

MEKANİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Uzunluk Ölçümü
Zaman Ölçümü.
Açı Ölçümü
Kütlenin Belirlenmesi

ELEKTRONİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

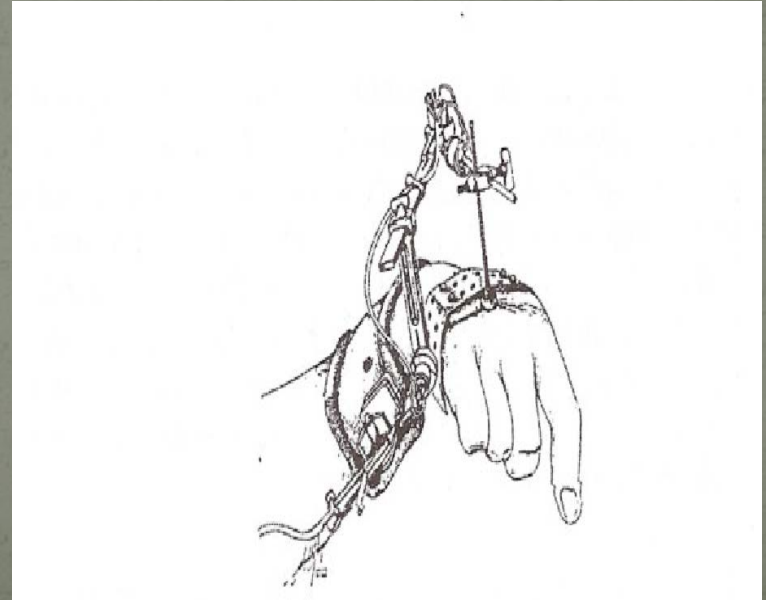
Açı Ölçümü
Zaman Ölçümü
Hız Ölçümü
İvme Ölçümü

Açı Ölçümü

Mekanik açı ölçümüne karşın, elektronik açı ölçer

* Goniometre dönen potansiyometre açı-zaman sürekli ölçümüne olanak verir. Uygulama hareketlerin düzlemiyle sınırlıdır.

* Üç boyutlu açı değişimlerinde ya da optik ulaşılamaz hareketlerde özel bükülebilir goniometreler kullanılır



Zaman Ölçümü: Ölçülen diğer büyüklüklerden birini zamanın işlevi olarak örneğin;

kuvvet ölçümünde dayanma evresinin, çok kısa sürelerle elde edilmesine olanak verir.

Bunu elektronik kapılar şeklindeki zaman ölçerler bilinen kronometrelerden daha etkin şekilde sağlar.



Hız Ölçümü

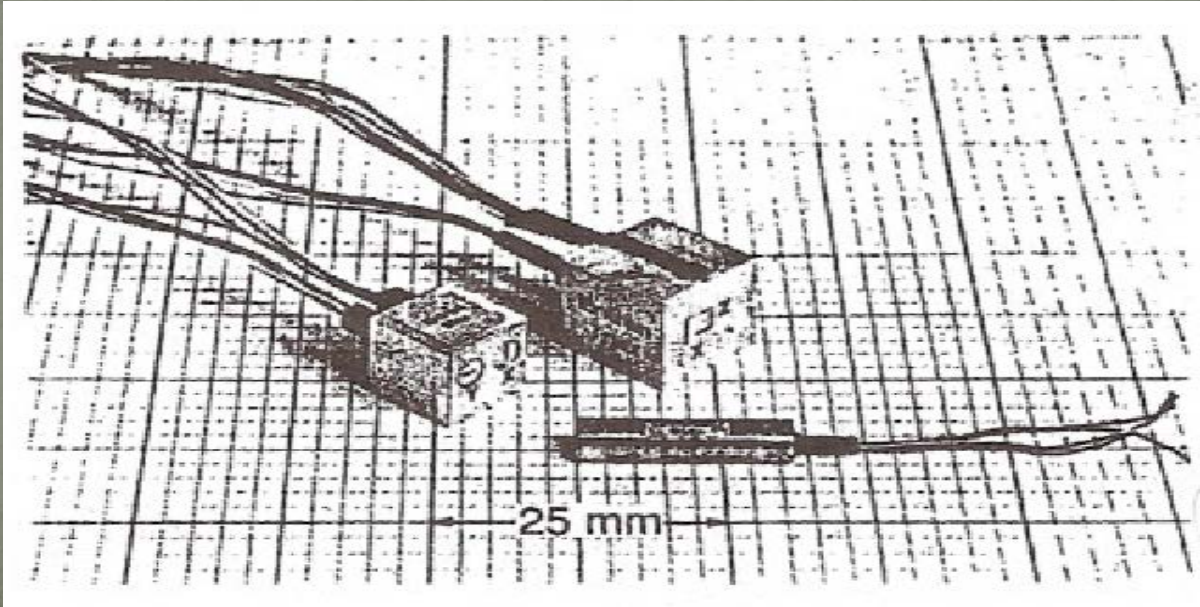
Ultrases-hız ölçümü;
Akustik dopler-efektine dayanır.

Eğer bir ses kaynağı sakin duran bir gözlemciden uzaklaşıyorsa ya da ona doğru hareket ediyorsa gözlemcinin bulunduğu yere göre değişen bir ses tonu (yüksekliği) yayınlar, bu da kaynağın hızını orantılı (proportyonel) olarak belirler.

İvme Ölçümü

- ivme ölçümü Newton'un II. Yasasına dayanır ($F= m.a$)
- Hızın birinci dereceden türevi olan ivme matematik işlemin yanı sıra elektronik bir yöntem olan ivme ölçerlerle (**accelerometer**) doğrudan ölçülebilir.

Gövde hızlandıkça, eylemsizlik nedeniyle kütle geride kalır ve kiriş ya da çıkma yay deforme olur, şekli bozulur.



* Spor hareketlerindeki araştırmalarda kullanılan ivme ölçerlerde bir çevirici (transdüzer) kullanılır.

* Gerilmeye ayarlı ivme ölçerler genellikle bir çip ya da silikon kristal şeklinde olup **piezo-dirençli**dir.

- yer çekimine duyarlıdırlar
- çıktıları ölçülen ivmenin ve yer çekimi ivmesinin vektörel toplamıdır
- yer çekimi etkisini düzeltmek için bağlandıkları vücut bölgesinin yönelimini bilmek gerekir.

Piezo-elektrik aygıtlar ise **yer çekiminden etkilenmezler**, fakat buna karşın **yavaş hareketlere duyarlı değildirler**.

Basit ve doğrusal hareketler için tek bir ivme ölçer yeterli olabilir.

Ancak ivme vektörünün **üç bileşenini** kayıt etmek için **üç eksenli ivme ölçerler** kullanılır.

- önceden kurulmuş
- birbirine dik üç adet ivme ölçerden oluşur.
- Vücudun bir bölgesine yerleştirildiğinde ölçülen ivme, ivme ölçerin vücuttaki konumuna bağlıdır.
- Söz konusu vücut bölgesinin hem öteleme hem de dönme hareketinden kaynaklanan ivmeyi kapsar.

Dönme ivmesi; ilgili bölgenin **açısal ivmesi** ve **açısal hızı** ile ilgilidir.

İvme ölçerler, çok yüksek frekans tepki özellikleri ile birlikte sürekli ve doğrudan bir ivme ölçümü sağlarlar.

- Piezodirençli araçlar için 0 ile 1000 Hz., piezoelektrik araçlar ise 0 ile 5000 Hz. arasında tipik rakamlar verilmektedir.
- Bu araçlar genellikle önceden kalibre edilmiş ve çok doğru ölçümler veren yüksek duyarlılıktaki aletlerdir.
- Bu tür araçlarla kaydedilen ivme değerleri; kinematografik, videografik ya da opto-elektronik araçlardan çok daha doğrudur.

İdeal olanı;

bu araçların, birçok spor hareketlerinin analizinde mümkün olmasa bile, **doğrudan kemiğe monte** edilmesidir. ivme ölçerle yumuşak doku arasındaki hareketlilik yüzünden, deriye monte edilen ivme ölçerlerden hatalar kaynaklanabilir.

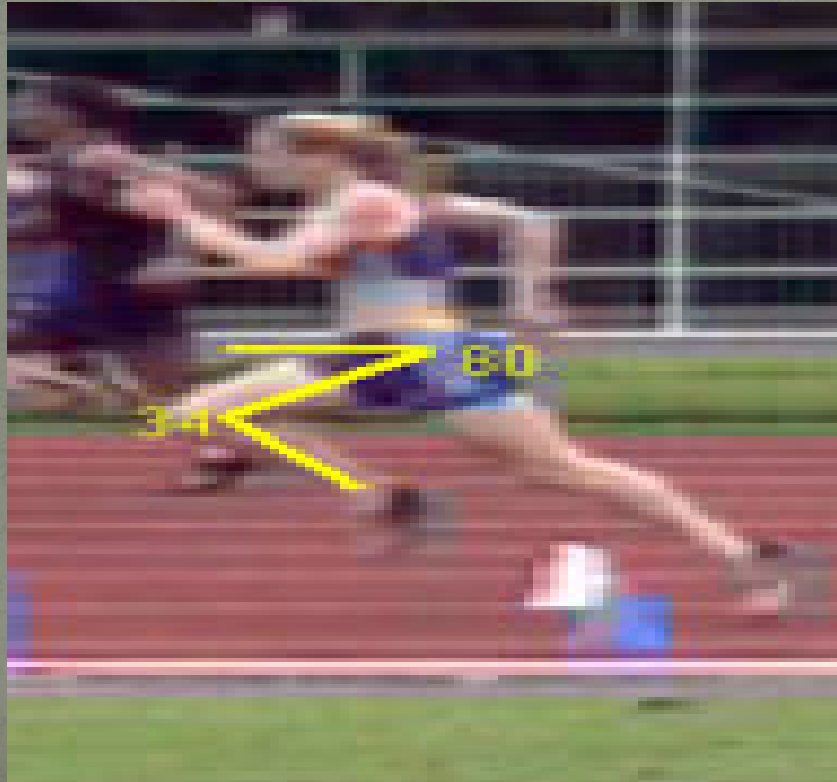
Spor biyomekaniğinde kullanılan birçok ivme ölçer çok hafif olmasına rağmen, kabloların yerleştirilmesi ve diğer araçların yerleştirilmesi performansı etkileyebilir. Aracın sporcuya takılması, ona rahatsızlık verebilir.

* İvme ölçerler, değerli bir araştırma aracı olmasına karşın oldukça pahalı araçlardır.

* İvme ölçer belki de spor biyomekaniğinde, kullanım açısından bakıldığında, diğer ölçme teknikleri içinde en zor olanıdır.

Optik Ölçüm Yöntemleri

- **Tek Resimli Yöntem** (Fotograf, Kronosiklo fotoğraf, impuls ışık fotoğrafı)
- **Kimyasal Kayıt** (Seri Fotoğraf, Kinematoğraf)
- **Fotoelektrik Kayıt** (Videograf, Özel Yöntemler)



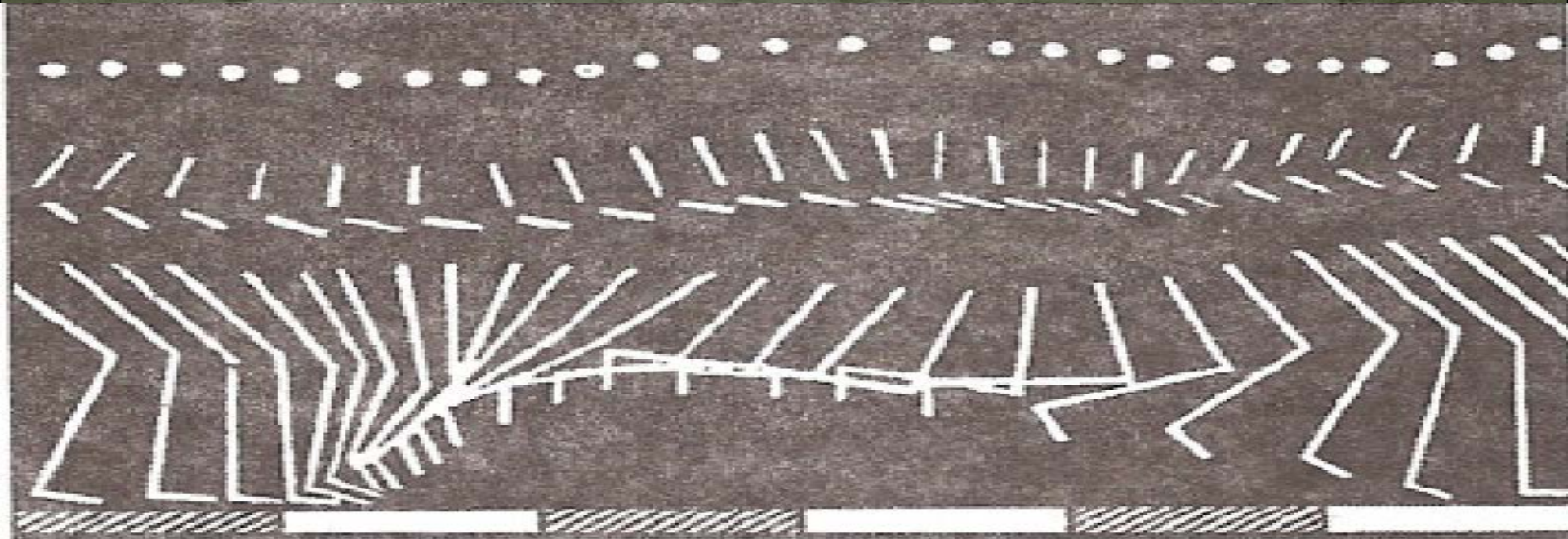
Tek Fotoğraf yöntemlerinde olay her defasında film üzerine fotoğraf olarak kaydedilir. Bu yöntemler:

1) Fotoğraf Tekniği:

Bu yöntemde hareket belirli bir anda (örneğin; topa dokunma anında) küçük resim (Leica format-24 x 36 mm) ya da orta boy (60 x 60 mm) olarak kaydedilir.

2) Kronosiklofotoğraf Tekniği:

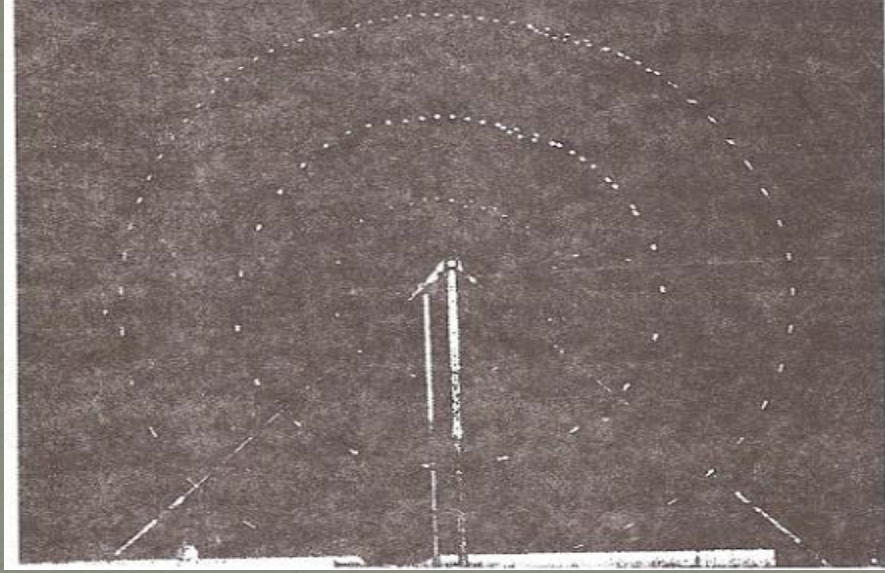
Karanlık ortamda açık kamera objektifi önünde değişik yerlerine ışık kaynakları yerleştiren nesnenin hareket akışı negatif film üzerine kaydedilir. Makineye yerleştirilmiş delikli bir disk sabit hızla döner. Işık kaynağından gelen ışınlar film emülsiyonu üzerine etki eder. Böylece eşit zaman aralıklarıyla görüntü kaydedilmiş olur.



Kronosiklo Fotoğraf Tekniğiyle yapılmış koşu hareketinden bir kayıt 6rneği

3) İmpuls Fotoğraf (Işık izi) Tekniği:

Bu yöntem; kayıt sırasında kamera objektifinin açık olduğu bir yöntemdir. Kayıta zaman hakkındaki bilgiler belirli zaman aralıklarıyla yanıp-sönen sporcunun üzerine yerleştirilen bir ışık kaynağından (örneğin: infrarot diyotlardan) elde edilir.



Artistik cimnastikte devir hareketinin impuls fotoğraf tekniği ile kaydı

Bu iki yöntemde (kronosiklofotoğraf ve impuls fotoğraf) iyi bir yer-zaman ölçümü olanağı sağlarken, **karanlık bir ortamda** uygulanması bunların **ancak labarotuarda** geçerli olabileceğini ortaya koymaktadır.

II – Kimyasal Kayıt Yöntemi

1) **Seri Fotoğraf Yöntemi:** Bu yöntemde hareket, zaman olarak birbirini takip eden çeşitli birçok fotoğraf olarak kaydedilir. Görüntü bir filmin emilsiyonu üzerine (fotokimyasal olarak) kaydedilir.

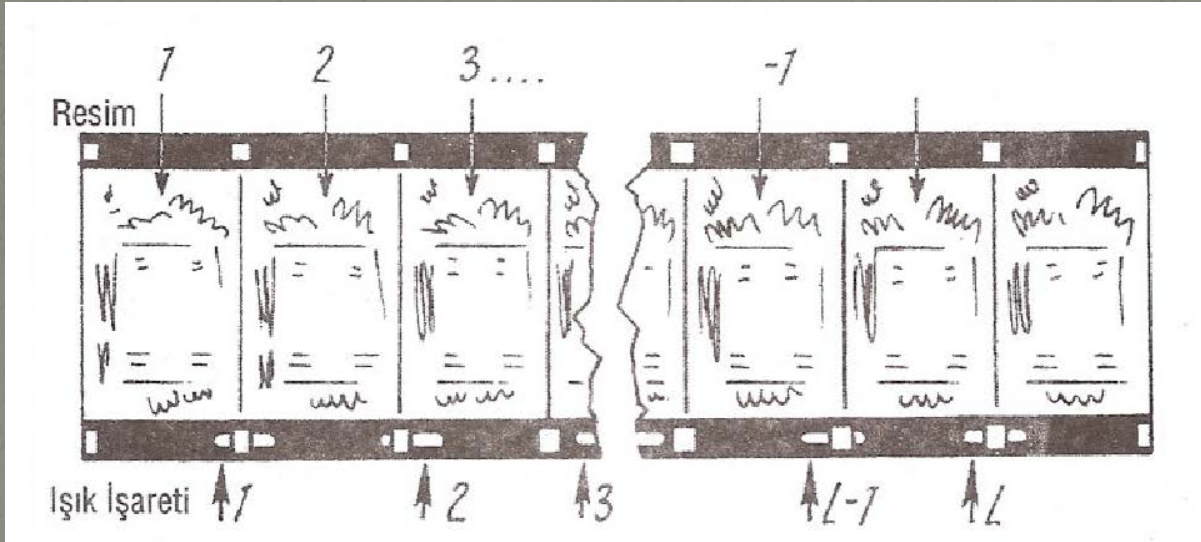
* sürekli filmi çevirmek amacıyla zemberekli ya da elektrikle çalışan bir motoru olan fotoğraf kameraları kullanılır.

* saniyede 3 ile 12 arasında karenin çekildiği seri fotoğraflar elde edilir.

* Buradan **yalnız yavaş hareketlerde** analitik yöntemle kullanılabilen veriler elde edilir.

2) Kinematografi Yöntemi:

- Bu yöntem için sporda daha çok süper 8, 16 mm ve 35 mm film kameraları kullanılır.
- Bu kameralarda kısmen zemberekli, ama çoğunlukla motor ile çekim frekansı 10 ile 40.000 Hz arasında hız düzenlenir.
- Doğru zaman akışı; film yüzeyinin dışında, impuls yöntemiyle küçük ampullerden kaydedilmiş ışık işaretleriyle saptanır



Kinematografi Tekniğinde Küçük Ampul Işıklarıyla Film Üzerinde Zaman Aralığını İşaretleme Tekniği

II – Fotoelektrik Kayıt Yöntemi

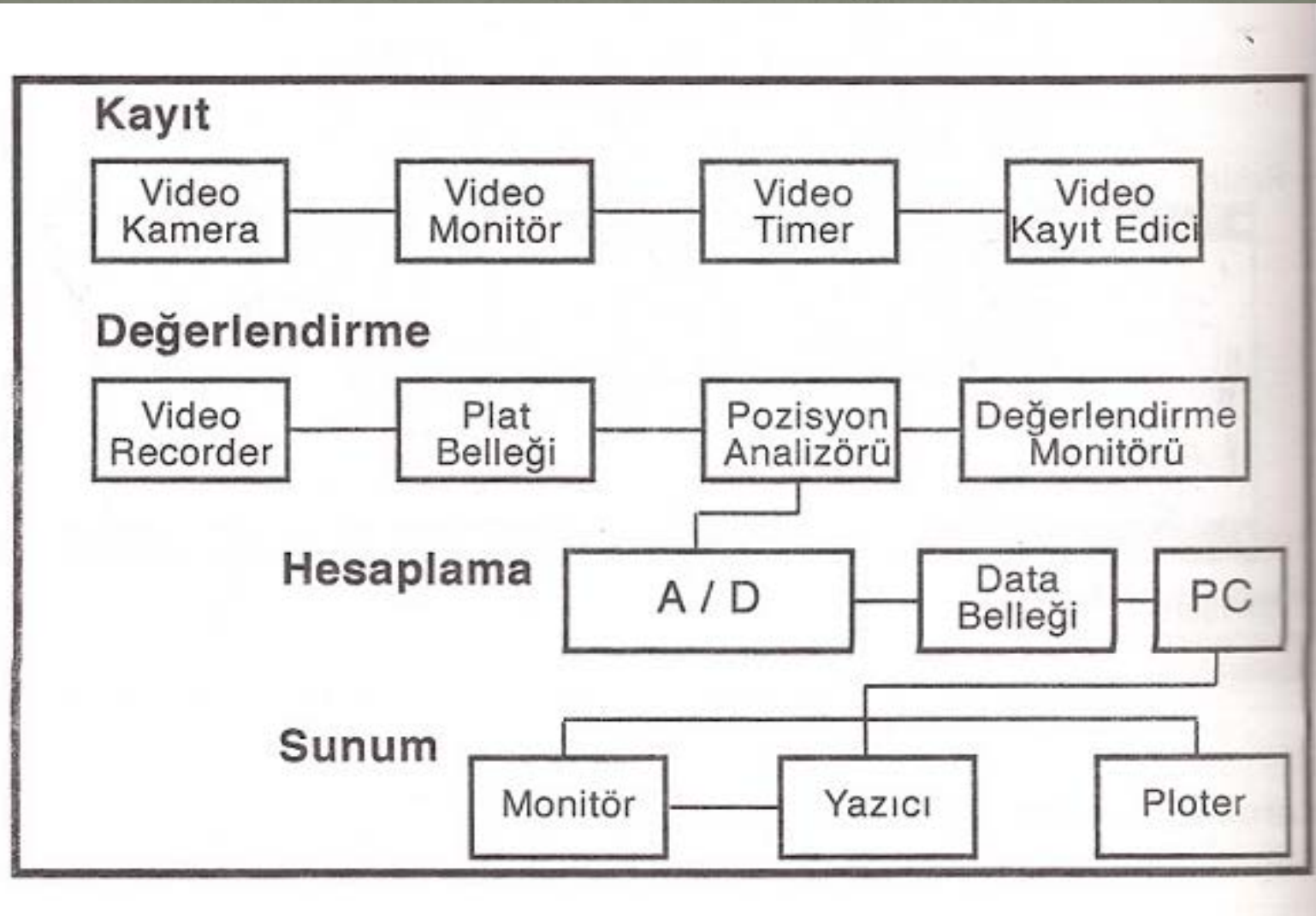
1) Video Tekniği:

• Teknik gelişime bağlı olarak video fotoğraf yöntemi sporda çok geniş uygulama alanı bulmuştur.

* Gündelik olarak kullanılan 25 resim / s frekanslı ticari kameralardan, yüksek frekanslı (200-400 resim/s) kameralara kadar değişik modeller şu amaçlarla kullanılmaktadır:

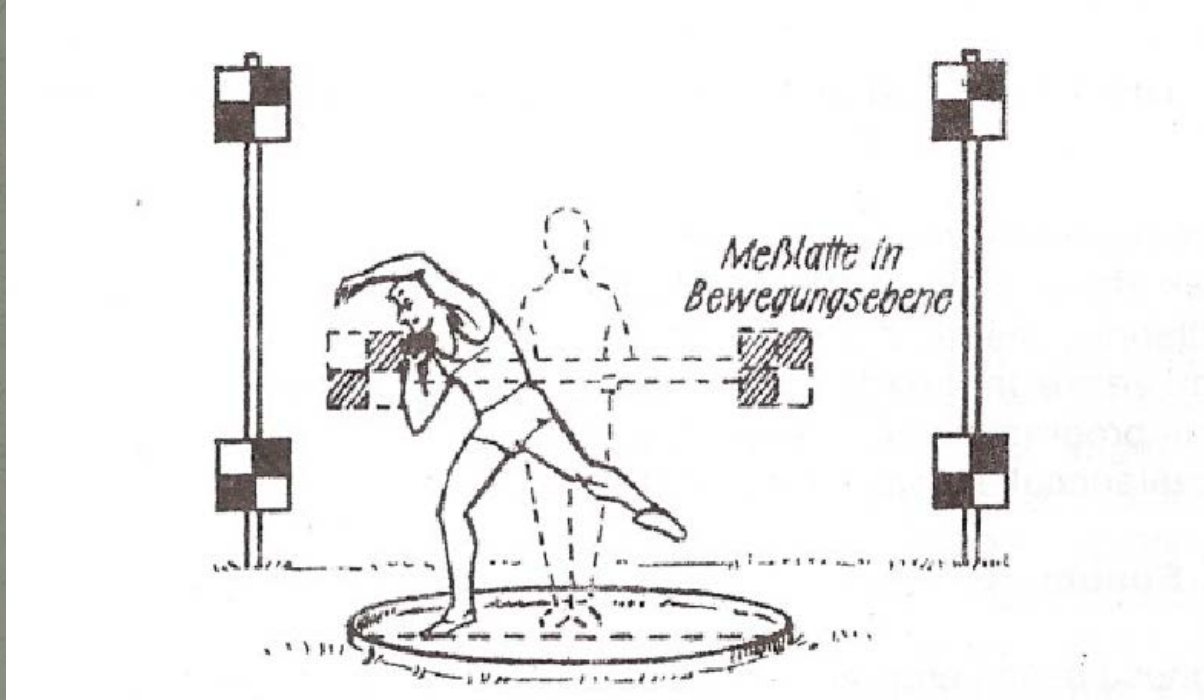
- **Nitelik analizinde** örneğin; hücum setini ve taktik ayrıntıları gözlemek için,
- Tekniğin gözleminde örneğin; raket oyunlarında vuruş türünü ve ayrıntılarını belirlemek için, .
- Kinematik **Nicelik** hareket analizinde; burada hareketin nümerik kaydı ve onun kinematik büyüklüklerle tanımlanması

Videografik araştırma **dört aşamalı** bir dizi işlemle gerçekleşir.



- Sporcunun ya da aracın hareket hızına ve amaca bağlı olarak uygun bir video kamera seçimi yapılır.
- Bunun için resim frekansına, kayıt sistemine ve aydınlatma süresine (enstantanesi) bakılır.
- Camcorderler de (küçük boyutlu kameralar S- VHS de) 25 Hz, 1/1000 s,
- U-Matik'lerde 60Hz,1 /500s,
- High-Speed Video sistemlerde 200-400Hz VHS 1/1000s ve daha kısa süreler seçilebilir.
- Çoğunlukla 60 Hz lik kameralar kullanılırken özel durumlarda (çok hızlı hareketlerde) diğer sistemler söz konusu olabilir.

Resim ölçeği oluşturmak için hareket düzleminde 2m yatay ve dikey uzunluğunda bir ölçekte hareketle birlikte kayıt edilmelidir.



Film Kaydında arka planda ölçekte birlikte kayıt edilir

GÖRÜNTÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

- * Her bir görüntünün değerlendirilmesi, sistemlere bağlı olarak VHS video recorder ile ya da 60 Hz'lik araçların plak bellekleri ile yapılır.
- * resim video konum (pozisyon) analizörüne iletilir. Bu alet ile koordinat sistemi esas alınarak görüntü değerlendirilir.
- * Resmin görsel (mekan içerisindeki cisimlere ait) çözünürlük duyarlılığı; ekran satır ve kolon sayısı ile sınırlıdır.
- * Video resmi 60 yarım resim/s'lik hız ile yatay ve dikey olarak 300 noktaya parçalanabilir. Bu nedenle sınırlı bir resim alanının korunması önemlidir.

Örneğin bu alan 3 m ise hareket düzleminde dijitalizasyon aletinin bir video birimi 10 mm'lik bir mesafeye denk düşer. Dolayısıyla görüntülenme ölçeği $m = 1/100$ değerindedir.

* Zamansal çözünürlük, **kameranın çekim frekansına** (sıklığına) ve **her bir çekimin poz süresine** (aydınlatma süresine) bağlıdır. Bu etmenler sporcunun ya da kullanılan aracın hareket hızına göre ayarlanmalıdır.

* Ani hareketler (atma, fırlatma) dışında, sporsal tekniğin hızını ölçmek için 50-200 resim/s'lik resim frekansı ve 1/200 - 1/2000 saniyelik aydınlatma süreleri yeterlidir. Bu koşullar piyasalarda var olan kamera sistemleri tarafından karşılanabilir.

HESAPLAMA

- Değerlendirilen verilerin yüklenmesi,
- Ölçek etmenlerinin (faktörlerinin) girilmesi ve koordinat bileşenlerinin (çiftlerinin) metrik birime dönüştürülmesi,
- Ham verilerin gözden geçirilmesi ve uç değerlerin çıkarılması,
- Bir alt program ile çizimlerin oluşturulması,
- Hesaplanacak kinematik büyüklüklerin seçimi.

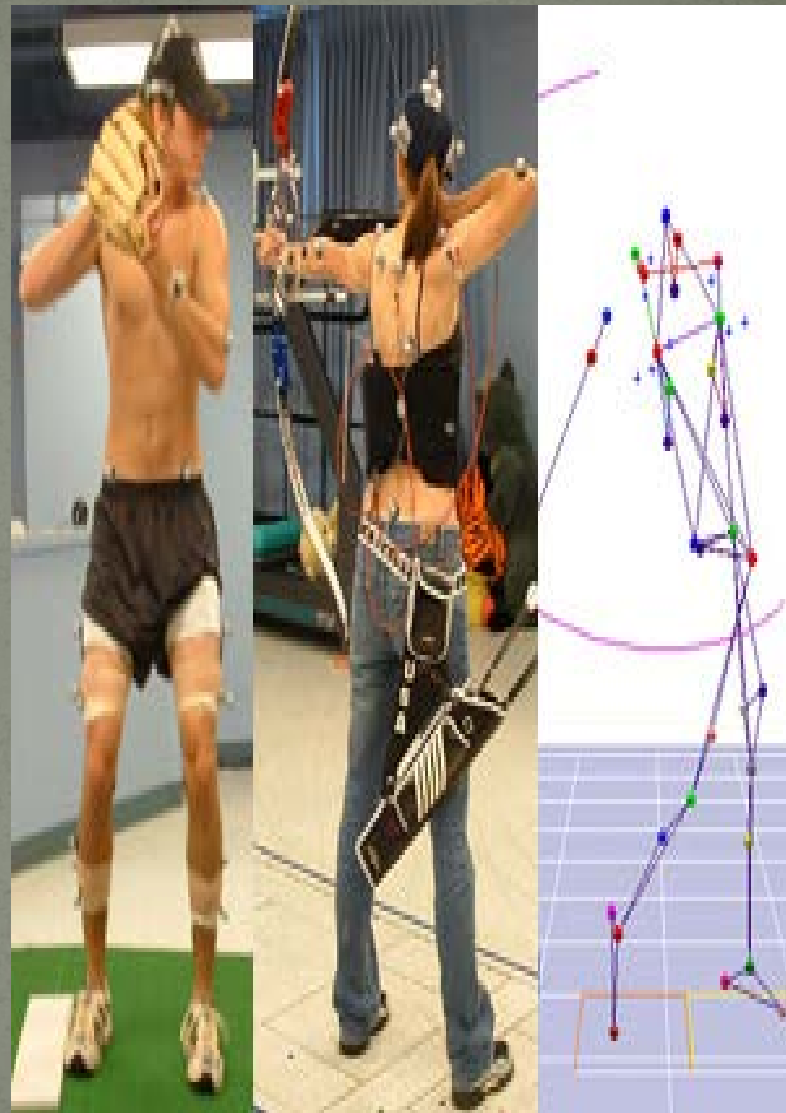
Özel Yöntemler

optoelektrik yöntem olarak özetlenebilir.

Burada **işaretlenmiş eklem noktaları**, doğrudan görüntü koordinatlarına taşınır. Buna karşın genellikle çok zaman alan **elle değerlendirme** gerektirir.

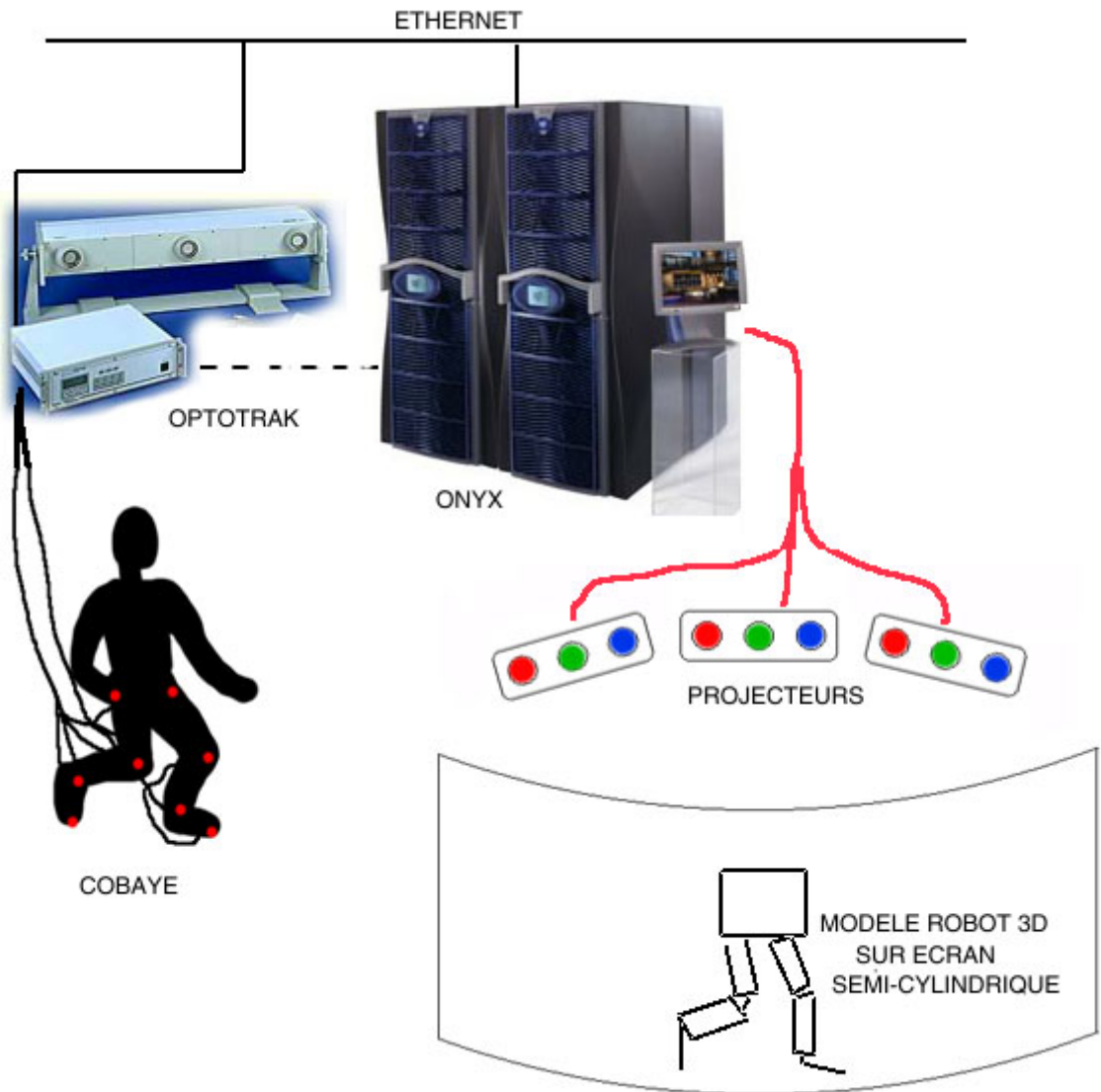
* Videografi ve kinematografiye karşın görüntü daha önceden işaretlenmiş nesne noktalarına indirgenir, bunlarda modele uygun çubuk adam olarak birleştirilir.

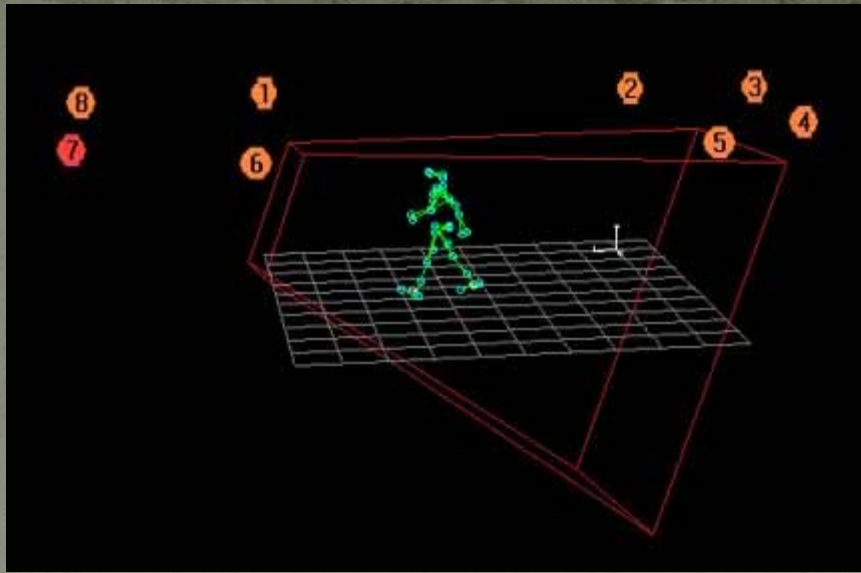
* SELSPOT, ViCON, CODA yada APAS gibi bu özel yöntemlerin kullanım alanları yalnız laboratuvarlar ile sınırlıdır.











IQ C:\Gnome\Project 1\Capture day 1\Session 3\ROM.tvd - Vicon IQ

File Edit Fill Gaps Filter View Trial Workspace Help

Data Management Real Time Post Processing Modelling

VICON IQ

3D Workspace Ortho Top Camera Raw

Default Preferences

- Graph
- HyperGraph
- Perspective Floor Grid
- Rays
- Reconstruction Entities
- RigidBody
- Selected Label Display
- Subjects
- Bones
- Segment Axes
- Markers
- Sticks
- Bounding Boxes
- Parameter Links
- Timebar

Displayed Subjects

- Gnome

Camera Options

Frame Selected Frame All

Focus on Selection

Follow Selection

Set Camera Lock Markers

Lock Camera

3D Workspace

Operation: Delete Unlabeled Trajectories Succeeded.

2324 1 00:00:19:043 Options 1 1000 2000 2324 3050 3050

Left Right General

Pipeline Control

GeneralPipelineFULL

- CircleFit, Reconstruct, Trajectory
- Camera Health Check
- Load Subject(s)
- Trajectory Labeller
- Trim Tails
- Filter Using a Butterworth Function
- Filter Using Weighted Point Average
- Fill Gaps using Splines
- Fill Gaps Rigid Body
- Fill Gaps using Splines
- Fill Gaps Rigid Body
- Fill Gaps using Virtual Points
- Fill Gaps using Splines
- Kinematic Fit
- Fill Gaps using Kinematic Model
- Delete Unlabeled Trajectories
- Export data to C3D file

GeneralPipelineFULL : 100%

Operation Control

NUM

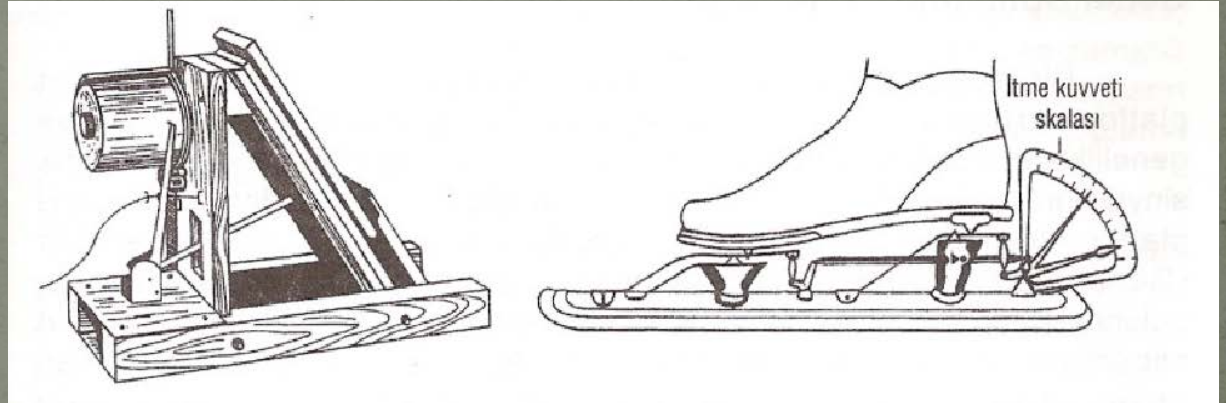
| Yöntem | Çözünürlük | | Maliyet | | Kullanılabilirliği | | |
|--------------------------|----------------|----------|---------|----------|--------------------|--------|----------|
| | Mekansal | Zamansal | Tedarik | Materyal | Labor | Antren | Müsabaka |
| Kronosiklo foto | yüksek | Orta | orta | az | evet | kısmen | hayır |
| Impuls Işığ. fotoğ. Tek. | yüksek | Yüksek | orta | az | evet | kısmen | hayır |
| Seri fotoğraf | yüksek | Az | az | az | evet | evet | evet |
| Film tekniği | yüksek | Yüksek | yüksek | orta | evet | evet | evet |
| Video tekniği | orta | Orta | orta | az | evet | evet | evet |
| Özel yöntemler | orta yüksek | Yüksek | yüksek | az | evet | kısmen | hayır |

DİNAMİK ARAŞTIRMA VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

- * hareket ile hareketin sebebi olan kuvvet arasındaki ilişkiyi araştırır.
- * dinamik araştırma yöntemleri daha çok sporcunun ürettiği kuvvetin ölçümüne yöneliktir. Bu işlem dinamometrelerle gerçekleştirilir.

Çıkış Takozu ve Paten Olarak Kullanılan Dinamometreler

Kuvvet ölçme Platformu,
Barfiks Dinamometre (yatay, dikey, teğet ve merkezci kuvvetleri ölçmek için),
Kürek Dinamometresi,
Kayak Dinamometresi,
Paten Dinamometresi,
Bisiklet Dinamometresi



KUVVET PLATFORMU

Kuvvet platformları, spor biyomekaniğinde sporcu ile zemin arasındaki temas kuvvetlerini (yere dayanma kuvveti) ölçmek için çok yaygın olarak kullanılır.

* Kuvvet platformları çeşitli büyüklük ve ölçülerde yapılmıştır. En çok kullanılanlarda oldukça küçük bir temas bölgesi bulunmakta, örneğin 600 x 400 mm (928LBII Kistler tipi) ya da 508 x 643 mm (OR6-5-1 AMTi modeli)

* Ölçülen kuvvetler;
örneğin, koşucuların adım atış biçimi ya da okçuların dengesinin değerlendirilmesinde kullanılır.

* Verileri aynı zamanda eklem momenti ve kuvvet hesapları için girdi (input) olarak da hizmet eder ve muhtemel sakatlanmaların tanımlanmasına yardımcı olur.



Kuvvet platformları esas olarak bütün vücuda ait ölçümleri yapar, vücudu meydana getiren kısımlar (segmentler) arasındaki kuvvetler hakkında kesin ve net bilgiler vermez.

- Sporcunun biyomekaniksel açıdan değerlendirilmesinde, kinematografi ya da alternatif bir hareket analiz tekniği ile bağlantılı olarak kullanılır.
- biomekanikte hareketin kinematiği ile kinetiği arasında bağlantı kurmasına yardımcı olur.

* Sporcu ile spor donanımları arasındaki kuvvet etkileşimi, kuvvet aktarım araçları (çevirgeç-transdüzler) kullanılarak ölçülebilir.

* Bu araçlar belirli bir uygulama için yapılmış ve uyarlanmış araçlardır. Bunlar örneğin bir kürekçinin kürek üzerine uyguladığı kuvveti ölçmek için kullanılmaktadır.

* Kuvvet platformu için gerekli olan ilkelerin bir çoğu genelde transdüzler için de geçerlidir.

* Kuvvet platformlarının bir sınırlılığı, uygulanan kuvvetin temas yüzeyine nasıl dağıldığını göstermemesidir. Örneğin ayağın topuk ve tabanına düşen kuvvetleri ayrı ayrı göstermez. Bu bilgiler, piyasada gitgide yaygınlaşan ayakkabı iç taban altlığı gibi yapılan basınç altlıklardan elde edilebilir.

Dinamometrelerin Spor Biomekaniğinde Kullanımı

Spordaki çoğu kuvvet platformu araştırmaları, koşmanın değişik evreleri üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bu araştırmalar ayak üzerindeki başlangıç yani edilgen (pasif) yükleme ile aktif yükleme arasındaki farkı açıkça ortaya koymaktadır.



* Kuvvet platformları kullanılarak farklı koşma türleri tanımlanmıştır :

Bir araştırma sonucunda koşucular; **topuk, taban ve ayakucu basanlar** şeklinde sınıflandırılmıştır. Koşu hızında maksimum kuvvet değişimleri de araştırılmıştır.

Kuvvet platformları,
koşu ayakkabılarının değerlendirilmesinde,
onlarda meydana gelen değişikliklerin araştırılmasında,
ve spor yapılan yüzeylerinin değişik yönlerini araştırmada,
yaygın olarak kullanılmıştır.

ELEKTROMİYOGRAFI ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Elektromiyografi (**EMG**) araştırma yöntemi, kasın kasılması sırasında kas tarafından üretilen elektriksel etkinliği incelemek için kullanılır.



Elektromiyografide birçok değişken tarafından etkilenebilecek karmaşık sinyaller mevcut olup bunun yorumlanması ise oldukça güçtür.

* 16 kanallı telemetrik taşıyıcı, kaslar üzerine yerleştirilen (yada kas içine giren iğne) elektrodlar ve kaydediciler kullanılır.

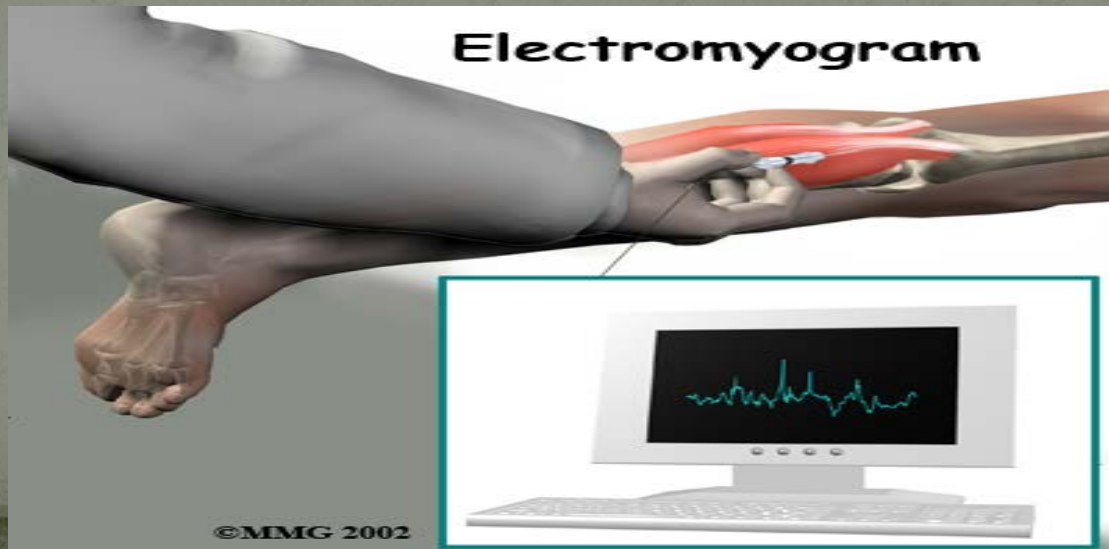
• Günümüzde biyomekanik araştırmaların çoğunda EMG yönteminin tamamlayıcı olarak ele alındığı görülüyor.

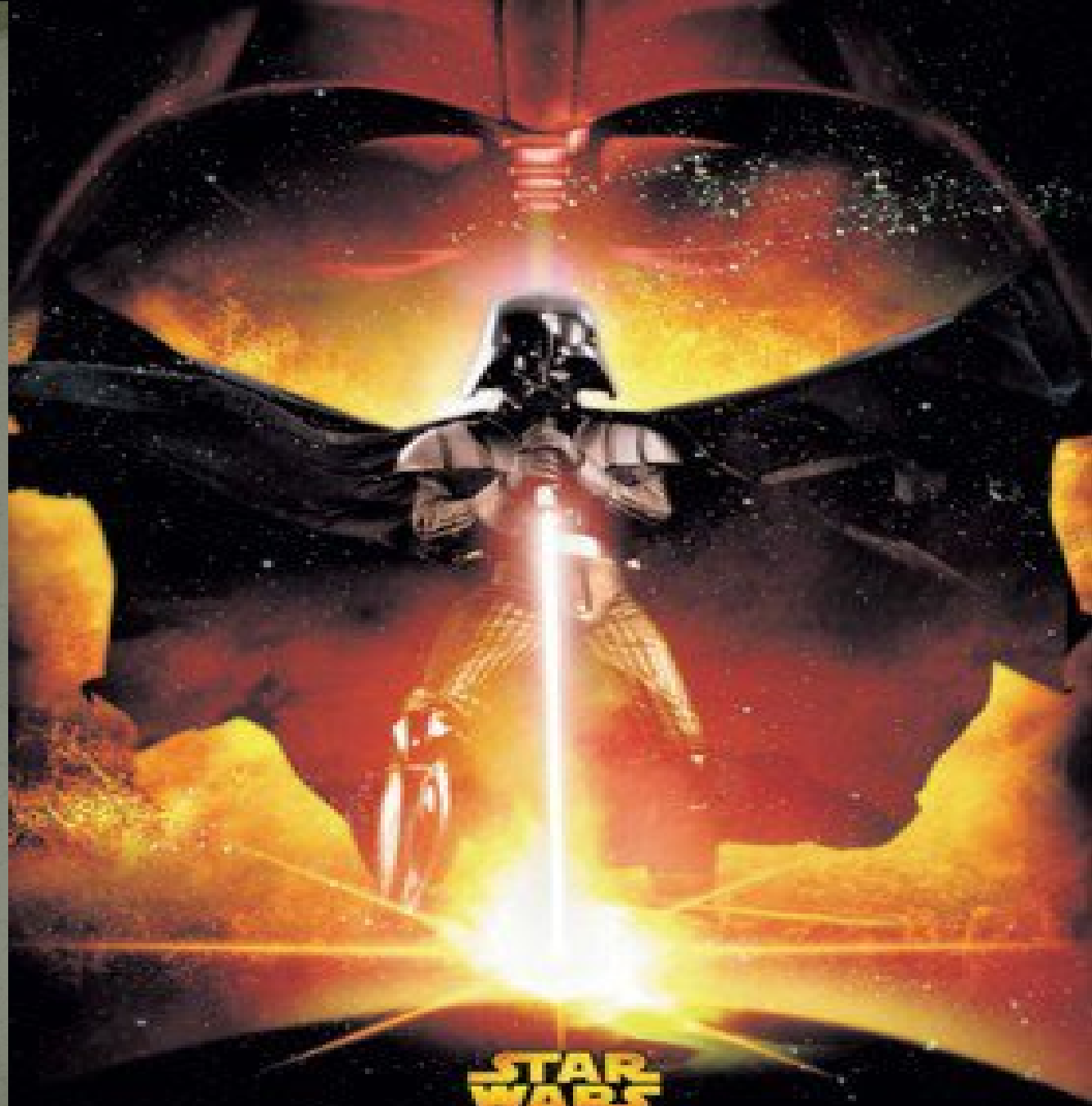
Örneğin; şut atışında, temel atışta, gülle atışında belirli kasların aktivitesi üzerinde bilgiler edinmeyi sağlar.

EMG'den şu bilgiler türetilir:

- Bir harekette seçilen kasların aktiviteye katılımı üzerine genel bilgiler
- Zamansal kullanım üzerine özel bilgiler (kas içi koordinasyon)

Böylece hareket olayında kas sisteminin nasıl bir iş birliği içerisinde olduğunu inceleme olanağı bulunur.





**STAR
WARS**

REVENGE OF THE SITH