar motor repertuarın daha iyi olduğunu gösterir (EK-4) [56-58]. MOS'un alt bölümleri ve puanlaması aşağıda özetlendi.

- 1- *Fidgety* Hareketler (FM's): normal FM's'e 12 puan, anormal FM's'e 4 puan ve *absent*-sporadik FM's'e ise 1 puan verilir [56-58].
- 2- Motor Paternler: normal ve atipik hareket paternleri belirlenir. Normal hareket paternleri daha fazla ($N > A$) ise 4 puan, normal ve atipik hareket paternleri eşit sayıda ($N = A$) ise 2 puan, atipik hareket paternleri daha fazla ($N < A$) ise 1 puan verilir [56-58].
- 3- Yaşa Uygun Motor Repertuar: farklı yaş kategorilerinde (9-11 hafta, 12-13 hafta, 14-15 hafta, 16-20 hafta) farklı kriterler göz önüne alınarak, FM's dışındaki motor repertuarın yaşa uygunluğu değerlendirilir. Yaşa uygun motor repertuar varsa 4 puan, azalmış

motor repertuar varsa 2 puan, yaşa uygun motor repertuarın olmaması durumunda ise 1 puan verilir [56-58].

- 4- Postüral paternler: normal ve atipik postüral paternler belirlenir. Normal postüral paternler daha fazla ($N > A$) ise 4 puan, normal ve atipik postüral paternler eşit sayıda ($N = A$) ise 2 puan, atipik postüral paternler daha fazla ($N < A$) ise 1 puan verilir [56-58].
- 5- Hareket karakteri: hareketler pürüzsüz, değişken dizilimli ve akıcı karakterde ise 4 puan, hareketler sert, sarsıntılı ve azalmış karmaşıklık gösterirse 2 puan, hareketler *cramped-synchronised* karakterde ise 1 puan verilir [56-58].

MOS'un geçerli ve güvenilir olduğu farklı çalışmalarda ortaya konmuştur [56-59]. MOS'la ilgili normatif değer sunan epidemiyolojik bir çalışma olmasa da, tipik gelişim gösteren bebekleri ele alan çalışmalar; 25 ile 28 arasındaki MOS değerlerinin optimal, 24 ve altındaki puanların suboptimal kabul edilebileceğini belirtmiştir [58].

3.2.3. *Center of pressure* hareketinin değerlendirilmesi

Center of pressure (COP); Kütle merkezinin (COM: *Center of Mass*) destek yüzeyindeki iz düşümüdür ve COM hareketinin indirekt olarak değerlendirilmesinde kullanılır. COM hareketinin değerlendirilmesi; kinematik ölçümler yapabilen ve çok sayıda sensör kullanılan entegre hareket analiz sistemleri gerektirdiği için, COM hareketinin direkt değerlendirilmesi oldukça karmaşıktır. Bu yüzden; kullanım kolaylığı nedeniyle, COM hareketinin indirekt değerlendirilmesi için genellikle COP kullanılır [114, 115].

COP; destek yüzeyine etki eden tüm basınçların ağırlıklı ortalamasıdır. COP; herhangi bir pozisyonda (ayakta duruş, oturma, sırtüstü vs.) değerlendirilebilir ve tüm vücut segmentlerinin (ekstremiteler, baş, gövde ve pelvis) pozisyon ve hareketlerinden etkilenir [116]. COP hareketinin analizi; genellikle yetişkinlerde postüral stabilitenin değerlendirilmesinde kullanılsa da bebeklerde spontan mobilitenin değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Mobilite değerlendirmesi için kullanıldığında sadece COM'u değil aynı zamanda genel vücut hareketlerinin kinematiklerini ve dinamiklerini de yansıtır [114, 129,130].

COP hareketinin analizi için bir çok ölçüm cihazı kullanılsa da kuvvet platformları (Force Plate) gold standart olarak kabul edilir [117]. Kuvvet platformları; 4 sütun-ayak (sensör)

üzerine oturan rijit bir platformdan oluşur. Platformun geometrisi ve sensörlerdeki yüklerin bilinmesi ile; platforma etki eden kuvvetin lokasyonu (COP) ve büyüklüğü belirlenir. Örneklem frekansının belirlenmesiyle COP lokalizasyonuna ait zaman serileri oluşturularak COP'un hareketine ait veriler elde edilir ve bu veriler X (Medial-Lateral), Y (Anterior-Posterior) ve R (Radial-Bileşke) koordinatlarında tanımlanır [118].

Bu çalışma kapsamında, COP hareket analizi için Kistler marka (Type 9260AA (40x60 cm), Kistler instruments AG, Winterhur, Switzerland) kuvvet platformu kullanıldı. Sırtüstü yatışta spontan hareket sergileyen bebeklerin, 3 dakikalık COP hareketine ait ham veriler (COP zaman serisi) MARS® yazılımı kullanılarak bilgisayara kaydedildi.

COP ham verileri, MATLAB (Versiyon 2018b / Natick, Massachusetts, USA) yazılım programında işlendi. Sinyal işleme sürecinde; örneklem frekansının belirlenmesi, filtreleme ve COP hareketine ait ölçümlerin elde edilmesi için özel kodlar oluşturuldu. Bebeklerde spontan hareket frekansının 3 Hz'in altında olduğu bilgisi [131] dikkate alınarak, kuvvet platformundan elde edilen analog sinyaller 50 Hz'lik örneklem frekansı kullanılarak dijitalize edildi. Ayrıca; kuvvet platformu tarafından kaydedilmesi olası herhangi bir gürültüyü ortadan kaldırmak için gerekli olan filtreleme işlemi için, 'Dördüncü Dereceden 10 Hz Alçak Geçiren Butterworth' filtre uygulandı [119]. Ham sinyallerden elde edilen COP hareket parametrelerinin açıklamaları ve matematiksel formülleri Çizelge 3.1'de verildi [112, 120, 121]. Parametrelerin hesaplanmasında; ilk 10 sn'lik kısım, bebeğin kuvvet platformunun zemine alışma süresi olarak düşüldü ve kapsam dışı bırakılarak son 170 sn'lik ham sinyal kullanıldı.

Çizelge 3.1. COP hareket parametreleri

Parametreler	Birim	Formül	Açıklama
Anlık Hız Std		$\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (V_{(k+1)} - V_{mean})^2}$	Hız değişkenliği
Anlık Hız RMS		$\frac{1}{N} \sqrt{\sum_{k=1}^N (V_{(k+1)} - V_{mean})^2}$	Hız değişkenliği
Anlık Hız Skewness		$\frac{E(V - V_{mean})^3}{\sigma^3}$	Hızdaki uç değerlerin varlığı
Ortama Hız	mm/s	Toplam yol /Toplam zaman	Bir saniyede alınan mesafe

Çizelge 3.1. (devam) COP hareket parametreleri

Parametreler	Birim	Formül	Açıklama
Anlık İvme Std		$\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\dot{I}_{(k+1)} - \dot{I}_{mean})^2}$	İvme değişkenliği
Anlık İvme RMS		$\frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N (\dot{I}_{(k+1)} - \dot{I}_{mean})^2}$	İvme değişkenliği
Anlık İvme Skewness		$\frac{E(\dot{I} - \dot{I}_{mean})^3}{\sigma^3}$	İvmedeki uç değerlerin varlığı
Toplam Yol X	mm	$\sum_{k=1}^{N-1} (X_{(k+1)} - X_k)$	X ekseninde katedilen toplam mesafe
Toplam Yol Y	mm	$\sum_{k=1}^{N-1} (Y_{(k+1)} - Y_k)$	Y ekseninde katedilen toplam mesafe
Toplam Yol R	mm	$\sum_{k=1}^{N-1} \sqrt{(X_{(k+1)} - X_k)^2 + (Y_{(k+1)} - Y_k)^2}$	Radiyal ekseninde katedilen toplam mesafe
Anlık yol RMS		$\frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N (X_{(k+1)} - X_{mean})^2}$	Katedilen anlık mesafenin değişkenliği
Ellips Alan (95% GA)	mm ²	$\text{Alan} = \pi \times a \times b$ $a = \sqrt{3 \times (\text{Std}X^2 + \text{Std}Y^2 + D)}$ $b = \sqrt{3 \times (\text{Std}X^2 + \text{Std}Y^2 - D)}$ $D = \sqrt{(\text{Std}X^2 + \text{Std}Y^2) - 4(\text{Std}X^2 \times \text{Std}Y^2 - \text{Std}XY^2)}$	COP konumlarının %95 ini içine alan elipsin alanı.
Range		Max - Min	En büyük ve en küçük değerlerin farkı
Ortalama yer değiştirme X	mm	$\frac{\sum_{k=1}^N Y_k - Y_{mean} }{N}$	X ekseninde COP merkezine olan ortalama uzaklık
Ortalama yer değiştirme Y	mm	$\frac{\sum_{k=1}^N X_k - X_{mean} }{N}$	Y ekseninde COP merkezine olan ortalama uzaklık
Ortalama yer değiştirme R	mm	$\frac{\sum_{k=1}^N \sqrt{(X_k - X_{mean})^2 + (Y_k - Y_{mean})^2}}{N}$	Radyal ekseninde COP merkezine olan ortalama uzaklık
Approximate Entropy		$\text{ApproxEnt} = \Phi_m - \Phi_{m+1}$ $\Phi_m = (N - m + 1)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \log(N_i)$	Kompleksite
Hız	mm/s	$V = \frac{\Delta X}{T}$	Birim zamanda katedilen yol
İvme	mm/s ²	$\dot{I} = \frac{\Delta V}{T}$	Birim zamandaki hız değişimi

V: Hız, İ:İvme, X: X eksenindeki konum, Y: Y eksenindeki konum, Std: Standart deviyasyon(σ), RMS: Root mean square.

3.3. İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak yapıldı. *Fidgety* hareketler döneminde; gruplar arasında güncel boy ve kiloda fark olması nedeniyle, COP hareket parametreleri güncel boy ve kiloya göre normalize edildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov- Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Tanımlayıcı istatistikler; nominal ve ordinal değişkenler için frekans ve yüzde, normal dağılım göstermeyen numerik değişkenler için medyan ve IQR (çeyrekler arası aralık), normal dağılım gösteren numerik değişkenler için ise ortalama ve standart sapma kullanılarak verildi. Bağımsız iki nominal değişkenin kıyaslanmasında Ki-Kare Testi kullanılırken, gözlerdeki beklenen değerlerin durumuna göre Pearson Ki-Kare, Likelihood Ratio ya da Fisher'in Kesin Test istatistiklerinden birinin kullanımı tercih edildi. Global GMs (dikotom değişken) ile COP hareket parametreleri arasındaki ilişki 'Nokta Çift Serili Korelasyon testi' ile, numerik değişkenler arasındaki ilişki ise yerine göre Spearman ya da Pearson korelasyon testi ile incelendi. Gruplar arası numerik değişkenlerin karşılaştırılmasında non-parametrik test olarak 'Mann-Whitney U Testi', parametrik test olarak ise 'Bağımsız Gruplar T Testi' kullanıldı. Önceki analizlerde belirlenen olası COP hareket parametreleri ile Global GMs değerlendirmelerinin tahmini için 'Binary Lojistik Regresyon Analizi' yapıldı. Global GMs değerlendirmesi ile anlamlı korelasyon gösteren ve korelasyon katsayısı 0,25'in üstünde olan COP hareket parametreleri multikolinarite açısından incelendi ve multikolinarite gösteren (korelasyon katsayısı>0,60) parametrelerden klinik olarak anlamlı olanlar modele dahil edildi. Lojistik regresyon modelinin genel anlamlılığı için 'Omnibus test', model uyum iyiliği için ise 'Hosmer-Lemeshow test' yapıldı. Lojistik regresyon modelinin sınıflandırma performans ölçütleri çapraz sınıflandırma tablosu (Çizelge 3.2) kullanılarak hesaplandı ve bu ölçütlerin açıklaması Çizelge 3.3'de verildi. Önceki analizlerde belirlenen olası COP hareket parametreleri ile Detaylı GMs değerlendirmelerinin (GMOS ve MOS) tahmini için 'Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi' yapıldı. Bu analiz için normal dağılım göstermeyen değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulandı. Detaylı GMs değerlendirmesi ile anlamlı korelasyon gösteren ve korelasyon katsayısı 0,25'in üstünde olan COP hareket parametreleri multikolinarite açısından incelendi ve multikolinarite gösteren (korelasyon katsayısı>0,70) parametrelerden klinik olarak anlamlı olanlar modele dahil edildi. Model

uyumu gerekli rezidüel ve uyum istatistikleri kullanılarak incelendi. Tip 1 hata düzeyinin %5'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi [122, 123].

Çizelge 3.2. Çapraz sınıflandırma tablosu

		Gerçek		
		Pozitif	Negatif	Toplam
Tahmin	Pozitif	Doğru Pozitif (dp)	Yanlış Pozitif (yp)	tPoz
	Negatif	Yanlış Negatif (yn)	Doğru Negatif (dn)	tNeg
	Toplam	Poz	Neg	m

tPoz: toplam pozitif, tNeg: Toplam negatif, dp: Doğru pozitif, yp: Yanlış pozitif, dn: Doğru negatif, yn: Yanlış negatif, m: Toplam sayı

Çizelge 3.3. Model performans ölçütleri

Model Performans Ölçütleri	Eş Terimler	Açıklamalar	Formüller
Sensitivite	Hassasiyet, Duyarlılık, Gerçek Pozitif Oran ya da Recall	Gerçek hastaların ne kadarını hasta olarak tanımlandığını gösterir.	$\frac{dp}{poz} = \frac{dp}{dp + yp}$
Spesifisite	Özgüllük, Belirleyicilik, ya da Gerçek Negatif Oran	Gerçek sağlam kişilerin ne kadarını sağlam olarak tanımlandığını gösterir.	$\frac{dn}{neg} = \frac{dn}{dn + yp}$
Pozitif Likelihood Oranı	Olabilirlik Oranı	Ne kadar büyükse, gerçek hastaların o kadar iyi ayırt edildiğini gösterir.	$\frac{sensitivite}{1 - spesifite}$
Negatif Likelihood Oranı	Olabilirlik Oranı	Ne kadar küçükse, gerçek sağlam kişilerin o kadar iyi ayırt edildiğini gösterir.	$\frac{1 - sensitivite}{spesifite}$
Pozitif Prediktif Değer	Kesinlik, Precision	Doğru sınıflandırılan hastaların hasta tahmin edilen kişilere oranıdır.	$\frac{dp}{tPoz} = \frac{dp}{dp + yp}$
Negatif Prediktif Değer	Negatif Öngörü Değeri	Doğru sınıflandırılan sağlam kişilerin sağlam tahmin edilen kişilere oranıdır.	$\frac{dn}{tNeg} = \frac{dn}{dn + yn}$
Genel Doğruluk	Overall Accuracy	Gerçek sağlam ve hasta kişilerin ne kadarının doğru olarak tanımlandığını gösterir.	$\frac{dp + dn}{m}$

4. BULGULAR

Preterm ve term bebeklerde GMs değerlendirmesine yönelik yeni bir kantitatif yöntem sunmak amacıyla yürütülen bu çalışmaya; *writhing* hareketler (WMs/0-6 hafta) döneminde olan 68 bebek, *fidgety* hareketler (FMs/9-20 hafta) döneminde olan 105 bebek dahil edildi ve bulgular bu iki dönem için ayrı ayrı ele alınarak sunuldu.

4.1. Sosyodemografik ve Doğum Bilgilerine Ait Bulgular

Global GMs değerlendirmesine göre; WMs dönemdeki bebeklerin (n:68), 35'inin Normal GMs, 27'sinin *Poor Repertoire GMs (PR)*, 6'sının ise *Cramped Synchronized GMs (CS)* sergilediği belirlendi. CS GMs sergileyen bebeklerin yetersiz sayıda (n:6) olması nedeniyle, bu gruptaki bebekler istatistiksel analizlere dahil edilmedi. WMs dönemdeki bebekler Normal ve PR GMs olarak iki gruba ayrıldı ve grupların sosyodemografik ve doğuma ait özellikler açısından farklılık göstermediği bulundu (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. WMs dönemdeki bebeklerin sosyodemografik ve doğum bilgilerinin karşılaştırılması

		Normal GMs (n=35)		Poor Repertoire GMs (n=27)		p
Sosyodemografik ve doğum bilgileri		N	%	N	%	
Cinsiyet	Erkek	20	57,14	15	55,55	0,901
	Kız	15	42,85	12	44,44	
Preterm/Term doğum	Term	27	77,14	21	77,77	0,953
	Preterm	8	22,85	6	22,22	
Gebelik türü	Normal	31	88,57	23	85,18	0,719
	İVF	4	11,42	4	14,81	
Doğum türü	Normal	14	40	8	29,62	0,397
	Sezaryen	21	60	19	70,37	
Çoğul gebelik	Var	5	14,28	2	7,40	0,455
	Yok	30	85,71	25	92,59	
Perinatal risk faktörü	Grade 1 İVK	3	8,6	4	14,81	0,688
	RDS	4	11,42	5	18,51	0,485
	KAH	0	0	1	3,70	0,436
	Hiperbilirubinemi	8	22,85	7	25,92	0,779
	Konvülsiyon	0	0	1	3,70	0,436
	PDA	2	5,71	3	11,11	0,645
	Oksijen tedavisi	3	8,6	3	11,11	0,532

Ki-kare testi. İVF: İn-vitro fertilizasyon, İVK: İntraventriküler Kanama, RDS: Respiratuar Distres Sendromu, KAH: kronik Akciğer Hastalığı, PDA: Patent Duktus Arteriosus.

Çizelge 4.2. WMs dönemdeki bebeklerin sosyodemografik ve doğum bilgilerinin karşılaştırılması

	Normal GMs (n=35)		Poor Repertoire GMs (n=27)		p ^{&,#}
	Ortalama±SS	Median (%25-75 IQR)	Ortalama±SS	Median(%25-75 IQR)	
Maternal yaş (yıl)	30,82±4,86	32(28-34)	29,93±4,45	30(27-32)	0,455 ^{&}
Paternal yaş (yıl)	32,86±5,21	32(30-35)	32,56±6,61	31(29-33)	0,385 [#]
Maternal eğitim (yıl)	14,17±2,93	14(12-16)	13,55±2,74	14(12-16)	0,570 [#]
Paternal eğitim (yıl)	14,69±2,56	16(12-16)	13,48±2,81	12(12-16)	0,062 [#]
Gestasyonel yaş (hafta)	37,58±2,95	38,28(37-39,28)	37,83±2,84	38,14(37-39,86)	0,680 [#]
Düzeltilmiş yaş (hafta)	4,76±1,67	4,57(4,28-5,71)	4,30±1,42	4,29(3,57-4,72)	0,253 [#]
GMs yaşı (hafta)	3,87±1,43	3,86(3-5,43)	3,47±1,49	3,57(2,43-4,43)	0,337 [#]
Doğum ağırlığı (gram)	2963,83±735,30	3130(2680-3500)	3056,85±678,08	3145(2860-3490)	0,739 [#]
Doğum boyu (cm)	47,87±5,40	49(48-50)	47,15±4,63	48(47-50)	0,089 [#]
Güncel ağırlık (gram)	4315,26±745,97	4280(3850-4750)	4270,74±721,93	4150(3760-4750)	0,814 ^{&}
Güncel boy (cm)	54,51±2,48	54(52-56)	54,85±2,79	54,5(53-57)	0,668 [#]
Küvöz süresi (gün)	5,43±14,10	0(0-0)	5,59±18,27	0(0-1)	0,533 [#]

p[&]: Bağımsız Gruplar T Testi. p[#]: Mann-Whitney U testi, IQR: İnterquartile range, SS: Standart Sapma,

Global GMs değerlendirmesine göre; FMs dönemdeki bebeklerin (n=105), 88'inin Normal FMs, 13'ünün *Absent FMs*, 4'ünün ise *Anormal FMs* sergilediği belirlendi. *Anormal FMs* sergileyen bebeklerin yetersiz sayıda (n=4) olması nedeniyle, bu gruptaki bebekler istatistiksel analizlere dahil edilmedi. FMs dönemdeki bebekler Normal FMs ve *Absent FMs* olarak iki gruba ayrıldı. Gruplar sosyodemografik ve doğuma ait özellikler açısından kıyaslandığında; preterm doğum, çoğul gebelik ve perinatal risk faktörleri (Çizelge 4.3) ile gestasyonel yaş, doğum ağırlığı, doğum boyu, güncel boy uzunluğu ve güncel ağırlık açısından anlamlı fark olduğu görüldü (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3. FMs dönemdeki bebeklerin sosyodemografik ve doğum bilgilerinin karşılaştırılması

		Normal FMs (n=88)		Absent FMs (n=13)		p
Sosyodemografik ve doğum bilgileri		N	%	N	%	
Cinsiyet	Erkek	48	54,5	5	38,5	0,278
	Kız	40	45,5	8	61,5	
Preterm/Term doğum	Term	80	90,9	7	53,8	0,002
	Preterm	8	9,1	6	46,2	
Gebelik türü	Normal	76	88,4	10	76,9	0,375
	İVF	10	11,6	3	23,1	
Doğum türü	Normal	35	40,7	4	30,8	0,495
	Sezaryen	51	59,3	9	69,2	
Çoğul gebelik	Var	2	2,3	3	23,1	0,015
	Yok	86	97,7	10	76,9	
Perinatal risk faktörü	Grade 3 İVK	0	0	4	15,38	<0,001
	RDS	3	3,41	4	30,76	0,005
	KAH	0	0	2	15,38	0,015
	Hiperbilirubinemi	5	5,68	6	46,15	<0,001
	NEK	0	0	2	15,38	0,015
	Konvülsiyon	0	0	3	23,07	0,002
	Neonatal sepsis	0	0	2	15,38	0,015
	HİE evre 1	2	2,27	0	0	1

Ki-kare testi. İVF: İn-vitro fertilizasyon, İVK: İntraventriküler Kanama, RDS: Respiratuar Distres Sendromu, KAH: kronik Akciğer Hastalığı, NEK: Nekrotizan Enterokolit, HİE: Hipoksik İskemik Ensefalopati

Çizelge 4.4. FMs dönemdeki bebeklerin sosyodemografik ve doğum bilgilerinin karşılaştırılması

	Normal FMs(n=88)		Absent FMs(n=13)		p
	Ortalama±SS	Median(%25-75 IQR)	Ortalama±SS	Median(%25-75 IQR)	
Maternal yaş (yıl)	29,95±5,21	29(26-34)	29,07±7,69	27(23-32)	0,314
Paternal yaş (yıl)	32,95±6,21	32(28-37)	32,76±9,02	31(27-35)	0,380
Maternal eğitim (yıl)	13,36±3,14	14(12-16)	11,84±2,88	12(12-12)	0,050
Paternal eğitim (yıl)	13,39±3,05	14(12-16)	12,46±3,07	12(12-16)	0,279
Gestasyonel yaş (hafta)	38,47±1,35	38,57(37,78-39,28)	35,66±4,67	37,57(35,14-39,14)	0,048
Düzeltilmiş yaş (hafta)	15,23±3,11	14,92(13-17,57)	13,16±3,45	13,14(11,14-14,42)	0,050
GMs yaşı (hafta)	14,12±2,91	14,35(11,71-16,42)	12,55±3,18	11,57(10,57-14,42)	0,063
Doğum ağırlığı (gram)	3199,67±465,61	3175(2950-3490)	2456,92±879,96	2550(1990-3150)	0,003
Doğum boyu (cm)	49,07±2,28	49(48-51)	45,72±4,28	46,5(43-49)	0,018
Güncel ağırlık (gram)	6469,60±871,77	6390(5775-7085)	5801,53±1064,78	5850(5150-6770)	0,045
Güncel boy (cm)	62,96±3,05	63(61-65)	59,57±3,41	60(57-62)	0,003
Küvöz süresi (gün)	1,84±6,02	0(0-0)	25,15±50,51	0(0-15)	0,068

Mann-Whitney U test, IQR: İnterquartile range, SS: Standart Sapma.

4.2. Detaylı *General Movements* Değerlendirmesine Ait Bulgular

WMs dönemdeki bebeklerin detaylı GMs değerlendirmesine (GMOS) ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.5’ te verildi. Gruplar kıyaslandığında; GMOS toplam ve tüm alt bölüm puanlarının, Normal GMs grubunda daha fazla olduğu görüldü.

Çizelge 4.5. WMs dönemdeki bebeklerin detaylı *General Movements* değerlendirmesi

GMOS ve alt parametreleri	Normal GMs (n=35)				Poor Repertoire GMs (n=27)				p ^{&,#}
	min	max	Median (%25-75 IQR)	Ortalama±SS	min	max	Median (%25-75 IQR)	Ortalama±SS	
ÜE puanı	11	18	16 (14-17)	15,37±1,75	8	14	11 (9-12)	10,85±1,96	<0,001 [#]
AE puanı	14	18	16 (15-17)	16,11±1,25	8	16	13 (11-13)	12,33±1,78	<0,001 [#]
Boyun ve gövde puanı	1	4	2 (2-3)	2,40±0,85	1	2	1 (1-2)	1,41±0,50	<0,001 [#]
Sekans	1	2	2 (2-2)	1,89±0,32	1	1	1 (1-1)	1,00±00	<0,001 [#]
GMOS toplam puan	31	42	36 (34-38)	35,77±2,60	19	30	26 (24-28)	25,59±3,09	<0,001 ^{&}

P[&]: Bağımsız Gruplar T Testi. P[#]: Mann-Whitney U test, IQR: İnterquartile range, SS: Standart Sapma, ÜE: Üst Ekstremité, AE: Alt Ekstremité, GMOS: General Movements Optimalite Skoru.

FMs dönemdeki bebeklerin detaylı GMs değerlendirmesine (MOS) ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.6’da verildi. Gruplar kıyaslandığında; MOS toplam ve ‘yaşa uygun motor repertuar’ alt bölüm hariç MOS’un tüm alt bölüm puanlarının, Normal FMs grubunda daha fazla olduğu görüldü.

Çizelge 4.6. FMs dönemdeki bebeklerin detaylı *General Movements* değerlendirmesi

MOS ve alt parametreleri	Normal FMs (n=88)				Absent FMs (n=13)				p
	min	max	Median (%25-75 IQR)	Ortalama±SS	min	max	Median (%25-75 IQR)	Ortalama±SS	
Fidgety hareketler	12	12	12 (12-12)	12±0	1	1	1 (1-1)	1±0	<0,001
Motor paternler	1	4	4 (4-4)	3,84±0,66	1	4	4 (1-4)	3,08±1,44	0,003
Yaşa uygun motor repertuar	1	4	2 (1-4)	2,30±1,27	1	4	1 (1-2)	1,85±1,28	0,153
Postüral paternler	1	4	4 (1-4)	2,82±1,44	1	4	1 (1-4)	1,92±1,44	0,037
Hareket karakteri	1	4	4 (2-4)	3,20±1,02	1	4	2 (2-2)	2,23±0,83	0,002
MOS Toplam	17	28	25 (23-26)	24,20±2,58	5	17	9 (6-13)	10,08±3,86	<0,001

Mann-Whitney U test, IQR: İnterquartile range, SS: Standart Sapma, MOS: Motor Optimalite Skoru

4.3. WMs Dönemdeki Bebeklerin COP Hareket Değerlendirmesine Ait Bulgular

WMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri kıyaslandığında; Anlık Hız R (RMS), Anlık Hız Y (Std), Anlık Hız Y (RMS), Range Hız Y, Anlık İvme Y (Std), Anlık İvme Y (RMS), Anlık Yol Y RMS, Elips alan ve ortalama yerdeğiştirme değışkenleri ve Approximate entropy X parametreleri açısından anlamlı fark olduğu bulundu. Global GMs sınıflandırması ile anlamlı ilişki gösteren COP hareket parametreleri; Anlık Hız R (RMS), Anlık Hız Y (Std), Anlık Hız Y (Std), Anlık Hız Y (RMS), Anlık İvme R (Std), Anlık İvme R (RMS), Anlık İvme Y (Std), Anlık İvme Y (RMS), Ortalama Yerdeğiştirme Y, Ortalama Yerdeğiştirme R, Elips Küçük Çap ve Approximate entropy X'di. MOS toplam puan ile anlamlı ilişki gösteren COP hareket parametreleri ise; Anlık Hız R (Std), Anlık Hız R (RMS), Anlık Hız Y (Std), Anlık Hız Y (RMS), Anlık Hız X (Std), Anlık Hız X (RMS), Anlık İvme Y (Std), Anlık İvme Y (RMS), Toplam Yol X, Anlık Yol RMS, Range konum X ve Y, Elips alan ve küçük çap, Ortalama yerdeğiştirme X ve Y'idi (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. *Writhing* hareketler dönemindeki bebeklerin Center of Pressure hareket parametreleri

42

		Normal GMs		Poor Repertoire GMs		p ^{s,+}	Golabal GMs		GMOS	
		Ortalama±SS	Median(%25 / 75 IQR)	Ortalama±SS	Median(%25 / 75 IQR)		r	p [#]	r	p ^{u,β}
Anlık hız R	Std	61,07 ± 24,06	54,19(48,38 / 72,78)	50,63 ± 15,38	52,28(41,45 / 60,91)	0,098 ⁺	-0,246	0,054	0,259	0,042^u
	RMS	101,2 ± 49,35	90,51(72,68 / 104,39)	79,38 ± 22,96	78,08(65,6 / 90,95)	0,038⁺	-0,265	0,038	0,286	0,024^u
	Skewness	2,56 ± 1,33	2,26(1,5 / 3,45)	2,47 ± 0,81	2,59(1,97 / 2,82)	0,739 ^s	-0,041	0,754	0,085	0,509 ^β
Anlık hız X	Std	38,99 ± 9,19	38,6(33,95 / 42,21)	35,13 ± 9,98	36,83(26,74 / 41,53)	0,112 ⁺	-0,200	0,119	0,258	0,043^u
	RMS	38,98 ± 9,19	38,6(33,94 / 42,21)	35,12 ± 9,98	36,82(26,74 / 41,52)	0,110 ⁺	-0,200	0,119	0,259	0,042^u
	Skewness	0,02 ± 0,25	0,02(-0,17 / 0,16)	0,04 ± 0,18	0,04(-0,1 / 0,2)	0,641 ^s	0,060	0,641	-0,010	0,939 ^β
Anlık hız Y	Std	92,72 ± 49,82	83,32(63,62 / 95,27)	71,5 ± 22,07	72,56(56,55 / 76,84)	0,039⁺	-0,257	0,044	0,287	0,024^u
	RMS	92,71 ± 49,81	83,31(63,61 / 95,26)	68,01 ± 23,93	72,55(54,2 / 76,83)	0,013⁺	-0,293	0,021	0,300	0,018^u
	Skewness	-0,27 ± 0,42	-0,12(-0,38 / -0,04)	-0,2 ± 0,31	-0,08(-0,46 / 0,01)	0,675 ⁺	0,097	0,452	-0,210	0,102 ^u
Ortalama hız	X	28,06 ± 8,12	27,17(24,1 / 30,03)	25,04 ± 6,95	25,74(20,6 / 28,61)	0,087 ⁺	-0,196	0,128	0,269	0,035^u
	Y	68,25 ± 45,77	54,1(45,02 / 68,09)	51,03 ± 16,81	49,57(38,97 / 57,98)	0,090 ⁺	-0,233	0,068	0,232	0,069 ^u
	R	79,75 ± 44,69	67,41(56,77 / 77,59)	61,65 ± 18,18	62,59(49,21 / 73,74)	0,053 ⁺	-0,248	0,052	0,249	0,051 ^u
Range hız	X	572,05 ± 142,29	590,2(465,71 / 638,84)	500,18 ± 148,78	529,06(390,79 / 622,95)	0,095 ⁺	-0,242	0,058	0,255	0,045^u
	Y	1329,29 ± 466,99	1233,35(939,07 / 1572,46)	1082,85 ± 357,98	1087(825,69 / 1210,6)	0,038⁺	-0,282	0,027	0,293	0,021^u
	R	761,08 ± 289,99	695,48(532,84 / 904,07)	633,36 ± 201,9	649,86(475,82 / 701,36)	0,117 ⁺	-0,244	0,056	0,255	0,046^u
Anlık ivme R	Std	2751,33 ± 1613,21	2399,12(1730,45 / 3021)	2005,33 ± 696,81	1754,61(1598,42 / 2449,72)	0,036⁺	-0,278	0,029	0,248	0,052 ^u
	RMS	2751,19 ± 1613,11	2398,98(1730,34 / 3020,8)	2005,22 ± 696,78	1754,51(1598,33 / 2449,58)	0,036⁺	-0,278	0,029	0,248	0,052 ^u
	Skewness	-0,24 ± 0,54	-0,06(-0,26 / -0,01)	-0,24 ± 0,24	-0,15(-0,42 / -0,02)	0,166 ⁺	0,006	0,965	0,118	0,362 ^u
Anlık ivme X	Std	1239,33 ± 362,29	1112,14(1017,57 / 1329,32)	1079,57 ± 264,47	1063,8(886,13 / 1139,81)	0,077 ⁺	-0,241	0,059	0,231	0,071 ^u
	RMS	1239,21 ± 362,2	1112,08(1017,51 / 1329,25)	1079,52 ± 264,46	1063,8(886,07 / 1139,75)	0,077 ⁺	-0,241	0,059	0,231	0,071 ^u
	Skewness	-0,02 ± 0,3	-0,01(-0,19 / 0,11)	-0,1 ± 0,34	-0,05(-0,34 / 0,04)	0,367 ⁺	-0,120	0,352	0,029	0,825 ^u
Anlık ivme Y	Std	3562,48 ± 1989,95	3138,3(2227,6 / 3969,8)	2587 ± 981,05	2208,04(2066,8 / 3216,59)	0,023⁺	-0,289	0,023	0,257	0,044^u
	RMS	3562,31 ± 1989,85	3138,3(2227,4 / 3969,5)	2586,8 ± 981,06	2207,91(2066,6 / 3216,4)	0,023⁺	-0,289	0,023	0,257	0,044^u
	Skewness	0,49 ± 0,96	0,13(0 / 0,56)	0,41 ± 0,52	0,19(-0,02 / 0,8)	0,876 ⁺	-0,051	0,691	0,057	0,657 ^u
Toplam yol	X	4769,27 ± 1379,74	4618(4096,7 / 5105,7)	4255,6 ± 1181,1	4374,45(3501,13 / 4862,4)	0,087 ⁺	-0,196	0,127	0,269	0,035^u
	Y	11468,07 ± 7909,58	9195,57(7652,92 / 11574,57)	8674,22 ± 2857,58	8425,8(6623,91 / 9854,87)	0,101 ⁺	-0,220	0,086	0,210	0,102 ^u
	R	13555,97 ± 7595,8	11458(9650,46 / 13189)	10479,56 ± 3090,25	10639(8364,07 / 12534,95)	0,053 ⁺	-0,248	0,052	0,249	0,051 ^u
Anlık yol	RMS (X)	0,78 ± 0,18	0,77(0,68 / 0,84)	0,7 ± 0,2	0,74(0,53 / 0,83)	0,095 ⁺	-0,202	0,116	0,263	0,039^u
	RMS (Y)	1,85 ± 1	1,67(1,27 / 1,9)	1,43 ± 0,44	1,45(1,14 / 1,54)	0,035⁺	-0,256	0,044	0,290	0,022^u
	RMS (R)	2,02 ± 0,99	1,81(1,45 / 2,08)	1,6 ± 0,46	1,56(1,31 / 1,82)	0,053 ⁺	-0,257	0,044	0,272	0,032^u
Elips (Konum)	%95 Alan	1308,56 ± 605,24	1158(756,53 / 1814,5)	1132,9 ± 1295,72	774,11(536,08 / 1109,3)	0,011⁺	-0,091	0,481	0,283	0,026^u
	Küçük çap	16,79 ± 4,01	16,2(13,68 / 18,66)	13,91 ± 5,01	12,45(10,63 / 15,88)	0,003⁺	-0,309	0,015	0,385	0,002^u
	Büyük çap	23,83 ± 7,16	22,7(17,51 / 28,75)	22,28 ± 16,23	17,86(15,16 / 23,13)	0,026⁺	-0,065	0,613	0,210	0,101 ^u
Range konum	X	71,4 ± 22,57	68,33(53,04 / 86,46)	59,41 ± 33,81	49,21(39,67 / 61,84)	0,003⁺	-0,211	0,100	0,255	0,046^u
	Y	66,69 ± 14,7	68,6(56,43 / 76,41)	56,69 ± 15,84	56,62(46,51 / 63,97)	0,004^s	-0,315	0,013	0,422	0,001^β
Ortalama yer değiştirme	X	6,97 ± 2,93	6,73(4,43 / 9,05)	5,96 ± 6	3,96(3,11 / 5,64)	0,004⁺	-0,112	0,387	0,239	0,061 ^u
	Y	5,9 ± 1,62	5,55(4,8 / 6,31)	5,15 ± 1,64	4,84(3,83 / 6,7)	0,127 ^s	-0,227	0,076	0,333	0,008^β
	R	10,2 ± 2,84	9,62(7,41 / 12,23)	8,86 ± 5,83	7,47(6,33 / 9,67)	0,006⁺	-0,152	0,240	0,275	0,031^u
Approximate entropy	X	0,76 ± 0,38	0,64(0,43 / 1,04)	0,97 ± 0,35	1(0,87 / 1,13)	0,019^s	0,285	0,025	-0,167	0,193 ^β
	Y	1,7 ± 0,29	1,77(1,52 / 1,95)	1,69 ± 0,24	1,71(1,45 / 1,85)	0,629 ⁺	-0,019	0,884	0,033	0,798 ^u
	R	1,68 ± 0,29	1,74(1,49 / 1,94)	1,63 ± 0,34	1,61(1,48 / 1,95)	0,609 ⁺	-0,080	0,536	0,052	0,690 ^u

p^s: Bağımsız Gruplar T Testi, p⁺: Mann-Whitney U test, p[#]: Nokta Çift Serili Korelasyon testi, p^u: Spearman korelasyon testi, p^β: Pearson korelasyon testi, IQR: Interquartile range, SS: Standart Sapma, Std: Standart Sapma, RMS: Root mean square MOS: Motor Optimalite Skoru, GMOS: General Movements optimalite Skoru.

Çizelge 4.8. WMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri ile Global GMs değerlendirmelerinin Lojistik regresyonla tahmini

Değişken	β (Katsayı)	Standart Hata	Odds Oranı	%95 Güven aralığı	p
Anlık Hız Y (RMS)	-0,032	0,013	0,969	0,944-0,994	0,016
Approximate Entropy X	2,084	0,856	8,034	1,502-42,971	0,015
Sabit	0,411	1,167	1,509	-	0,724

N= 62, $R^2= 0,215$ (Cox-Snell), $R^2= 0,289$ (Nagelkerke),
 Model Uyumluluğu: Omnibus test; $\chi^2 = 15,028$ p= 0,001 ve Hosmer-Lemeshow test; p= 0,378
 Model: Backward Stepwise Metod

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-(-0,032 * \text{Anlık Hız Y(RMS)} + 2,084 * \text{Aproximate Entropy X})}}$$
 , Sınıflandırma eşik değeri=0,45

WMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri ile Global GMs değerlendirmelerinin tahmini için ‘Binary Lojistik Regresyon Analizi’ yapıldı. ‘Backward stepwise’ metod ile dört adımda gerçekleştirilen ve Çizelge 4.6’da verilen regresyon modelindeki bağımsız değişkenlerden en az birinin anlamlı prediktör olduğu ve modelin genel olarak anlamlı olduğu görüldü ($\chi^2 = 15,028$ p=0,001). Ayrıca kurulan modelin verilere uygun bir model olduğu ve model uyum iyiliğinin yeterli olduğu bulundu (Hosmer-Lemeshow test; p=0,378). Global GMs değerlendirmesinin tahmin edilmesinde; Anlık Hız Y (RMS) (Hız değişkenliği) ve Approximate Entropy X (kompleksite) değişkenlerinin anlamlı prediktörler olduğu ve bağımlı değişkendeki kümülatif varyansın %29’unu açıkladığı görüldü (Nagelkerke $R^2=0,289$). Anlık Hız Y (RMS)’deki 1 birimlik azalmanın PR GMs riskini %3 artırdığı, Approximate Entropy X’deki 1 birimlik artışın ise bu riski 8 kat artırdığı bulundu.

Lojistik regresyon modelinin sınıflandırma performans ölçütleri, çapraz sınıflandırma tablosu kullanılarak hesaplandı ve Çizelge 4.7’de verildi. İki prediktörü ele alan Lojistik fonksiyonun %77 oranında genel doğruluk gücüne sahip olduğu bulundu. Ayrıca PR GMs sergileyen bebeklerin %78’i, Normal GMs sergileyen bebeklerin ise %77’si doğru olarak sınıflandırıldı (Çizelge4.7).

Çizelge 4.9. WMs dönemdeki bebeklerin Lojistik regresyon sınıflama tablosu

Model Performans Ölçütleri	Sonuç	%95 Güven Aralığı
Sensitivite	%77,78	%57,74 - %91,38
Spesifisite	%77,14	%59,86 - %89,58
Pozitif Likelihood Oranı	3,4	1,79 - 6,46
Negatif Likelihood Oranı	0,29	0,14 - 0,6
Pozitif Prediktif Değer	%72,41	%58,03 - %83,29
Negatif Prediktif Değer	%81,82	%68,48 - %90,31
Genel Doğruluk	%77,42	%65,03 - %87,07

Çizelge 4.10. WMs dönemdeki bebeklere ait GMOS'ların Doğrusal Regresyonla tahmini

Değişken	β (Katsayı)	Güven aralığı	Beta	t	p	VIF
Anlık Yol R (RMS)	10,199	0,831-19,568	0,262	2,179	0,033	1,091
%95 Elips küçük çap	14,152	3,437-24,868	0,318	2,643	0,011	1,091
Sabit	12,342	0,158-24,525	-	2,027	0,047	-
Bağımlı değişken: GMOS, N=62, $R^2=0,218$ Model: Backward Stepwise Metod. Model Uyumluluğu: ANOVA test; $F=8,212$ ve $p=0,001$ Tahminlemenin standart hatası= $1,084 \pm 0,385$ Regresyon denklemi= $12,342 + 10,199 * \log(\text{Anlık Yol R (RMS)}) + 14,152 * \log(\%95 \text{ Elips küçük çap})$						

WMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri ile GMOS toplam puanlarının tahmin edilmesi için 'Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi' yapıldı. Normal dağılım göstermeyen COP hareket parametreleri için logaritmik dönüşüm uygulandı. 'Backward stepwise' metod ile iki adımda gerçekleştirilen ve Çizelge 4.8'de verilen regresyon modelindeki bağımsız değişkenlerden en az birinin anlamlı prediktör olduğu ve modelin genel olarak anlamlı olduğu görüldü ($F=8,212$ ve $p=0,001$). GMOS toplam puanının tahmin edilmesinde; 'Anlık Yol R (RMS)' (mesafe-yol değişkenliği) ve '%95 Elips küçük çap' (X eksenindeki yerdeğiştirme) değişkenlerinin anlamlı prediktörler olduğu ve bağımlı değişkendeki varyasyonun %22'sini açıkladığı görüldü ($R^2=0,218$). Anlık Yol R (RMS)'teki 1 birimlik logaritmik artışın GMOS'ta 10 puanlık artış, %95 Elips küçük çap'taki 1 birimlik logaritmik artışın ise GMOS'ta 14 puanlık artış yarattığı bulundu (Çizelge 4.8).

4.4. FM's Dönemdeki Bebeklerin COP Hareket Değerlendirmesine Ait Bulgular

FM's dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri kıyaslandığında; Anlık Hız R (Std) ve Approximate Entropy parametreleri açısından anlamlı fark olduğu bulundu. Global GM's sınıflandırması ile anlamlı ilişki gösteren COP hareket parametreleri; Anlık Hız R (Std) ve Anlık Hız R (Skewness) ve Approximate entropy' idi. MOS toplam puan ile anlamlı ilişki gösteren COP hareket parametreleri ise; Anlık Hız R (Std), Anlık Hız R (RMS) Anlık Hız R (Skewness), Anlık Hız Y (Std), Anlık Hız Y (RMS), Range hız Y ve R, Toplam yol Y ve R, Anlık yol RMS Y ve R, Elips, Ortalama yerdeğiştirme ve Approximate entropy değişkenleriydi (Çizelge4.9).

Çizelge 4.11. FMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri

		Normal FMs		Absent FMs		p ⁺	Golabal GMs		MOS	
		Ortalama±SS	Median(%25/75 IQR)	Ortalama±SS	Median(%25/75 IQR)		r	p [#]	r	p ^a
Anlık hız R	Std	228,29±110,78	207,79(159,34 / 286,74)	159,95±59,83	156,67(131,03 / 215,53)	0,035	-0,213	0,032	0,240	0,015
	RMS	306,71±148,20	272,92(209,36 / 383,54)	231,37±87,23	232,69(183,67 / 288,81)	0,109	-0,176	0,078	0,240	0,016
	Skewness	11,94±4,05	11,72(9,22 / 14,14)	14,87±6,86	11,57(10,08 / 15,38)	0,235	0,216	0,030	-0,215	0,031
Anlık hız X	Std	118,95±48,23	110,53(86,95 / 149,67)	110,61±44,51	92,14(87,43 / 149,13)	0,634	-0,059	0,558	0,191	0,055
	RMS	118,94±48,23	110,53(86,93 / 149,65)	110,60±44,51	92,14(87,43 / 149,13)	0,634	-0,059	0,558	0,191	0,055
	Skewness	-0,23±1,26	-0,11(-0,71 / 0,32)	0,12±1,09	-0,07(-0,8 / 0,5)	0,536	0,096	0,338	-0,060	0,552
Anlık hız Y	Std	281,33±142,95	254,77(178,27 / 350,56)	202,33±77,63	213,67(161,29 / 247,39)	0,065	-0,192	0,055	0,242	0,015
	RMS	281,31±142,94	254,76(178,26 / 350,54)	202,32±77,62	213,67(161,29 / 247,35)	0,065	-0,192	0,055	0,241	0,015
	Skewness	-3,09±2,01	-2,92(-4,16 / -1,73)	-3,32±2,46	-2,76(-3,58 / -1,77)	0,895	-0,037	0,711	0,015	0,879
Ortalama hız	X	79,36±34,71	73,19(55 / 100,01)	73,80±28,86	65,7(55,27 / 99,92)	0,816	-0,055	0,584	0,190	0,057
	Y	168,16±95,80	144,88(102,26 / 215,37)	133,56±54,32	134,03(98,67 / 160,59)	0,346	-0,126	0,208	0,220	0,027
	R	201,53±105,14	172,12(128,89 / 261,28)	166,61±65,10	172,71(123,61 / 204,23)	0,417	-0,116	0,248	0,225	0,023
Range hız	X	2115,43±894,95	2085,19(1490,98 / 2600,9)	2080,44±878,59	1805,3(1338,29 / 2886,27)	0,984	-0,013	0,895	0,082	0,416
	Y	6333,63±3096,02	5671,97(4186,23 / 7411,71)	4806,43±1720,54	4760,9(3979,73 / 5896,88)	0,096	-0,172	0,086	0,198	0,047
	R	3798,70±1987,61	3392,15(2543,73 / 4442,34)	2911,41±949,37	2693,91(2567,67 / 3475,86)	0,098	-0,157	0,118	0,203	0,042
Anlık ivme R	Std	8477,21±4741,53	7256,03(5039,46 / 10947,99)	6014,08±2289,51	5530,97(4618,47 / 8083,82)	0,098	-0,181	0,069	0,190	0,057
	RMS	8476,71±4741,25	7255,6(5039,16 / 10947,34)	6013,73±2289,38	5530,64(4618,2 / 8083,33)	0,098	-0,181	0,069	0,190	0,057
	Skewness	-1,27±1,78	-1,03(-2,37 / -0,35)	-0,47±1,51	-0,57(-1,34 / 0,64)	0,111	0,152	0,129	-0,104	0,302
Anlık ivme X	Std	3384,08±1547,84	2953,14(2277,79 / 4343,14)	3574,86±1558,75	3057,33(2556,92 / 4775,57)	0,556	0,042	0,679	0,060	0,551
	RMS	3383,88±1547,75	2952,96(2277,65 / 4342,9)	3574,66±1558,66	3057,16(2556,78 / 4775,29)	0,556	0,042	0,679	0,060	0,551
	Skewness	0,63±2,14	0,26(-0,56 / 2)	1,34±3,25	0,73(-0,36 / 3,96)	0,265	0,104	0,302	-0,120	0,231
Anlık ivme Y	Std	10777,93±6176,71	9281,41(6344,5 / 13879)	7557,98±2865,82	6944,35(5883,32 / 9610,98)	0,090	-0,182	0,068	0,188	0,059
	RMS	10777,29±6176,35	9280,87(6344,14 / 13878,18)	7557,53±2865,65	6943,94(5882,97 / 9610,38)	0,090	-0,182	0,068	0,188	0,059
	Skewness	3,76±2,86	3,47(2,19 / 5,35)	3,44±1,85	3,68(2,84 / 4,14)	0,911	-0,039	0,695	0,030	0,766
Toplam yol	X	13488,87±5900,09	12441,44(9347,45 / 16999,69)	12545,29±4904,87	11168,21(9392,09 / 16981,96)	0,816	-0,055	0,585	0,190	0,057
	Y	28583,81±16283,55	24627,79(17381,07 / 36610,19)	22703,15±9233,54	22780,69(16773 / 27294,72)	0,346	-0,126	0,208	0,220	0,027
	R	34255,84±17871,29	29257,43(21908,4 / 44414,43)	28320,74±11066,09	29357,02(21012,37 / 34716,1)	0,417	-0,116	0,248	0,225	0,023
Anlık yol	RMS (X)	2,38±,96	2,22(1,74 / 2,99)	2,21±0,89	1,87(1,75 / 2,98)	0,655	-0,059	0,555	0,191	0,056
	RMS (Y)	5,63±2,86	5,1(3,57 / 7)	4,04±1,55	4,28(3,22 / 4,95)	0,065	-0,192	0,054	0,240	0,015
	RMS (R)	6,13±2,96	5,46(4,19 / 7,67)	4,63±1,74	4,64(3,68 / 5,79)	0,111	-0,177	0,077	0,237	0,017
Elips (Konum)	%95 Alan	4598,85±3028,25	4054,02(2346,11 / 6282,93)	3441,69±2647,60	3162,2(1642,13 / 4307,61)	0,171	-0,130	0,195	0,346	0,000
	Küçük çap	49,34±19,97	47,52(34,81 / 63,37)	45,04±20,60	46,35(33,5 / 55,81)	0,619	-0,072	0,472	0,261	0,008
	Büyük çap	68,83±29,23	65,5(45,62 / 87,43)	64,58±21,32	62,7(51,48 / 80,46)	0,776	-0,051	0,615	0,243	0,015
Range konum	X	194,41±87,76	168,17(136,04 / 244,62)	177,06±66,97	186,74(125,71 / 223,34)	0,648	-0,068	0,496	0,153	0,127
	Y	256,20±112,30	235,99(191,67 / 293,6)	210,27±75,02	216,66(181,2 / 270,63)	0,248	-0,142	0,157	0,284	0,004
	R	17,24±7,59	15,95(12,38 / 20,87)	17,92±8,46	17,33(14,85 / 21,53)	0,708	0,030	0,765	0,177	0,076
Ortalama yer değiştirme	Y	19,13±9,29	17,68(11,62 / 23,99)	16,38±6,84	15,73(11,34 / 20,28)	0,394	-0,102	0,308	0,322	0,001
	R	28,75±11,79	28,05(19,64 / 34,21)	27,20±10,15	25,38(21,6 / 34,13)	0,692	-0,045	0,655	0,291	0,003
	X	1,37±0,79	1,27(0,85 / 1,73)	2,21±1,41	2,08(1,36 / 2,58)	0,044	0,304	0,002	-0,240	0,016
Approximate entropy	Y	3,14±1,16	3,03(2,22 / 3,94)	4,85±2,11	4,27(3,94 / 5,11)	0,001	0,405	<0,001	-0,332	0,001
	R	3,07±1,19	3,01(2,06 / 3,92)	4,78±2,13	4,35(3,45 / 5,04)	0,002	0,397	<0,001	-0,333	0,001

p⁺: Mann-Whitney U test, p[#]: Nokta Çift Serili Korelasyon testi, p^a: Spearman korelasyon testi, IQR: İnterquartile range, SS: Standart Sapma, Std: Standart Sapma, RMS: Root mean square MOS: Motor Optimalite Skoru, GMOS: General Movements optimalite Skoru.

Çizelge 4.12. FMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri ile Global GMs değerlendirmelerinin Lojistik regresyonla tahmini

Değişken	B (Katsayı)	Standart Hata	Odds Oranı	%95 Güven aralığı	p
Anlık Hız R (Std)	-0,010	0,005	0,990	0,981-0,999	0,032
Approximate entropy R	0,895	0,294	2,447	1,376-4,353	0,002
Sabit	-3,354	1,336	0,035	-	0,012

N= 101, R²= 0,186(Cox-Snell), R²= 0,347(Nagelkerke),
 Model Uyumluluğu: Omnibus test; $\chi^2=20,817$ p<0,001 ve Hosmer-Lemeshow test; p= 0,255
 Model: Forward Stepwise Metod

$$P(Y)=\frac{1}{1+e^{-(-3,354+-0,01*Anlık\ Hız\ R(std)+0,0895*Approximate\ Entropy\ R)}}$$
 , Sınıflandırma eşik değeri= 0,15

FMs dönemdeki bebeklerin COP hareket parametreleri ile Global GMs değerlendirmelerinin tahmini için ‘Binary Lojistik Regresyon Analizi’ yapıldı. ‘Forward stepwise’ metod ile iki adımda gerçekleştirilen ve Çizelge 4.10’da verilen regresyon modelindeki bağımsız değişkenlerden en az birinin anlamlı prediktör olduğu ve modelin genel olarak anlamlı olduğu görüldü ($\chi^2=20,817$ p<0,001). Ayrıca kurulan modelin verilere uygun olduğu bir model olduğu ve model uyum iyiliğinin yeterli olduğu bulundu (Hosmer-Lemeshow test; p=0,255). Global GMs değerlendirmesinin tahmin edilmesinde; Anlık Hız R (Std) (Hız değişkenliği) ve Approximate Entropy R (kompleksite) değişkenlerinin anlamlı prediktörler olduğu ve bağımlı değişkendeki kümülatif varyansın %35’ini açıkladığı görüldü (Nagelkerke R²=0,347). Anlık Hız R (Std)’deki 1 birimlik azalmanın *Absent* FMs riskini %1 artırdığı, Approximate entropy R’deki 1 birimlik artışın ise bu riski yaklaşık 2,5 kat artırdığı bulundu.

Lojistik regresyon modelinin sınıflandırma performans ölçütleri, çapraz sınıflandırma tablosu kullanılarak hesaplandı ve Çizelge 4.11’de verildi. İki prediktörü ele alan Lojistik fonksiyonun %83 oranında genel doğruluk gücüne sahip olduğu bulundu. Ayrıca *Absent* FMs sergileyen bebeklerin %85’i, Normal FMs sergileyen bebeklerin ise %83’ü doğru olarak sınıflandırıldı (Çizelge4.11).

Çizelge 4.13. FMs dönemdeki bebeklerin Lojistik regresyon sınıflama tablosu

Model Performans Ölçütleri	Sonuç	%95 Güven aralığı
Sensitivite	%84,62	%54,55 - %98,08
Spesifisite	%82,95	%73,45 - %90,13
Pozitif Likelihood Oranı	4,96	2,96 - 8,31
Negatif Likelihood Oranı	0,19	0,05 - 0,68
Pozitif Prediktif Değer	%42,31	%30,45 - %55,13
Negatif Prediktif Değer	%97,33	%91,04 - %99,24
Genel Doğruluk	%83,17	%74,42 - %89,88

5. TARTIŞMA

Bebeklerde GMs değerlendirmesine (GMA) yönelik yeni bir kantitatif yöntem sunmak amacıyla yürütülen bu çalışmada; GMA için kuvvet platformu kullanıldı ve kütle merkezinin hareketi incelendi. Ucuz, değerlendirme sırasında herhangi bir müdahale gerektirmeyen, kullanımı kolay, kullanıcı/gözlemciden bağımsız olan ve GMs'in sözel tanımına uygun olarak vücut bölümlerinin ayrı ayrı değil global hareketini ele alan bu yöntem; Normal GMs ile PR GMs'i %77 genel doğrulukla, *Absent* FMs ile Normal FMs'i ise %83 genel doğrulukla sınıflandırdığı bulundu. Ayrıca; GMOS toplam puanı yaklaşık 1,1 puanlık hata ile, MOS toplam puanını ise yaklaşık 1,8 puanlık hata ile tahminledi. Klasik (Gözlemsel) GMA'nın subjektif ve kalitatif bir değerlendirme olması, iyi eğitilmiş ve deneyimli gözlemciler gerektirmesi nedeniyle rutin klinikte yaygın olarak kullanılamaması ve gözlemci yorgunluğuna karşı hassas olması gibi bazı dezavantajları [84-88] göz önüne alındığında; bu çalışmada GMA'ya yönelik sunulan kantitatif yöntemin, Klasik GMA'ya alternatif olmasa da deneyimli gözlemcilerin olmadığı durumlarda klinik ve araştırma amaçlı kullanılabileceği düşünüldü.

5.1. Global *General Movements* Değerlendirmesi

WMs dönem

Yaşamın erken dönemlerinde görülen anormal spontan hareketlerin, özellikle SP tanısı için prognostik değere sahip olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir [27, 39, 58, 67]. Genel olarak; anormal WMs'ler ileriki dönemlerde normalize olabildiği için, SP açısından prognostik değeri nispeten daha düşüktür [15]. 2018'de yayınlanan bir sistematik derlemede; Anormal WMs'in sensitivitesi %93, spesifitesi %59 olarak belirtilmiştir [15]. Araştırmaların çoğu, *General Movements Değerlendirmesi* (GMA)'ni SP'yi tahmin etmek için kullansa da, GMA ile motor, kognitif ve dil gelişimi arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar da giderek artmaktadır.

Bazı çalışmalar; anormal WMs'nin anormal paternlerini özelleştirmeyen (PR, CS gibi), genel bir sınıflama (normal/anormal WMS) kullanmıştır. Anormal ve normal WMs sergileyen bebeklerin 1 yaş sonuçlarını kıyaslayan çalışmalar; anormal WMs sergileyen bebeklerin motor, duyu ve nörolojik değerlendirme puanlarının daha kötü olduğunu

belirtmişlerdir [60, 61]. PR GMs sergileyen bebekler ile normal GMs sergileyen bebeklerin 2 yaş sonuçlarını kıyaslayan bir çalışmada; PR GMs sergileyen bebeklerin genel gelişim ve el-göz koordinasyon puanlarının daha düşük olduğu ifade edilmiştir [62]. Benzer yaş grubunu inceleyen bir başka çalışmada ise; PR GMs sergileyen bebeklerin, 2.5 yaş kognitif ve dil gelişim puanlarının CS GMs sergileyen bebeklerden daha fazla, fakat normal GMs'ten daha düşük olduğu belirtilmiştir [63].

Spittle ve ark; anormal WMs'nin 2-4 yaş motor ve kognitif gelişimle ilişkili olduğunu [64], Sustersic ve ark. ise; anormal WMs sergileyen bebeklerin, 5-6 yaş motor yeterliliklerinin daha az olduğunu ve bu grupta gelişimsel koordinasyon bozukluğunun daha fazla görüldüğünü belirtmişlerdir [65]. Bruggink ve ark; ısrarlı anormal WMs (preterm dönemden postterm 8. haftaya kadar) görülen bebekler ile anormal WMs'leri bu dönemde normalize olan bebekleri kıyaslamış ve ısrarlı anormal WMs'li bebeklerin 7-11 yaş IQ skorlarının ortalama 13 puan daha az olduğunu ve sınıf tekrarı ve özel eğitim ihtiyacının daha fazla olduğunu bulmuşlardır [66].

Anormal WMs'nin sadece SP tanısı ile değil, aynı zamanda kısa ve uzun dönem olumsuz nörogelişimsel (motor, kognitif ve dil) sonuçlarla da ilişkili olduğunu göz önüne alındığında; bu dönemdeki GMA'nın ve erken müdahale programlarının önemi daha iyi anlaşılacaktır. Ayrıca; bu dönemdeki GMA'yı mümkün kılmak ve Klasik GMA'nın dezavantajlarını elimine etmek isteyen araştırmacılar, gelişen teknolojinin de etkisiyle kullanımı kolay, klinikte yaygın olarak kullanılabilen, kullanıcı/gözlemciden bağımsız olan ve bebeklerin hareketlerini etkilemeyen kantitatif GMA yöntemleri arayışına girmişler ve gözlemsel GMA subjektifliğini ortadan kaldırmaya yönelik otomatik yöntemler ileri sürmüşlerdir [85-105]. Ancak; WMs dönemindeki GMA'yı ele alan az sayıda çalışma olması dikkat çekicidir.

Adde ve diğerleri; marker kullanılmayan bir bilgisayar temelli video analiz yöntemi olan *General Movement Toolbox* (GMT)'ı yeni bir GMA yöntemi olarak sunmuş; ancak bu yöntemin, WMs döneminde PR ve normal GMs'i ayırt edemediğini ifade etmişlerdir [98]. GMT'de 2D video kayıtlarının kullanılması nedeniyle; bu yöntemin hareketlerdeki algılanması zor, küçük ve hızlı değişimlere yeterince hassas olmaması ve temporal değişkenler içermemesi gibi bazı limitasyonları, WMs dönemindeki global GMA sınıflamasındaki başarısızlığını açıklayabilir [88, 98, 102, 103]. Bu tez çalışmasında ise

GMA için yeni bir yöntem sunuldu ve Normal GMs ile PR GMs %77 doğrulukla (%78 sensitivite, %77 spesifite) sınıflandırıldı. Hız bağımlı değişkenliğin (Anlık Hız Y (RMS)) prediktör olarak temel alındığı çok değişkenli model anlamlı sonuç verirken, ilgili parametrenin değerinin azalması ve artması sırasıyla PR GMs'e ve Normal GMs lehine yorumlandı. Bu sonuç, normal GMs'teki hareket değişkenliği ile uyumlu olup, PR GMs'teki azalmış değişkenliği desteklemektedir. Tahminleme modelindeki diğer bir anlamlı prediktör olan ve hareket kompleksitesini değerlendiren 'Approximate Entropy X' parametresindeki artış, PR GMs lehine yorumlandı. Hareket kompleksitesi, Normal GMs'i PR GMs'den ayırmada spesifik belirleyicilerden biri olarak kullanılır [16, 17]. Bazı araştırmacılar; normal hareket kompleksitesinin optimal bir ranjda olması gerektiğini, bu ranjin altında hareketlerin stereotipik, üstünde ise kaotik karakterde olduğunu ileri sürmüşlerdir [108, 124, 125]. Çalışma sonuçlarımızı destekler nitelikte, Oghi ve ark.; motor gelişim geriliği ve SP açısından yüksek riskli ve düşük riskli bebekleri dahil ettikleri çalışmalarında, yüksek riskli bebeklerin spontan hareketlerinin kaotik (yüksek kompleksite) ve disorganize karakterde olduğunu ifade etmişlerdir [108].

Gravem ve ark.; preterm bebeklerin spontan hareketlerini değerlendirmek için ivmeölçer kullanmış ve CS paternini kantitatif olarak tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Yapay öğrenme algoritması kullanarak, CS paterninin %100 sensitivite ve %94 spesifite ile tahmin edildiğini belirtmişlerdir [109]. Bu tez çalışmasında; CS sergileyen bebeklerin yetersiz sayıda (n:6) olması nedeniyle bu bebekler istatistiksel analizlere dahil edilmedi ve tahminleme modeli oluşturulmadı. Özellikle ısrarlı CS paternin, SP tanısını tahminleme (sensitivite %100, spesifite %92-100) açısından önemli olduğu düşünüldüğünde [126], gelecekteki kantitatif çalışmaların bu anormal GMs paternini de ele almasının faydalı olacağı düşünüldü.

FMs dönem

SP tanısını tahmin etme açısından; FMs dönemdeki GMA, WMs dönemdeki GMA'dan daha iyi sonuçlar verir [67]. Güncel bir sistematik derlemede; FMs dönemde yapılan Prechtl GMA'nın, SP tanısını erken dönemde en iyi tahmin eden yöntem (sensitivite: %97, spesifite: %89) olduğu belirtilmiştir [15]. Özellikle; *absent* FMs, SP başta olmak üzere nörolojik bozuklukları tahmin etmede en iyi sonuçları verirken, anormal FMs'in tahmin gücü düşüktür [17]. Büyük örneklemli bir çalışmada; *absent* FMs'li bebeklerin %91'inin

SP tanısı aldığı, %9'unun ise hafif nörogelişimsel bozukluk sergilediği belirtilmiştir [68]. Diğer bir klinik çalışmada ise; SP tanısını tahmin etmede en iyi sonuçları (sensitivite: %95, spesifite: %97) *Absent* FMs'in verdiği belirtilmiştir [28]. Anormal FMs sergileyen bebekler ise normal gelişim gösterebildiği gibi koordinasyon ve ince motor problemlerin yanı sıra SP gibi daha ciddi motor bozukluklara da sahip olabilir [49].

Absent FMs'in SP tanısı için güçlü bir prediktör olması nedeniyle FMs döneminde GMA'yı ulaşılabilir kılmak oldukça önemlidir. Ayrıca, günümüz teknolojik gelişmelerinin de yardımıyla GMA gibi değerlendirme araçlarının daha kantitatif, objektif ve tekrarlanabilir olması amaçlanmaktadır. Değerlendirme araçlarındaki ayırcılığın ve doğru sınıflandırmanın erken müdahale klinik sonuçlarına olan etkisi de dikkate alındığında, araştırmacıların kantitatif değerlendirme yöntemlerine olan ilgisi şaşırtıcı değildir. Ancak çalışmaların büyük kısmı, sonuç ölçüm olarak 2-3 yaş SP tanısı alma durumunu, yetersiz sayıdaki çalışmanın ise sonuç ölçümü olarak Klasik GMA'yı seçtiği görüldü.

Adde ve ark.; preterm ve term bebelerde, Klasik GMA'ya göre sınıflandırılan *absent* FMs ve normal FMs'i ayırt etmek için bilgisayar temelli video analiz yöntemi olan GMT'yi kullanmış ve %82 sensitivite ve %70 spesifite ile *absent* FMs'in tahmin edildiğini ifade etmişlerdir [87]. Støen ve ark. ise yüksek riskli bebeklerde aynı metodolojiyi kullanmış ve GMT'nin %80 sensitivite ve %53 spesifite ile önceki çalışmaya kıyasla *absent* FMs'i daha düşük güçle tahmin ettiğini belirtmişlerdir [101]. Machireddy ve ark.; gelişmiş bir sensör (3D-ivmeölçer, 3D-giroskop ve 3D-magnetometre) ve bilgisayar temelli video analiz yöntemlerini içeren hibrit bir sistem kullanarak 3D spontan hareket analizi yapmışlardır. Yapay zeka algoritması kullanarak *absent* FMs ile Normal FMs'in %84 doğrulukla sınıflandırıldığını belirtmişlerdir [127]. Gao ve ark.; FMs ve WMs dönemi ayırt etmeden, 1-6 aylık bebeklerde spontan hareketlerini ivmeölçer ile değerlendirmiş ve yapay öğrenme algoritması kullanarak anormal (PR ve CS GMs, *Absent* FMS) ve normal GMA (Normal GMs ve FMs)'nin %80 doğrulukla (%70 sensitivite, %87 spesifite) tahmin edildiğini ifade etmişlerdir [85]. Bu çalışmada FMs ve WMs dönemlerin birlikte ele alınması ve PR GMs ve *Absent* FMs gibi SP tahminleme değeri oldukça farklı olan iki anormal GMA'nın aynı gruba dahil edilmesi sonuçların yorumlanmasını zorlaştırmıştır. Ayrıca GMT ve ivmeölçer kullanımının bazı dezavantajları klinik kullanım açısından endişe yaratmaktadır. Sensörlerin (ivmeölçer gibi) konforu etkilemesi ve hareket sırasında cilt üzerinde tespitinin zor olması [86, 89], GMT'nin ise özel kurulum ve değerlendirme şartlarının olması, video kayıtlarının

2D olması nedeniyle hareketlerdeki algılanması zor, küçük ve hızlı değişimlere yeterince hassas olmaması bazı dezavantajlardır [88, 98, 102, 103]. Bu tez çalışmasında ise GMA için yeni bir yöntem sunuldu ve Normal FMs ile *Absent* FMs sınıflandırılmasında diğer çalışmalarla kıyaslanabilir tahminleme değerleri elde edildi (%83 doğruluk, %85 sensitivite, %83 spesifite). Tahminleme modelinde anlamlı prediktör olarak yer alan ‘Anlık Hız R (Std) (hız değişkenliğinin)’ değişkenindeki artış ve azalış sırasıyla Normal FMs ve *Absent* FMs lehine yorumlandı. Bu sonuç, *Absent* FMs’teki azalmış değişkenliği [16, 17] destekler niteliktedir. Ayrıca; tahminleme modelindeki diğer bir anlamlı prediktör olan ve hareket kompleksitesini değerlendiren ‘Approximate Entropy R’ parametresindeki artışın, *Absent* FMs riskini artırdığı görüldü. Normal FMs’teki kompleksiteden farklı olarak, *Absent* FMs sergileyen bebeklerin kaotik karakterde hareket ettikleri sonucuna ulaşıldı.

5.2. Detaylı *General Movements* Değerlendirmesi

WMs dönem

GMOS; WMs dönemde, GMs kalitesinin detaylı değerlendirilmesinde kullanılan semi-kantitatif bir yöntemdir [18, 53]. Literatür incelendiğinde; GMOS’un nörogelişimsel sonuçlarla ilişkisini inceleyen çalışmaların yetersiz sayıda olduğu görüldü.

GMOS’un 8-18 puanlık eski bir versiyonunu kullanan bir çalışmada; GMOS ile 2.5 yaş kognitif ve dil gelişim puanlarının ilişkili olduğu belirtilmiştir [63]. Wang ve ark. ise; GMOS’un 12. aydaki SP ve motor gelişim geriliğini tahmin etme değerlerini incelenmiş, 17 ve daha küçük puanların SP’yi, 18-26 arasındaki puanların motor geriliği, 27-42 arasındaki puanların ise normal gelişimi tahmin ettiğini belirtmişlerdir [55]. GMOS’un SP tanısı, motor gelişim geriliği, kognitif ve dil gelişimi ile olan ilişkisi göz önüne alındığında, bu değerlendirmenin erken tanılama ve müdahale için kullanılmasının önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Literatürde; GMOS’un kantitatif bir çalışma ile ilişkilendirilmemiş olması dikkat çekicidir. Kantitatif yöntemlerin kullanım ve tekrarlanabilirliğin kolay olması, klinikte yaygın olarak kullanılabilmesi ve kullanıcı/gözlemciden bağımsız olması gibi avantajları, GMOS’un kantitatif bir yöntem ile tahminlenmesi ihtiyacını oluşturmuştur. Bu çalışmada sunulan kantitatif yöntemin, GMOS toplam puanı yaklaşık 1,1 puanlık hata ile tahminlediği

bulundu. GMOS'un gözlemsel değerlendirmesi ile uyumlu olan ve tahminleme modelinde anlamlı prediktör olarak yer alan 'Anlık Yol R (RMS) (katedilen mesafe-yol değişkenliği)' parametresi; GMOS'ta yüksek puan alan bebeklerin hareket amplitüdlerinin sabit bir ranjda olmadığını ve değişkenlik gösterdiğini işaret etti. Tahminleme modelindeki diğer bir anlamlı prediktör olan ve medio-lateral eksenindeki hareket amplitüdünü değerlendiren '%95 Elips küçük çap' parametresi ise; GMOS'ta yüksek puan alan bebeklerin daha geniş bir hareket ranjına sahip olduğunu gösterdi.

FMs dönem

MOS; FMs dönemde motor repertuarın semi-kantitatif bir değerlendirmesidir. Bu dönemdeki motor repertuar; FMs'in yanı sıra eşlik eden ve birlikte görülen diğer hareket ve postüral paternleri de içerir [56-58]. Literatürde; FMs dönemdeki motor repertuar ile SP ve MND tanı alma durumu ve motor, kognitif, dil-konuşma ve davranışsal performans ilişkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur.

Zang ve ark.; toplam MOS puanı ile 12. ay kaba ve ince motor gelişimin ilişkili olduğunu ve global GMA'nın yanı sıra motor repertuarın da değerlendirilmesinin anormal motor gelişimin saptanmasında faydalı olduğunu ifade etmişlerdir [74]. Bir başka çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş; MOS'un alt bölümleri olan *fidgety* hareketler, yaşa uygun motor repertuar ve hareket karakterinin 12. ay motor gelişimle ilişkili olduğu bulunmuştur [75].

Ferrari ve ark; FMs dönemde global GMA'nın yanı sıra motor repertuarın da değerlendirilmesinin, SP tanısı açısından GMA'nın sensitivite ve spesifitesini artırdığını bildirmişleridir [76]. Yang ve ark. ise; SP'li çocuklarda, motor repertuar ile fonksiyonel mobilite seviyesi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve MOS toplam puanı arttıkça, fonksiyonel seviyenin (GMFCS) daha iyi olduğunu bildirmişlerdir [77]. Einspieler ve ark. ise; motor repertuar değerlendirmesinin, SP'nin klinik fenotipiyle ilgili bilgi verdiğini vurgulamıştır. Asimetrik segmental hareketlerin unilateral SP'yi, sirküler kol hareketlerinin ise diskinetik SP'yi işaret ettiğini, ayrıca 14'ten büyük MOS değerlerinin GMFCS seviye I ve II ile, 8'ten küçük MOS değerlerinin ise GMFCS seviye IV ve V ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir [58].

Yuge ve ark.; 5 yaş tanı durumuna göre MOS puanlarını kıyaslamış ve normal gelişim gösteren bebekler ile anormal sonuç gösteren (SP, MND, ADHD) bebekler arasında MOS'un toplam ve tüm alt bölüm puanları arasında anlamlı fark olduğunu ifade etmişlerdir [56]. Hitzert ve ark; sağlıklı term doğan çocuklarda erken dönem motor repertuar ile 6 yaş sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemiş, MOS'un yaşa uygun motor repertuar ve postüral patern bölümlerinin kognitif performansla, hareket karakterinin ise davranışsal performansla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir [78].

Salavati ve ark ise; sağlıklı term doğan çocuklarda, erken dönem motor repertuar ile 5-10 yaş dil gelişimi ilişkisini incelemiş ve MOS toplam puanının dil-konuşma puanını tahmin ettiğini bulmuşlardır [79]. Bruggink ve ark; 7-11 yaş aralığındaki MND'li çocukların toplam MOS puanlarının SP'li gruptan daha yüksek, normal gruptan daha düşük olduğunu bulmuşlardır [57].

SP ve MND açısından riskli bebekleri inceleyen çalışmaların yanı sıra Down Sendromu (DS), Obstetrik Brakiyal Pleksus Lezyonu (OBPL) ve Kistik Fibrozis (KF) tanısı olan bebeklerin erken motor repertuarını inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Herrero ve ark; DS'li bebekler ile sağlıklı bebekler ve ileride SP tanısı alan bebeklerin erken dönem motor repertuarını kıyaslamış ve DS'li bebeklerin SP'den daha fazla, fakat sağlıklı bebeklerden daha az MOS toplam puana sahip olduğunu ifade etmişlerdir [82]. Kahraman ve ark.; OBPL'li bebekler ile sağlıklı bebekleri kıyaslamış ve OBPL'li bebeklerde bazı hareket ve postüral patern farklılıkları olsa da, gruplar arasında toplam MOS puanının farklı olmadığını bildirmişlerdir [83]. Tekerlek ve ark; KF'li bebekler ile sağlıklı bebeklerin erken dönem motor repertuarını kıyaslamış ve KF'li bebeklerin sağlıklı bebeklerden daha az MOS toplam ve FMs hareket puanına sahip olduğunu belirtmişlerdir [128].

MOS'un; ileri dönemdeki SP ve MND tanıları tahmin etmeye katkı sağladığı, SP'li çocukların fonksiyonel seviyelerinin öngörülmesinde önemli olduğu, kısa dönemde motor gelişim; uzun dönemde ise motor, kognitif, dil-konuşma ve davranışsal performansla ilişkili olduğu farklı çalışmalarda ortaya konmuştur. MOS'un kısa ve uzun dönem nörogelişimsel performanslarla olan ilişkisi göz önüne alındığında, bu değerlendirmenin erken tanılama ve müdahale için kullanılmasının önemi daha iyi anlaşılabacaktır.

Literatürde; MOS'un kantitatif bir yöntem ile tahminlenmesini ele alan bir çalışma olmaması ilgi çekicidir. Kantitatif yöntemlerin avantajları, MOS'un daha objektif ve otomatik bir yöntem ile tahminlenmesi ihtiyacını oluşturmuştur. Bu çalışmada sunulan kantitatif yöntemin, MOS toplam puanı yaklaşık 1,8 puanlık hata ile tahminlediği bulundu. MOS'un gözlemsel değerlendirilmesiyle uyumlu olan ve tahminleme modelinde anlamlı prediktör olarak yer alan parametrelerden 'Anlık Hız R (Std)' hız değişkenliğinin, 'Anlık hız R (Skewness)' smooth ve akıcı hareketin, 'Approximate entropy R' ise kompleksitenin MOS toplam puanının tahminine katkıda bulunduğunu gösterdi.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bebeklerde GMs değerlendirmesine (GMA) yönelik yeni bir kantitatif yöntem sunmak amacıyla yürütülen bu çalışmaya; *writhing* hareketler (WMs/0-6 hafta) döneminde olan 62 bebek, *fidgety* hareketler (FMs/9-20 hafta) döneminde olan 101 bebek dahil edildi. Spontan hareketleri değerlendirmek için kuvvet platformu üzerine sırt üstü yerleştirilen bebeklerin, üç dakikalık eş zamanlı video ve Center of Pressure (COP) hareket kaydı yapıldı. Video kayıtları Klasik (Gözlemsel) GMA (Prechtl Yöntemi) için , COP hareket verileri ise kütle merkezine ait kantitatif hareket parametrelerinin elde edilmesi için kullanıldı. Bu çalışmanın sonucunda, aşağıdaki sonuç ve öneriler elde edildi.

- 1- Ucuz, değerlendirme sırasında herhangi bir müdahale gerektirmeyen, kullanımı kolay, kullanıcı/gözlemciden bağımsız olan ve Klasik GMA'da kullanılan Gestalt algısıyla uyumlu olarak vücut bölümlerini ayrı ayrı değil tüm vücut hareketini ele alan bu yöntem; Normal GMs ile PR GMs'i, *Absent* FMs ile Normal FMs'i yaklaşık %80 sensitivite ve spesifite ile klinik olarak kabul edilebilir düzeyde sınıflandırdı. Ayrıca; GMOS ve MOS toplam puanını %5 gibi düşük bir hata oranı ile doğru tahminledi.
- 2- Klasik GMA'nın bazı dezavantajları göz önüne alındığında; bu çalışmada sunulan kantitatif yöntemin, Klasik GMA'ya alternatif olmasa da deneyimli GMA gözlemcilerinin/uzmanlarının bulunmadığı yenidoğan ve pediatrik takip kliniklerinde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu ve bunun anormal GMs sergileyen bebeklerin erken dönemde belirlenmesi ve erken müdahaleye yönlendirilmesi açısından fayda sağlayabileceği düşünüldü.
- 3- Kütle merkezi hareketinin değerlendirilmesine periyodisite gibi yeni ölçüm parametrelerinin eklenmesi ve Klasik GMA'nın tahminlenmesinde yapay zeka algoritmalarının kullanılması yöntemimizin sensitivite ve spesifite gibi tahminleme performans ölçütlerine katkı sağlayabilir.
- 4- Bu çalışmada; bazı anormal GMs paternleri, yetersiz örneklem (CS GMs (n:6), Kaotik GMs (n:0), anormal FMs (n:4)) nedeniyle lojistik regresyon tahminleme modellerinde yer almadı. Bu anormal GMs paternlerini sergileyen bebeklerin de dahil edildiği ve aynı bebeğin Preterm, WMs ve FMs dönemdeki GMs gidişatını ele alan longitudinal çalışmalara ihtiyaç vardır.

- 5- İlk sonuçlar ümit verici olsa da, sunulan bu yeni yöntemin geliştirilebilir ve uyarlanabilir olması amacıyla daha geniş örneklerde tahminleme gücünü incelemek ve farklı risk faktörlerine sahip popülasyonlarda uygulanabilirliğini değerlendirmek için ileri geçerlilik çalışmalarına ihtiyaç vardır.
- 6- Bu çalışmada; Klasik GMA sonuçları tahminlendi. İki-üç yaşdaki kesin SP tanısının tahminlenmesini ele alan longitudinal çalışmalar, bu yöntemin Klasik GMA'ya alternatif olabilme ihtimalini inceleyebilir.

KAYNAKLAR

1. Chawanpaiboon, S., Vogel, J. P., Moller, A.-B., Lumbiganon, P., Petzold, M., Hogan, D., Landoulsi, S., Jampathong, N., Kongwattanakul, K., and Laopaiboon, M. (2019). Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: a systematic review and modelling analysis. *The Lancet Global Health*, 7(1), 37-46.
2. Smid, M. C., Stringer, E. M., and Stringer, J. S. (2016). A worldwide epidemic: the problem and challenges of preterm birth in low-and middle-income countries. *American Journal of Perinatology*, 33(03), 276-289.
3. Purisch, S. E., and Gyamfi-Bannerman, C. (2017). Epidemiology of preterm birth. *In Seminars in Perinatology*, 41(7), 387-391.
4. Vogel, J. P., Chawanpaiboon, S., Moller, A.-B., Watananirun, K., Bonet, M., and Lumbiganon, P. (2018). The global epidemiology of preterm birth. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 52, 3-12.
5. Luu, T. M., Mian, M. O. R., and Nuyt, A. M. (2017). Long-term impact of preterm birth: neurodevelopmental and physical health outcomes. *Clinics in Perinatology*, 44(2), 305-314.
6. Rogers, C. E., Lean, R. E., Wheelock, M. D., and Smyser, C. D. (2018). Aberrant structural and functional connectivity and neurodevelopmental impairment in preterm children. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 10(1), 38.
7. Soleimani, F., Zaheri, F., Abdi, F. (2014). Long-term neurodevelopmental outcomes after preterm birth. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(6), e17965.
8. Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan, B., and Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 109, 8-14.
9. Blair, E., and Cans, C. (2018). *The definition of cerebral palsy*. C. P. Panteliadis (Ed.), In: *Cerebral palsy*, Basel: Springer, pp. 13-17.
10. Oskoui, M., Coutinho, F., Dykeman, J., Jetté, N., and Pringsheim, T. (2013). An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(6), 509-519.
11. Serdaroğlu, A., Cansu, A., Özkan, S., and Tezcan, S. (2006). Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(6), 413-416.
12. te Velde, A., Morgan, C., Novak, I., Tantsis, E., and Badawi, N. (2019). Early diagnosis and classification of cerebral palsy: an historical perspective and barriers to an early diagnosis. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1599.

13. Spittle, A., Orton, J., Anderson, P. J., Boyd, R., and Doyle, L. W. (2015). Early developmental intervention programmes provided post hospital discharge to prevent motor and cognitive impairment in preterm infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11, CD005495.
14. Spittle, A. J., Morgan, C., Olsen, J. E., Novak, I., and Cheong, J. L. (2018). Early diagnosis and treatment of cerebral palsy in children with a history of preterm birth. *Clinics in Perinatology*, 45(3), 409-420.
15. Kwong, A. K., Fitzgerald, T. L., Doyle, L. W., Cheong, J. L., and Spittle, A. J. (2018). Predictive validity of spontaneous early infant movement for later cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60(5), 480-489.
16. Einspieler, C., Prechtl, H. F., Ferrari, F., Cioni, G., and Bos, A. F. (1997). The qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants – review of the methodology. *Early Human Development*, 50(1), 47-60.
17. Einspieler, C., and Prechtl, H. F. (2005). Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 11(1), 61-67.
18. Einspieler, C., Marschik, P. B., Pansy, J., Scheuchenegger, A., Kriebler, M., Yang, H., Kornacka, M. K., Rowinska, E., Soloveichick, M., and Bos, A. F. (2016). The general movement optimality score: a detailed assessment of general movements during preterm and term age. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58(4), 361-368.
19. Lee, A. C., Panchal, P., Folger, L., Whelan, H., Whelan, R., Rosner, B., Blencowe, H., and Lawn, J. E. (2017). Diagnostic accuracy of neonatal assessment for gestational age determination: A systematic review. *Pediatrics*, 140(6), e20171423.
20. Harrison, M. S., and Goldenberg, R. L. (2016). Global burden of prematurity. In *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 21(2), 74-79.
21. Frey, H. A., and Klebanoff, M. A. (2016). The epidemiology, etiology, and costs of preterm birth. In *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 21(2), 68-73.
22. Williams, J. E., and Pugh, Y. (2018). The late preterm: a population at risk. *Critical Care Nursing Clinics*, 30(4), 431-443.
23. Duncan, A. F., and Matthews, M. A. (2018). Neurodevelopmental outcomes in early childhood. *Clinics in Perinatology*, 45(3), 377-392.
24. Blencowe, H., Lee, A. C., Cousens, S., Bahalim, A., Narwal, R., Zhong, N., Chou, D., Say, L., Modi, N., and Katz, J. (2013). Preterm birth-associated neurodevelopmental impairment estimates at regional and global levels for 2010. *Pediatric Research*, 74(1), 17.
25. Boychuck, Z., Bussi eres, A., Goldschleger, J., Majnemer, A., and Group, P. (2019). Age at referral for diagnosis and rehabilitation services for cerebral palsy: a scoping review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 61(8), 908-914.

26. Ismail, F. Y., Fatemi, A., and Johnston, M. V. (2017). Cerebral plasticity: windows of opportunity in the developing brain. *European Journal of Paediatric Neurology*, 21(1), 23-48.
27. Novak, I., Morgan, C., Adde, L., Blackman, J., Boyd, R. N., Brunstrom-Hernandez, J., Cioni, G., Damiano, D., Darrah, J., and Eliasson, A.-C. (2017). Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment. *Journal of the American Medical Association Pediatrics*, 171(9), 897-907.
28. Morgan, C., Romeo, D. M., Chorna, O., Novak, I., Galea, C., Del Secco, S., and Guzzetta, A. (2019). The pooled diagnostic accuracy of neuroimaging, general movements, and neurological examination for diagnosing cerebral palsy early in high-risk infants: a case control study. *Journal of Clinical Medicine*, 8(11), 1879.
29. Einspieler, C., Marschik, P. B., and Prechtl, H. F. (2008). Human motor behavior: Prenatal origin and early postnatal development. *Zeitschrift für Psychologie/Journal of Psychology*, 216(3), 147.
30. Lühinger, A. B., Hadders-Algra, M., Van Kan, C. M., and de Vries, J. I. (2008). Fetal onset of general movements. *Pediatric Research*, 63(2), 191-195.
31. Einspieler, C., Prayer, D., and Prechtl, H. R. F. (2012). Fetal behaviour: a neurodevelopmental approach. *Clinics in Developmental Medicine*, 189(1), 17-28.
32. Thelen, E. (1995). Origins of origins of motor control. *Behavioral and Brain Sciences*, 18(4), 780-783.
33. Prechtl, H. (1986). New perspectives in early human development. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 21(5-6), 347-355.
34. Peyton, C., and Einspieler, C. (2018). General Movements: A Behavioral Biomarker of Later Motor and Cognitive Dysfunction in NICU Graduates. *Pediatric Annals*, 47(4), 159-164.
35. Hadders-Algra, M. (2007). Putative neural substrate of normal and abnormal general movements. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 31(8), 1181-1190.
36. Einspieler, C., and Marschik, P. (2012). Central Pattern Generators and their significance for the foetal motor function. *Klinische Neurophysiologie*, 43(1), 16-21.
37. Prechtl, H. F. (1990). Qualitative changes of spontaneous movements in fetus and preterm infant are a marker of neurological dysfunction. *Early Human Development*, 23(3), 151-158.
38. Prechtl, H. F. (1997). State of the art of a new functional assessment of the young nervous system. An early predictor of cerebral palsy. *Early Human Development*, 50(1), 1-11.
39. Prechtl, H. F. (2001). General movement assessment as a method of developmental neurology: new paradigms and their consequences The 1999 Ronnie MacKeith Lecture. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43(12), 836-842.

40. Prechtl, H. F., Einspieler, C., Cioni, G., Bos, A. F., Ferrari, F., and Sontheimer, D. (1997). An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions. *The Lancet*, 349(9062), 1361-1363.
41. Mutlu, A. (2018). *Prechtl yöntemi ile preterm, term ve küçük bebeklerde "general movements"ın niteliksel değerlendirilmesi*. Ankara: Hipokrat Yayınevi, 5-45.
42. Touwen, B. C. (1990). Variability and stereotypy of spontaneous motility as a predictor of neurological development of preterm infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 32(6), 501-508.
43. van Kranen-Mastenbroek, V., van Oostenbrugge, R., Palmans, L., Stevens, A., Kingma, H., Blanco, C., Hasaart, T., and Vles, J. (1992). Inter-and intra-observer agreement in the assessment of the quality of spontaneous movements in the newborn. *Brain and Development*, 14(5), 289-293.
44. Hadders-Algra, M., Van den Nieuwendijk, A. W. K., Maitijn, A., and van Eykern, L. A. (1997). Assessment of general movements: towards a better understanding of a sensitive method to evaluate brain function in young infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39(2), 88-98.
45. Kakebeeke, T. H., von Siebenthal, K., and Largo, R. H. (1997). Differences in movement quality at term among preterm and term infants. *Neonatology*, 71(6), 367-378.
46. Dubowitz, L. M., Dubowitz, V., and Mercuri, E. (1999). *The neurological assessment of the preterm and full-term newborn infant*. Cambridge: Mac Keith Press, 85-105.
47. Prechtl, H. F. R. (2001). General movement assessment as a method of developmental neurology: new paradigms and their consequences. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 43(12), 836-842.
48. Einspieler, C., Marschik, P. B., Bos, A. F., Ferrari, F., Cioni, G., and Prechtl, H. F. R. (2012). Early markers for cerebral palsy: insights from the assessment of general movements. *Future Neurology*, 7(6), 709-717.
49. Einspieler, C., Peharz, R., and Marschik, P. B. (2016). Fidgety movements – tiny in appearance, but huge in impact. *Jornal de Pediatria*, 92(3), 64-70.
50. Prechtl, H. F. R., and Hopkins, B. (1986). Developmental transformations of spontaneous movements in early infancy. *Early Human Development*, 14(3-4), 233-238.
51. Ferrari, F., Frassoldati, R., Berardi, A., Di Palma, F., Ori, L., Lucaccioni, L., Bertoncelli, N., and Einspieler, C. (2016). The ontogeny of fidgety movements from 4 to 20 weeks post-term age in healthy full-term infants. *Early Human Development*, 103, 219-224.

52. Einspieler, C., Yang, H., Bartl-Pokorny, K. D., Chi, X., Zang, F.-F., Marschik, P. B., Guzzetta, A., Ferrari, F., Bos, A. F., and Cioni, G. (2015). Are sporadic fidgety movements as clinically relevant as is their absence?. *Early Human Development*, 91(4), 247-252.
53. Ustad, T., Evensen, K. A. I., Bertoncelli, N., Frassoldati, R., and Ferrari, F. (2017). Validity of the general movement optimality list in infants born preterm. *Pediatric Physical Therapy*, 29(4), 315-320.
54. Zorzenon, R. F. M., Takaara, L. K., and Linhares, M. B. M. (2019). General spontaneous movements in preterm infants differentiated by post-conceptual ages. *Early Human Development*, 134, 1-6.
55. Wang, Y., Zhu, P., Yang, Z., and Gu, G. (2020). Establishing an early identification score system for cerebral palsy based on detailed assessment of general movements. *Journal of International Medical Research*, 48(4), 0300060520902579.
56. Yuge, M., Marschik, P. B., Nakajima, Y., Yamori, Y., Kanda, T., Hirota, H., Yoshida, N., and Einspieler, C. (2011). Movements and postures of infants aged 3 to 5 months: to what extent is their optimality related to perinatal events and to the neurological outcome?. *Early Human Development*, 87(3), 231-237.
57. Bruggink, J. L., Einspieler, C., Butcher, P. R., Stremmelaar, E. F., Prechtl, H. F., and Bos, A. F. (2009). Quantitative aspects of the early motor repertoire in preterm infants: do they predict minor neurological dysfunction at school age?. *Early Human Development*, 85(1), 25-36.
58. Einspieler, C., Bos, A. F., Kriebler-Tomantschger, M., Alvarado, E., Barbosa, V. M., Bertoncelli, N., Burger, M., Chorna, O., Del Secco, S., and DeRegnier, R.A. (2019). Cerebral palsy: early markers of clinical phenotype and functional outcome. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1616.
59. Fjortoft, T., Einspieler, C., Adde, L., and Strand, L. I. (2009). Inter-observer reliability of the "Assessment of Motor Repertoire-3 to 5 Months" based on video recordings of infants. *Early Human Development*, 85(5), 297-302.
60. Song, Y. H., Chang, H. J., Shin, Y. B., Park, Y. S., Park, Y. H., and Cho, E. S. (2018). The validity of two neuromotor assessments for predicting motor performance at 12 months in preterm infants. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 42(2), 296.
61. Olsen, J. E., Allinson, L. G., Doyle, L. W., Brown, N. C., Lee, K. J., Eeles, A. L., Cheong, J. L., and Spittle, A. J. (2018). Preterm and term-equivalent age general movements and 1-year neurodevelopmental outcomes for infants born before 30 weeks' gestation. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60(1), 47-53.
62. Beccaria, E., Martino, M., Briatore, E., Podestà, B., Pomero, G., Micciolo, R., Espa, G., and Calzolari, S. (2012). Poor repertoire General Movements predict some aspects of development outcome at 2 years in very preterm infants. *Early Human Development*, 88(6), 393-396.

63. Kodric, J., Sustersic, B., and Paro-Panjan, D. (2010). Assessment of general movements and 2.5 year developmental outcomes: pilot results in a diverse preterm group. *European Journal of Paediatric Neurology*, 14(2), 131-137.
64. Spittle, A. J., Spencer-Smith, M. M., Cheong, J. L., Eeles, A. L., Lee, K. J., Anderson, P. J., and Doyle, L. W. (2013). General movements in very preterm children and neurodevelopment at 2 and 4 years. *Pediatrics*, 132(2), 452-458.
65. Sustersic, B., Sustar, K., and Paro-Panjan, D. (2012). General movements of preterm infants in relation to their motor competence between 5 and 6 years. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(6), 724-729.
66. Bruggink, J. L., Van Braeckel, K. N., and Bos, A. F. (2010). The early motor repertoire of children born preterm is associated with intelligence at school age. *Pediatrics*, 125(6), 1356-1363.
67. Burger, M., and Louw, Q. A. (2009). The predictive validity of general movements—a systematic review. *European Journal of Paediatric Neurology*, 13(5), 408-420.
68. Romeo, D. M. M., Guzzetta, A., Scoto, M., Cioni, M., Patusi, P., Mazzone, D., and Romeo, M. G. (2008). Early neurologic assessment in preterm-infants: integration of traditional neurologic examination and observation of general movements. *European Journal of Paediatric Neurology*, 12(3), 183-189.
69. Mazzone, L., Mugno, D., and Mazzone, D. (2004). The general movements in children with Down syndrome. *Early Human Development*, 79(2), 119-130.
70. Palchik, A. B., Einspieler, C., Evstafeyeva, I. V., Talisa, V. B., and Marschik, P. B. (2013). Intra-uterine exposure to maternal opiate abuse and HIV: the impact on the developing nervous system. *Early Human Development*, 89(4), 229-235.
71. Einspieler, C., Sigafoos, J., Bartl-Pokorny, K. D., Landa, R., Marschik, P. B., and Bölte, S. (2014). Highlighting the first 5 months of life: general movements in infants later diagnosed with autism spectrum disorder or Rett syndrome. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(3), 286-291.
72. Ploegstra, W. M., Bos, A. F., and de Vries, N. K. (2014). General movements in healthy full term infants during the first week after birth. *Early Human Development*, 90(1), 55-60.
73. De Vries, N., Erwich, J., and Bos, A. (2008). General movements in the first fourteen days of life in extremely low birth weight (ELBW) infants. *Early Human Development*, 84(11), 763-768.
74. Zang, F.-F., Yang, H., Han, Q., Cao, J.-Y., Tomantschger, I., Kriebler, M., Shi, W., Luo, D.-D., Zhu, M., and Einspieler, C. (2016). Very low birth weight infants in China: the predictive value of the motor repertoire at 3 to 5 months for the motor performance at 12 months. *Early Human Development*, 100, 27-32.

75. Adde, L., Thomas, N., John, H. B., Oommen, S., Vågen, R. T., Fjortoft, T., Jensenius, A. R., and Støen, R. (2016). Early motor repertoire in very low birth weight infants in India is associated with motor development at one year. *European Journal of Paediatric Neurology*, 20(6), 918-924.
76. Ferrari, F., Plessi, C., Lucaccioni, L., Bertoni, N., Bedetti, L., Ori, L., Berardi, A., Della Casa, E., Iughetti, L., and D'Amico, R. (2019). Motor and postural patterns concomitant with general movements are associated with cerebral palsy at term and fidgety age in preterm infants. *Journal of Clinical Medicine*, 8(8), 1189.
77. Yang, H., Einspieler, C., Shi, W., Marschik, P. B., Wang, Y., Cao, Y., Li, H., Liao, Y.G., and Shao, X.M. (2012). Cerebral palsy in children: movements and postures during early infancy, dependent on preterm vs. full term birth. *Early Human Development*, 88(10), 837-843.
78. Hitzert, M. M., Roze, E., Van Braeckel, K. N., and Bos, A. F. (2014). Motor development in 3-month-old healthy term-born infants is associated with cognitive and behavioural outcomes at early school age. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 56(9), 869-876.
79. Salavati, S., Einspieler, C., Vagelli, G., Zhang, D., Pansy, J., Burgerhof, J. G., Marschik, P. B., and Bos, A. F. (2017). The association between the early motor repertoire and language development in term children born after normal pregnancy. *Early Human Development*, 111, 30-35.
80. Fjortoft, T., Grunewaldt, K. H., Løhaugen, G. C. C., Mørkved, S., Skranes, J., and Evensen, K. A. I. (2013). Assessment of motor behaviour in high-risk-infants at 3 months predicts motor and cognitive outcomes in 10 years old children. *Early Human Development*, 89(10), 787-793.
81. Bruggink, J. L., Einspieler, C., Butcher, P. R., Van Braeckel, K. N., Prechtl, H. F., and Bos, A. F. (2008). The quality of the early motor repertoire in preterm infants predicts minor neurologic dysfunction at school age. *The Journal of Pediatrics*, 153(1), 32-39.
82. Herrero, D., Einspieler, C., Aizawa, C. Y. P., Mutlu, A., Yang, H., Nogolová, A., Pansy, J., Nielsen-Saines, K., Marschik, P. B., and Group, G. S. (2017). The motor repertoire in 3-to 5-month old infants with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 67, 1-8.
83. Kahraman, A., Mutlu, A. ve Livanelioglu, A. (2020). Assessment of motor repertoire in 3-to 5-month-old infants with obstetric brachial plexus lesion. *Pediatric Physical Therapy*, 32(2), 114-119.
84. Schroeder, A. S., Hesse, N., Weinberger, R., Tacke, U., Gerstl, L., Hilgendorff, A., Heinen, F., Arens, M., Dijkstra, L. J., and Rocamora, S. P. (2020). General Movement Assessment from videos of computed 3D infant body models is equally effective compared to conventional RGB video rating. *Early Human Development*, 144(104967).

85. Gao, Y., Long, Y., Guan, Y., Basu, A., Baggaley, J., and Ploetz, T. (2019). Towards reliable, automated general movement assessment for perinatal stroke screening in infants using wearable accelerometers. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 3(1), 1-22.
86. Marcroft, C., Khan, A., Embleton, N. D., Trenell, M., and Plötz, T. (2015). Movement recognition technology as a method of assessing spontaneous general movements in high risk infants. *Frontiers in Neurology*, 5, 284.
87. Adde, L., Helbostad, J. L., Jensenius, A. R., Taraldsen, G., and Støen, R. (2009). Using computer-based video analysis in the study of fidgety movements. *Early Human Development*, 85(9), 541-547.
88. Chambers, C., Seethapathi, N., Saluja, R., Loeb, H., Pierce, S., Bogen, D., Prosser, L., Johnson, M. J., and Kording, K. P. (2019). Computer vision to automatically assess infant neuromotor risk. *BioRxiv*, 756262, 1-25.
89. Hesse, N., Bodensteiner, C., Arens, M., Hofmann, U., Weinberger, R., and Schroeder, A. (2018). *Computer vision for medical infant motion analysis: state of the art and RGB-D data set*. European Conference on Computer Vision Workshops (ECCVW), September 8-14, Germany, 1-17.
90. Meinecke, L., Breitbach-Faller, N., Bartz, C., Damen, R., Rau, G., and Disselhorst-Klug, C. (2006). Movement analysis in the early detection of newborns at risk for developing spasticity due to infantile cerebral palsy. *Human Movement Science*, 25(2), 125-144.
91. Disselhorst-Klug, C., Heinze, F., Breitbach-Faller, N., Schmitz-Rode, T., and Rau, G. (2012). Introduction of a method for quantitative evaluation of spontaneous motor activity development with age in infants. *Experimental Brain Research*, 218(2), 305-313.
92. Miyagishima, S., Asaka, T., Kamatsuka, K., Kozuka, N., Kobayashi, M., Igarashi, R., Hori, T., Yoto, Y., and Tsutsumi, H. (2016). Characteristics of antigravity spontaneous movements in preterm infants up to 3 months of corrected age. *Infant Behavior and Development*, 44, 227-239.
93. Miyagishima, S., Asaka, T., Kamatsuka, K., Kozuka, N., Kobayashi, M., Igarashi, L., Hori, T., and Tsutsumi, H. (2018). Spontaneous movements of preterm infants is associated with outcome of gross motor development. *Brain and Development*, 40(8), 627-633.
94. Kanemaru, N., Watanabe, H., Kihara, H., Nakano, H., Nakamura, T., Nakano, J., Taga, G., and Konishi, Y. (2014). Jerky spontaneous movements at term age in preterm infants who later developed cerebral palsy. *Early Human Development*, 90(8), 387-392.
95. Kanemaru, N., Watanabe, H., Kihara, H., Nakano, H., Takaya, R., Nakamura, T., Nakano, J., Taga, G., and Konishi, Y. (2013). Specific characteristics of spontaneous movements in preterm infants at term age are associated with developmental delays at age 3 years. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(8), 713-721.

96. Adde, L., Helbostad, J., Jensenius, A. R., Langaas, M., and Støen, R. (2013). Identification of fidgety movements and prediction of CP by the use of computer-based video analysis is more accurate when based on two video recordings. *Physiotherapy Theory and Practice*, 29(6), 469-475.
97. Adde, L., Helbostad, J. L., Jensenius, A. R., Taraldsen, G., Grunewaldt, K. H., and Støen, R. (2010). Early prediction of cerebral palsy by computer-based video analysis of general movements: a feasibility study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(8), 773-778.
98. Adde, L., Yang, H., Sæther, R., Jensenius, A. R., Ihlen, E., Cao, J. Y., and Støen, R. (2018). Characteristics of general movements in preterm infants assessed by computer-based video analysis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 34(4), 286-292.
99. Orlandi, S., Raghuram, K., Smith, C. R., Mansueto, D., Church, P., Shah, V., and Chau, T. (2018). *Detection of atypical and typical infant movements using computer-based video analysis*. 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Honolulu, 3598-3601.
100. Philippi, H., Karch, D., Kang, K. S., Wochner, K., Pietz, J., Dickhaus, H., and Hadders-Algra, M. (2014). Computer-based analysis of general movements reveals stereotypies predicting cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 56(10), 960-967.
101. Støen, R., Songstad, N. T., Silberg, I. E., Fjortoft, T., Jensenius, A. R., and Adde, L. (2017). Computer-based video analysis identifies infants with absence of fidgety movements. *Pediatric Research*, 82(4), 665-670.
102. Ihlen, E. A., Støen, R., Boswell, L., de Regnier, R.A., Fjortoft, T., Gaebler-Spira, D., Labori, C., Loennecken, M. C., Msall, M. E., and Möinichen, U. I. (2020). Machine learning of infant spontaneous movements for the early prediction of cerebral palsy: a multi-site cohort study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(1), 5.
103. Tsuji, T., Nakashima, S., Hayashi, H., Soh, Z., Furui, A., Shibasaki, T., Shima, K., and Shimatani, K. (2020). Markerless measurement and evaluation of general movements in infants. *Scientific Reports*, 10(1), 1-13.
104. Baccinelli, W., Bulgheroni, M., Simonetti, V., Fulceri, F., Caruso, A., Gila, L., and Scattoni, M. L. (2020). Movidea: a software package for automatic video analysis of movements in infants at risk for neurodevelopmental disorders. *Brain Sciences*, 10(4), 203.
105. Raghuram, K., Orlandi, S., Shah, V., Chau, T., Luther, M., Banihani, R., and Church, P. (2019). Automated movement analysis to predict motor impairment in preterm infants: a retrospective study. *Journal of Perinatology*, 39(10), 1362-1369.
106. Marchi, V., Hakala, A., Knight, A., D'Acunzio, F., Scattoni, M. L., Guzzetta, A., and Vanhatalo, S. (2019). Automated pose estimation captures key aspects of General Movements at eight to 17 weeks from conventional videos. *Acta Paediatrica*, 108(10), 1817-1824.

107. Halek, J., Muckova, A., Svoboda, Z., Janura, M., Marikova, J., Horakova, K., Kantor, L., and Nemcova, N. (2015). Kinematic analysis of preterm newborns' spontaneous movements for postural activity assessment. *Biomedical Papers*, 159(4), 657-660.
108. Ohgi, S., Morita, S., Loo, K. K., and Mizuike, C. (2008). Time series analysis of spontaneous upper-extremity movements of premature infants with brain injuries. *Physical Therapy*, 88(9), 1022-1033.
109. Gravem, D., Singh, M., Chen, C., Rich, J., Vaughan, J., Goldberg, K., Waffarn, F., Chou, P., Cooper, D., and Reinkensmeyer, D. (2012). Assessment of infant movement with a compact wireless accelerometer system. *Journal of Medical Devices*, 6(2), 021013.
110. Heinze, F., Hesels, K., Breitbach-Faller, N., Schmitz-Rode, T., and Disselhorst-Klug, C. (2010). Movement analysis by accelerometry of newborns and infants for the early detection of movement disorders due to infantile cerebral palsy. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 48(8), 765-772.
111. Goodfellow, D., Zhi, R., Funke, R., Pulido, J. C., Mataric, M., and Smith, B. A. (2018). *Predicting infant motor development status using day long movement data from wearable sensors*. KDD Workshop in Machine Learning in Healthcare and Medicine, London, U.K., 1-5.
112. Bultmann, C.-S., Orlikowsky, T., Häusler, M., Trepels-Kotte, S., Disselhorst-Klug, C., and Schoberer, M. (2019). Spontaneous movements in the first four months of life: An accelerometric study in moderate and late preterm infants. *Early Human Development*, 130, 1-9.
113. Karch, D., Kang, K.S., Wochner, K., Philippi, H., Hadders-Algra, M., Pietz, J., and Dickhaus, H. (2012). Kinematic assessment of stereotypy in spontaneous movements in infants. *Gait & Posture*, 36(2), 307-311.
114. Kim, G., Ferdjallah, M., and Harris, G. F. (2009). Fast computational analysis of sway area using center of pressure data in normal children and children with cerebral palsy. *American Journal of Biomedical Sciences*, 1(4), 364-372.
115. Prieto, T. E., Myklebust, J. B., and Myklebust, B. (1993). Characterization and modeling of postural steadiness in the elderly: a review. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 1(1), 26-34.
116. Dusing, S. C., Kyvelidou, A., Mercer, V. S., and Stergiou, N. (2009). Infants born preterm exhibit different patterns of center-of-pressure movement than infants born at full term. *Physical Therapy*, 89(12), 1354-1362.
117. Zakeri, L., Jamebozorgi, A. A., and Kahlaee, A. H. (2017). Correlation between center of pressure measures driven from Wii Balance Board and force platform. *Asian Journal Sports Medicine*, 8(3), 55436.
118. Vaughan, C. (1999). Kistler force plate formulae. *Kistler (Ed.)*, 5-75.

119. Salavati, M., Hadian, M. R., Mazaheri, M., Negahban, H., Ebrahimi, I., Talebian, S., Jafari, A. H., Sanjari, M. A., Sohani, S. M., and Parnianpour, M. (2009). Test-retest reliability of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait & Posture*, 29(3), 460-464.
120. Bickley, C., Linton, J., Sullivan, E., Mitchell, K., Slota, G., and Barnes, D. (2019). Comparison of simultaneous static standing balance data on a pressure mat and force plate in typical children and in children with cerebral palsy. *Gait & Posture*, 67, 91-98.
121. Prieto, T. E., Myklebust, J. B., Hoffmann, R. G., Lovett, E. G., and Myklebust, B. M. (1996). Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 43(9), 956-966.
122. Hayran, M. (2011). *Sağlık araştırmaları için temel istatistik*. Omega Araştırma, 50-450.
123. Barton, B. and Peat, J. (2014). *Medical statistics: A guide to SPSS, data analysis and critical appraisal*, John Wiley & Sons,
124. Stergiou, N. and Decker, L. M. (2011). Human movement variability, nonlinear dynamics, and pathology: is there a connection? *Human movement science*, 30(5), 869-888.
125. Stergiou, N., Harbourne, R. T., Cavanaugh, J. T. (2006). Optimal movement variability: a new theoretical perspective for neurologic physical therapy. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 30(3), 120-129.
126. Ferrari, F., Cioni, G., Einspieler, C., Roversi, M. F., Bos, A. F., Paolicelli, P. B., Ranzi, A., and Prechtl, H. F. (2002). Cramped synchronized general movements in preterm infants as an early marker for cerebral palsy. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 156(5), 460-467.
127. Machireddy, A., Van Santen, J., Wilson, J. L., Myers, J., Hadders-Algra, M. and Song, X. (2017). *A video/IMU hybrid system for movement estimation in infants*. 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 730-733.
128. Tekerlek, H., Mutlu, A., Inal-Ince, D., Livanelioglu, A., Kahraman, A., Eryilmaz-Polat, S., Karakaya, J. ve Ozcelik, U. (2020). Motor repertoire is age-inadequate in infants with cystic fibrosis. *Pediatric Research*, 1-6.
129. Dusing, S. C., Izzo, T. A., Thacker, L. R., & Galloway, J. C. (2014). Postural complexity differs between infant born full term and preterm during the development of early behaviors. *Early human development*, 90(3), 149-156.
130. Dusing, S., Mercer, V., Yu, B., Reilly, M., & Thorpe, D. (2005). Trunk position in supine of infants born preterm and at term: an assessment using a computerized pressure mat. *Pediatric Physical Therapy*, 17(1), 2-10.

131. Waldmeier, S., Grunt, S., Delgado-Eckert, E., Latzin, P., Steinlin, M., Fuhrer, K., & Frey, U. (2013). Correlation properties of spontaneous motor activity in healthy infants: a new computer-assisted method to evaluate neurological maturation. *Experimental brain research*, 227(4), 433-446.

EKLER

EK-1. Etik Komisyon Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 11.07.2019-E.86936



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Ölçme Değerlendirme Etik Alt Çalışma Grubu



Sayı : 91610558-302.08.01-
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 13/05/2019 tarihli ve 14574941-302.99-E.60448 sayılı yazı.

İlgi yazınız ile göndermiş olduğunuz, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı **Doktora Öğrencisi Halil İbrahim ÇELİK'in, Doç.Dr.Bülent ELBASAN'ın danışmanlığında yürüttüğü "Motor Gelişimin Değerlendirilmesinde Center of Pressure Analiz Yönteminin Kullanılması: General Movements Karşılaştırmalı Bir Çalışma"** adlı tez çalışması ile ilgili konu Kurulumuzun **26.06.2019** tarih ve **07** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

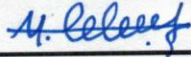
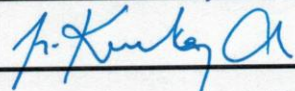
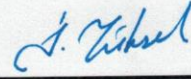
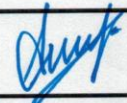
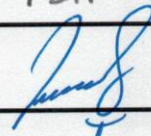
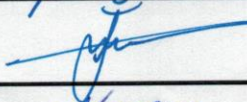
e-imzalıdır
Prof. Dr. Mehtap ÇAKAN
Kurul Başkanı

Araştırma Kod No: 2019-210

Ek: 1 Liste



EK-1. (devam). Etik Komisyon Onayı

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ÖLÇME DEĞERLENDİRME ETİK ALT ÇALIŞMA GRUBU KATILIM LİSTESİ	
TOPLANTI TARİHİ : 26/06/2019	
TOPLANTI SAYISI : 07	
ADI-SOYADI	İMZA
Prof. Dr. Mehtap ÇAKAN Başkan	
Doç.Dr.İsmail KARAKAYA Başkan Yrd.	
Prof.Dr.Galip YÜKSEL	KATILAMADI
Prof.Dr.İsmet YÜKSEL	
Prof.Dr.Seçil ÖZKAN	KATILAMADI
Prof.Dr.Cevriye Temel GENCER	KATILAMADI
Prof.Dr. C. Haluk BODUR	
Prof.Dr.İbrahim DOĞAN	KATILAMADI
Prof.Dr.Aymelek GÖNENÇ	
Doç.Dr.Nihan KAFA	İZİNLI
Doç.Dr.Zehra GÖÇMEN BAYKARA	
Doç.Dr.İlyas OKUR	
Doç.Dr.Necdet KARASU	

EK-2. Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU

Rev-3
19.12.2017

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan 26.06.2019 tarih / 2019-210 sayı ile izin alınan* ve Halil İbrahim Çelik'in, Doç. Dr. Bülent Elbasan'ın danışmanlığında yürüttüğü "Motor gelişimin değerlendirilmesinde Center of Pressure analiz yönteminin kullanılması: General Movements karşılaştırmalı bir çalışma" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

*Gazi Üniversitesi Etik Komisyon izni alındıktan sonra doldurularak kullanılacaktır.

Araştırmanın Amacı	Bebeklerde, hareket gelişimini değerlendirmede kullanılacak yeni bir yöntemin uygunluğunu araştırmak.
Araştırmanın Yöntemi	Bebeklerin görüntü kaydı yapılacak ve sırtüstü hareketleri sırasında hareketleri bilgisayar destekli cihaz ve kamera ile kaydedilecektir. Bu iki değerlendirme de araştırmacılar tarafından yapılacak ve bebeğinizin motor gelişimi hakkında bilgi verecektir. Ebeveyn olarak sizin doldurmanız gereken herhangi bir form bulunmamaktadır. Kamera kaydı ile yapacağımız değerlendirme olan general movements değerlendirmesinde; 3 dakika süren, bebeğin motor hareketleri hakkında bilgi veren, bebeğinize herhangi bir müdahalenin bulunmadığı bir değerlendirmedir. Diğer değerlendirmede bilgisayar destekli bir cihaz kullanılacak kütle merkezinin hareketi yani center of pressure değerlendirmesi yapılacaktır. Bu değerlendirmede, bebeğinize herhangi bir müdahalede bulunulmayacak ve bebeğinizin 3 dakika boyunca normal hareketleri cihaz tarafından kaydedilecektir.
Araştırmanın Öngörülen Süresi (Başlama ve Bitiş Tarihi)	01.07.2019-01.12.2020
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	60
Araştırmanın Yapılacağı Yerler	-Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü ,Pedatrik Rehabilitasyon Ünitesi - Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	3 dakikalık görüntü kaydı alınacaktır.

Tablo katılımcıların anlayabileceği biçimde, akademik dil kullanılmadan yazılacaktır.

KATILIMCI BEYANI

Yukarıda amacı ve içeriği belirtilen bu araştırma ile ilgili bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Araştırma yürütücüsü (Tez çalışmalarında Danışman tarafından imzalanacaktır.)

Adı ve Soyadı	Doç. Dr. Bülent Elbasan	Tarih ve İmza
Adres ve telefonu	Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü-03122162612	
Katılımcı		
Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		
Velayet veya Vesayet Altındaki Katılımcılar için Veli/Vası		
Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

EK-3. Detaylı General Movements Değerlendirmesi

Detailed Assessment of General Movements (GMs)
During Preterm and Term Age

Name		Date of Birth	
Recording Date		Postmenstrual Age weeks	
Behavioural State (Coincidence)		☐ State 2 (Active Sleep) ☐ State 4 (Active Wakefulness)	
Global Assessment	☐ Normal	Sequence	☐ 2 variable
	☐ Poor Repertoire		☐ 1 monotonous and/or broken
☐ Cramped-Synchronised	☐ 0 synchronised		
☐ Hypokinetic	☐ Chaotic		☐ 0 disorganised

Detailed Scoring

	Neck	Trunk
	☐ 2 involved in the sequence ☐ 1 hardly or not involved	☐ 2 fluent and elegant rotations ☐ 1 just a few rotations ☐ 0 almost no rotations
	Upper Extremities	Lower Extremities
Amplitude	☐ 2 variable, full range ☐ 1 predominantly small range ☐ 1 predominantly large range ☐ 1 neither small nor large but monotonous	☐ 2 variable, full range ☐ 1 predominantly small range ☐ 1 predominantly large range ☐ 1 neither small nor large but monotonous
Speed	☐ 2 variable ☐ 1 monotonously slow ☐ 1 monotonously fast ☐ 1 neither small nor fast but monotonous	☐ 2 variable ☐ 1 monotonously slow ☐ 1 monotonously fast ☐ 1 neither small nor fast but monotonous
Spatial range	☐ 2 full space variably used ☐ 1 limited space ☐ 0 in one plane only	☐ 2 full space variably used ☐ 1 limited space ☐ 0 lifted-released
Proximal rotatory components	☐ 2 present, fluent and elegant ☐ 1 just a few rotations ☐ 0 almost no rotations	☐ 2 present, fluent and elegant ☐ 1 just a few rotations ☐ 0 almost no rotations
Distal rotatory components	☐ 2 present, fluent and elegant ☐ 1 just a few rotations ☐ 0 almost no rotations	☐ 2 present, fluent and elegant ☐ 1 just a few rotations ☐ 0 almost no rotations
Onset	☐ 2 smooth and fluctuating ☐ 1 minimal fluctuations ☐ 0 predominantly abrupt	☐ 2 smooth and fluctuating ☐ 1 minimal fluctuations ☐ 0 predominantly abrupt
Offset	☐ 2 smooth and fluctuating ☐ 1 minimal fluctuations ☐ 0 predominantly sudden release	☐ 2 smooth and fluctuating ☐ 1 minimal fluctuations ☐ 0 predominantly sudden release
Tremulous movements	☐ 2 absent ☐ 1 unilaterally present ☐ 0 bilaterally present	☐ 2 absent ☐ 1 unilaterally present ☐ 0 bilaterally present
Cramped components	☐ 2 absent ☐ 1 occasionally present ☐ 0 predominantly present	☐ 2 absent ☐ 1 occasionally present ☐ 0 predominantly present
Optimality subscores	Upper extremities (max 18) Neck and Trunk (max 4)	Lower extremities (max 18) Sequence (max 2)
GM Optimality Score (max. 42)		

EK-4. Motor Repertuar Değerlendirmesi

The Motor Optimality Score for 3- to 5-Month-Old Infants – Revised

Christa Einspieler and Arie Bos for the GM Trust 2000, 2019



Name:

Date of Birth: Gestational Age at Birth: Birth Weight:

Recording Date: _____ Postmenstrual / Postterm Age: _____

Fidgety Movements (N, normal; A, atypical):

N Fidgety Movements **A** Abnormal Exaggerated

A Absent

N A Sporadic (age-specific)

Observed Movement Patterns (N, normal; A, atypical):

 normal  atypical

N	A	Swipes	N	A	Hand-to-Mouth Contact
N	A	Wiggling-Oscillating	N	A	Hand-to-Hand Contact
N	A	Kicking	N	A	Fiddling
N	A	Excitement Bursts	N	A	Reaching
N	A	Smiles	N	A	Foot-to-Foot Contact
N	A	Mouth Movements	N	A	Legs Lift
	A	Tongue Movements	N		Hand-to-Toe Contact
N	A	Side-to-Side Movements of the Head		A	Segmental Movements of Fingers and Wrists

- N A Arching
- N A Rolling to Side
- N A Visual Exploration
- N Hand Regard
- N A Head Anteflexion
- A Circular Arm Movements
- A Almost No Leg Movements
- A

add

Observed Postural Patterns (N, normal; A, atypical):

|| normal || atypical

N	A	Head Centered	N	A	Variability of Finger Postures
N	A	Body Symmetry		A	Predominant Fisting
N	A	Asymmetric Tonic Neck (ATN) Posture		A	Synchronized Opening and Closing of Fingers
	A	Flat Posture		A	Finger Spreading
				A	Asymmetry of Finger Post.

- A Hyperextension of Neck
- A Hyperextension of Trunk
- A Extended Arms
- A Extended Legs

add

Movement Character:

N	Smooth and Fluent	A	Stiff
A	Monotonous	A	Tremulous
A	Jerky	A	Cramped-Synchronized

- A Predominantly Slow
- A Predominantly Fast

add

Motor Optimality List:

i.	Fidgety Movements + ++, * **	normal	☐	12
		abnormal exaggerated	☐	4
	±	absent / sporadic	☐	1
ii.	Observed Movement Patterns	N > A	☐	4
		N = A	☐	2
		N < A	☐	1
iii.	Age-Adequate Movement Repertoire	present	☐	4
		reduced	☐	2
	(do not consider fidgety movements)	absent	☐	1
iv.	Observed Postural Patterns	N > A	☐	4
		N = A	☐	2
		N < A	☐	1
v.	Movement Character	smooth and fluent	☐	4
		abnormal but not CS	☐	2
		cramped-synchronized (CS)	☐	1

Motor Optimality Score (MOS):

from 28 to 5

11/11/2019

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇELİK, Halil İbrahim
 Uyuğu : Türkiye Cumhuriyeti
 Doğum tarihi ve yeri : 08.03.1991, Karaman
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0541 674 62 16
 e-mail : fizyoterapist70@gmail.com



Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi/ Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	2020
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/ Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	2016
Lisans	Hacettepe Üniversitesi	2013
Lise	Aksaray Abdülhamid Han Fen Lisesi	2009

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Celik, H. I., Elbasan, B., Gucuyener, K., Kayihan, H., ve Huri, M. (2018). Investigation of the relationship between sensory processing and motor development in preterm infants. *American Journal of Occupational Therapy*, 72(1).
2. Celik, H. I., Elbasan, B., Gucuyener, K., Kayihan, H., ve Meral, H. U. R. İ. (2018). Preterm ve term bebeklerde duyuşal işleme becerisinin incelenmesi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 29(2), 31-36.
3. Yildiz, A., Yildiz, R., Celik, H. I., Manzak, O. F., ve Elbasan, B. (2020). Construct and discriminative validity and reliability of the Selective Control of the Upper Extremity Scale (SCUES) in children with unilateral cerebral palsy. *Physiotherapy Theory and Practice*, 1-9.
4. Bezgin, S., Uzun-Akkaya, K., Çelik, H.İ., Duyan-Çamurdan, A., ve Elbasan, B. (2020). Investigation of the effects of using a baby walker on trunk control and motor development. *Türk Pediatri Ars. (Baskıda)*.
5. Celik, H. I., Elbasan, B., Gucuyener, K., Kayihan, H., ve Huri, M. (2017). Investigation of sensory processing skills in preterm and term infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59(3), 104-105.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..