# Futbolda Vücut Pozisyonu, Oryantasyon ve Biyomekanik Analiz: Kapsamlı Modül Geliştirme Raporu

## 1. Giriş: Futbolda Pozisyonel Biyomekaniğin Paradigması

Modern futbol, milisaniyeler ve santimetrelerle ölçülen bir alan ve zaman yönetimi oyununa dönüşmüştür. Geleneksel analiz yöntemleri genellikle "oyuncunun nerede olduğu" (konumsal veri) üzerine odaklanırken, elit performans analizi artık "oyuncunun nasıl durduğu" (oryantasyonel veri) sorusuna yanıt aramaktadır. Bu rapor, geliştirmekte olduğunuz Vücut Pozisyonu Analiz Modülü için gerekli olan teorik, fizyolojik, taktiksel ve teknolojik altyapıyı en ince detayına kadar incelemektedir. Amaç, oyuncuların postürel davranışlarını sayısal verilere dökerek, taban ve tavan beceri limitlerini belirleyen, somatotip bazlı avantaj ve dezavantajları ortaya koyan ve video analiz süreçlerine entegre edilebilen bütüncül bir sistem tasarımı sunmaktır.

Vücut oryantasyonu, bir oyuncunun sahadaki görsel bilgiyi işleme kapasitesini, bir sonraki aksiyona geçiş hızını ve fiziksel mücadelelerdeki başarı oranını doğrudan belirleyen temel değişkendir. Araştırmalar, doğru vücut açısına sahip oyuncuların, fiziksel olarak daha hızlı rakiplerine karşı bile algısal ve biyomekanik avantaj sağlayarak üstünlük kurabildiğini göstermektedir.1 Bu bağlamda rapor, insan hareketinin fiziğinden başlayarak, yapay zeka destekli video analiz tekniklerine kadar uzanan geniş bir spektrumu kapsamaktadır.

## 2. Biyomekanik Temeller ve Ağırlık Merkezi Yönetimi

Futbol sahasındaki her hareket, fizik yasalarının bir tezahürüdür. Oyuncunun vücut pozisyonu analizi, temelde Newton fiziğinin insan anatomisi üzerindeki uygulamasıdır. Analiz modülünüzün "beyni", bu biyomekanik prensipleri filtre olarak kullanmalıdır.

### 2.1. Ağırlık Merkezi (CoM) ve Hareket Dinamiği

Ağırlık Merkezi (Center of Mass - CoM), vücut kütlesinin dengelendiği varsayılan noktadır ve oyuncunun hareket verimliliğinin merkezinde yer alır. Futbolda CoM yönetimi, statik bir duruştan ziyade dinamik bir süreçtir.

#### 2.1.1. Yön Değiştirme (Change of Direction - CoD) ve CoM Yüksekliği

Elit seviyede yön değiştirme becerisi, oyuncunun CoM yüksekliğini manipüle etme yeteneğine bağlıdır. Araştırmalar, yön değiştirme öncesinde "Penultimate Step" (sondan bir önceki adım) sırasında kalça yüksekliğini belirgin şekilde düşüren oyuncuların, frenleme kuvvetlerini (braking forces) daha verimli absorbe ettiğini göstermektedir.

* **Mekanizma:** Oyuncu CoM'u alçaltarak (diz ve kalça fleksiyonu), yerçekimi merkezini yere yaklaştırır. Bu, yatay düzlemde daha fazla kuvvet üretilmesine ve eylemsizliğin (inertia) daha hızlı yenilmesine olanak tanır.4
* **Analiz Standardı:** Modül, oyuncunun yön değiştirme anındaki kalça yüksekliğini, normal boyuna oranla (CoM ratio) ölçmelidir. Oran ne kadar düşükse, frenleme o kadar etkilidir.
* **Yüksek CoM Riski:** Yüksek ağırlık merkezi ile yön değiştirmeye çalışan oyuncular, denge kaybına (instability) uğrar ve dönüş yarıçapları genişler. Bu durum, "hantallık" olarak algılanan biyomekanik bir hatadır.6

#### 2.1.2. Destek Tabanı (Base of Support - BoS) ve Stabilite

Oyuncunun ayaklarının yere temas ettiği alanın genişliği (BoS), denge ve hareketlilik arasındaki ticareti belirler.

* **Geniş BoS (Geniş Duruş):** Ayakların omuz genişliğinden fazla açılması stabiliteyi artırır. Fiziksel temaslarda (omuz omuza mücadele) oyuncunun yıkılmasını zorlaştırır. Ancak, bu pozisyondan sprinte kalkmak zordur çünkü itiş gücü üretecek bacak açısı kaybolur.
* **Dar BoS (Dar Duruş):** Hızlı adım atma ve sprint başlangıcı için idealdir ancak dış kuvvetlere (şarj) karşı dirençsizdir.
* **Modül Filtresi:** Sistem, oyuncunun aksiyon tipine göre BoS genişliğini değerlendirmelidir. 1v1 savunmada "orta genişlik" (atletik duruş) aranırken, hava topu mücadelesinde "dar ve dikey" bir hat aranır.7

### 2.2. Vücut Eğimi ve İvmelenme Vektörleri

Oyuncunun gövde açısı (trunk inclination), hızlanma niyetinin en net göstergesidir.

* **Hızlanma Fazı:** Gövdenin öne doğru 45 dereceye yakın eğilmesi, yer tepki kuvvetlerinin yatay bileşenini maksimize eder. Modül, oyuncunun dururken mi yoksa harekete başlarken mi olduğunu bu açıdan tespit edebilir.
* **Maksimum Hız Fazı:** Gövde dikleşir. Eğer oyuncu maksimum hıza ulaştığı halde öne aşırı eğik duruyorsa, bu bir biyomekanik verimsizliktir ve sakatlık riski (hamstring strain) yaratır.8
* **Yanlamasına Hareket (Shuffling):** Savunma oyuncuları için kritik olan bu harekette, gövde dik kalmalı ancak ağırlık, hareket yönünün tersindeki ayağa yüklenmelidir.

### 2.3. Rotasyonel Kuvvetler ve Tork

Futbol, lineer hareketlerden çok rotasyonel hareketlerin oyunudur. Şut, pas ve ani dönüşler, vücudun eksenel rotasyonunu gerektirir.

* **Omuz-Kalça Ayrışması (Dissociation):** Elit oyuncular, omuz ekseni ile kalça ekseni arasında açısal fark yaratarak (vücudu burarak) elastik enerji depolarlar. Özellikle şutlarda ve ani dönüşlerde bu "yay etkisi" (coil effect) gücü artırır. Modül, oyuncunun omuz vektörü ile kalça vektörü arasındaki açı farkını hesaplayarak "Patlayıcı Güç Potansiyeli"ni ölçebilir.9

## 3. Somatotip ve Fiziksel Özelliklerin Vücut Pozisyonuna Etkisi

Her oyuncu aynı biyomekanik şablona uymaz. Analiz modülü, oyuncunun somatotipini (vücut tipi) tanımalı ve değerlendirme standartlarını buna göre dinamik olarak ayarlamalıdır. Ektomorf bir stoper ile endomorf bir orta sahanın "ideal" duruşu farklıdır.

### 3.1. Somatotip Sınıflandırması ve Performans Etkileri

#### 3.1.1. Ektomorf (İnce/Uzun Yapı)

Genellikle uzun boylu stoperler veya forvetlerde görülür.

* **Biyomekanik Özellik:** Uzun uzuvlar ve nispeten yüksek ağırlık merkezi.
* **Dezavantaj (Hantallık Riski):** Yüksek CoM nedeniyle ani yön değiştirmelerde (CoD) frenleme mesafeleri uzundur. Yere yaklaşmaları daha fazla zaman alır. Keskin dönüşlerde (180 derece) zorlanırlar.
* **Avantaj:** Geniş erişim mesafesi (reach). Savunmada "Side-on" durduklarında, arkalarına atılan toplara müdahale (tackle) yarıçapları geniştir.11
* **Modül Standardı:** Bu oyuncular için dönüş hızı kriteri esnetilmeli, ancak "pozisyonel önsezi" (erken pozisyon alma) kriteri sıkılaştırılmalıdır. Ektomorfların hatayı telafi etme (recovery speed) şansı dar alanda düşüktür.

#### 3.1.2. Mezomorf (Kaslı/Atletik Yapı)

Modern elit futbolcunun prototipidir (kanat oyuncuları, bekler).

* **Biyomekanik Özellik:** Dengeli kas kütlesi, orta boy, patlayıcı güç üretimi.
* **Avantaj:** En yüksek tork üretim kapasitesi. Omuz-kalça ayrışmasını en iyi yapan gruptur. Ani kalkışlarda (acceleration) ve duruşlarda vücut kontrolü mükemmeldir.
* **Modül Standardı:** Bu gruptan "Tavan Beceri" olarak maksimum çeviklik ve reaksiyon hızı beklenir. Vücut pozisyonu geçişlerinde (transition) gecikme toleransı en düşük gruptur.13

#### 3.1.3. Endomorf (Geniş/Kalın Yapı)

Genellikle defansif orta sahalar veya pivot santraforlar.

* **Biyomekanik Özellik:** Düşük ağırlık merkezi, kalın gövde yapısı.
* **Avantaj (Shielding):** Top saklama pozisyonlarında (sırtı dönük) en avantajlı gruptur. Düşük CoM sayesinde omuz şarjlarında yıkılmazlar. Statik denge (static balance) tavan seviyededir.
* **Dezavantaj:** Eylemsizliğin (inertia) yüksek olması nedeniyle ilk çıkış hızları düşüktür. Yön değiştirmelerde momentumu kırmak için daha fazla enerji harcarlar.
* **Modül Standardı:** Bu oyuncularda "sırtı dönük oyun" ve "ikili mücadele dengesi" puanları yüksek ağırlıklı olmalıdır.14

### 3.2. Boy Uzunluğunun Dönüş Mekaniğine Etkisi

Uzun boylu oyuncular, biyomekanik olarak "hazırlık adımlarına" (choppy steps) daha fazla ihtiyaç duyarlar. Kısa bir oyuncu tek adımda 90 derece dönebilirken, uzun bir oyuncu bunu 2-3 küçük adımda yapar.

* **Sistem Entegrasyonu:** Video analizinde adım frekansı (cadence) ölçülmelidir. Uzun oyuncularda dönüş öncesi adım frekansının artması (küçük adımlar), doğru bir teknik hazırlık göstergesidir. Eğer uzun oyuncu büyük adımlarla dönmeye çalışıyorsa, sistem bunu "Biyomekanik Verimsizlik" olarak işaretlemelidir.16

## 4. Mevkisel Vücut Pozisyonu Standartları ve Rol Tipolojileri

Modül, oyuncunun sahadaki rolüne (Role) göre farklı "ideal pozisyon şablonları" kullanmalıdır. Bir stoperin savunma duruşu ile bir kanat oyuncusunun karşılama duruşu farklı dinamikler içerir.

### 4.1. Stoper ve Bekler (Defans Hattı)

**Temel Görev:** Alanı daraltmak, rakibi yönlendirmek ve arkaya kaçırmamak.

#### 4.1.1. 1v1 Savunma Duruşu (Jockeying / Side-on Stance)

Savunmacıların en temel yetkinliğidir.

* **İdeal Pozisyon (Tavan Beceri):** Vücut rakibe yaklaşık 45 derece açıyla durmalı (side-on). Dizler bükülü, ağırlık ayak parmak uçlarında (balls of feet). Gövde hafifçe öne eğik.
* **Hatalı Pozisyon (Taban Beceri - Kare Duruş):** Omuzlar ve kalça rakibe tam karşıdan bakıyor (square-on). Topuklar yere basıyor. Bu pozisyondaki savunmacı, topun arkasına atılması durumunda "kör dönüş" (blind turn) yapmak zorunda kalır ve 1-2 saniye kaybeder.
* **Yönlendirme (Dictating):** Vücut açısı, rakibi sahanın merkezine (tehlikeli bölge) değil, taç çizgisine veya destek savunmacının olduğu yöne kanalize etmelidir.
* **Modül Filtresi:** Savunmacı ile top arasındaki mesafe 2 metrenin altına düştüğünde, sistem savunmacının kalça açısını ölçmeli. Eğer açı 0-15 derece (Düz) ise "Kritik Pozisyon Hatası" verilmelidir.18

#### 4.1.2. Arka Alan ve Orta Karşılama (Cross Defense)

* **Açık Vücut (Open Shape):** Top kanattayken, ceza sahasındaki stoper "açık vücut" ile durmalıdır. Sırtı arka direğe değil, yan çizgiye dönük olmalıdır. Böylece hem topu kesen kanat oyuncusunu hem de kendi arkasındaki forveti aynı görüş açısında tutabilir (Periferik görüş kullanımı).3

### 4.2. Orta Saha Oyuncuları (Oyun Kurucular ve Box-to-Box)

**Temel Görev:** Oyunu bağlamak, çevreyi taramak ve oyunu yönlendirmek.

#### 4.2.1. Yarım Dönüş (Receiving on the Half-Turn)

Orta saha oyuncusunun elitliğini belirleyen en önemli parametredir.

* **İdeal Pozisyon:** Oyuncu pası alırken vücudunu ne tamamen pası atana ne de rakip kaleye döner. Vücut yan durur (yarı açık). Top, "arka ayak" (back foot - pasın geldiği yöne uzak olan ayak) ile kontrol edilir.
* **Avantaj:** Bu pozisyon, tek dokunuşla oyunu ileri taşıma, şut çekme veya ters kanada dönme imkanı sağlar. Görüş açısı 180 dereceye yakındır.
* **Dezavantaj (Kapalı Duruş):** Eğer oyuncu pası ön ayağıyla ve vücudu kapalı (sırtı rakip kaleye dönük) alırsa, tek seçeneği pası aldığı yere geri oynamaktır. Bu, oyunun temposunu düşürür.22
* **Modül Filtresi:** Top oyuncunun ayağına değdiği anda (first touch), omuz vektörünün sahanın boyuna ekseniyle yaptığı açı ölçülür. İdeal açı 90 derece (+/- 20) dir.

#### 4.2.2. Tarama (Scanning) ve Kafa Oryantasyonu

* **Veri:** Araştırmalar, top ayağa gelmeden önceki 10 saniye içinde yapılan omuz üstü bakış (scan) sayısının, pas isabeti ve ileri oynama yüzdesiyle doğru orantılı olduğunu kanıtlamıştır.24
* **Modül Entegrasyonu:** Video analizinde oyuncunun kafa rotasyonu (Head Yaw) takip edilmelidir. Top gelmeden önceki kritik 2 saniyede tarama yapmayan oyuncu, "Düşük Farkındalık" (Low Awareness) olarak etiketlenmelidir.

### 4.3. Hücum Oyuncuları (Forvet ve Kanat)

**Temel Görev:** Alan yaratmak, bitirmek ve top saklamak.

#### 4.3.1. Sırtı Dönük Oyun (Back to Goal Mechanics)

* **Genişleme (Widening):** Pivot santraforlar, stoperle temas halindeyken kollarını açarak ve bacaklarını genişleterek (geniş BoS) alan kaplamalıdır.
* **Temas Sensörleri:** Sırtı dönük oyuncu, stoperin temasını bir sensör gibi kullanır. Rakip sağdan bastırıyorsa, sol omzunu düşürüp sağdan dönerek (rolling) rakibin momentumunu ona karşı kullanır.26
* **Analiz:** Modül, forvetin topu saklarken CoM yüksekliğini ve kollarının pozisyonunu (abduction) analiz etmelidir. Kolların vücuda yapışık olması, dengenin kolay bozulacağına işarettir.

#### 4.3.2. Bitiricilikte Vücut Konumu

* **Anti-Lift (Yükselmeyi Önleme):** Şut anında gövdenin topun üzerine eğilmesi (leaning over), topun havaya dikilmesini önler.
* **Kalça Rotasyonu:** Vuruş yapılan ayağın tarafındaki kalçanın, vuruş yönüne doğru tam rotasyonu, gücün topa aktarılmasını sağlar.9

### 4.4. Kaleciler

* **Set Pozisyonu (Hazır Duruş):** Şut çekilmeden hemen önce kaleci hareketsiz kalmalı (set), ayaklar omuz genişliğinde, eller önde ve ağırlık hafif önde olmalıdır. Hareket halindeyken yakalanan kalecilerin reaksiyon süresi uzar.28

## 5. Bölgesel Analiz: Hangi Bölgede Hangi Vücut Pozisyonu?

Vücut pozisyonunun doğruluğu, sahadaki konuma (Zones) göre değişir.

### 5.1. 1. Bölge (Defensive Third) - Güvenlik Öncelikli

* **Beklenti:** Maksimum stabilite ve basitlik. Riskli "yarım dönüşler" yerine, garanti pas açıları sağlayan açık vücut pozisyonları tercih edilir.
* **Hata:** Kendi ceza sahası önünde topu "kör" (arkasını kontrol etmeden) almak.

### 5.2. 2. Bölge (Middle Third) - Bağlantı ve Hız

* **Beklenti:** Yüksek tarama frekansı ve sürekli yarım dönüş. Orta saha oyuncuları burada "bağlantı istasyonu" (hub) gibi çalışır. 360 derece görüş esastır.
* **Avantaj:** Doğru vücut pozisyonu, rakip pres hattını tek pasla kırmayı (line-breaking pass) sağlar.30

### 5.3. 3. Bölge (Attacking Third) - Yaratıcılık ve Aldatma

* **Beklenti:** Vücut aldatmacaları (body feints). Burada "yanlış" vücut pozisyonu bazen "doğru" olabilir.
* **Aldatma (Deception):** Oyuncu şut çekecekmiş gibi gövdesini kapatıp, pas verebilir. Modül, hücum bölgesinde vücut oryantasyonu ile topun gittiği yön arasındaki tutarsızlığı (mismatch) "Yaratıcılık/Aldatma Puanı" olarak değerlendirebilir.10

## 6. Bileşik Hareketler (Compound Movements) ve Bir Sonraki Aksiyon

Vücut pozisyonu, izole bir durum değil, bir hareket zincirinin ilk halkasıdır. Modül, pozisyonun bir sonraki hareketi nasıl kolaylaştırdığını veya zorlaştırdığını analiz etmelidir.

| **Mevcut Vücut Pozisyonu** | **Kolaylaştırdığı Bileşik Hareket (Avantaj)** | **Zorlaştırdığı Hareket (Dezavantaj)** |
| --- | --- | --- |
| **Yarım Dönüş (Orta Saha)** | Tek dokunuşla ileri pas, driplinge başlama. | Geriye pas (vücut biyomekaniği zorlanır). |
| **Side-On (Defans)** | Geriye koşu (Recovery run), çapraz kademe. | Ters tarafa ani pres (dönüş gerektirir). |
| **Düşük CoM (Kanat)** | Cut-inside (içe kat etme), ani fren. | Kafa topuna çıkış (önce yükselmesi gerekir). |
| **Sırtı Dönük (Forvet)** | Duvar pası (Wall pass), faul alma. | Kaleye şut, araya koşu. |

## 7. Taktiksel Metrikler: Kompaktlık ve Blok Mesafeleri

Bireysel vücut pozisyonları, takımın kolektif geometrisini (shape) oluşturur.

### 7.1. Blok Mesafeleri Ölçümü

* **Savunma Hattı Aralığı:** İdeal savunma dörtlüsünde stoperler ve bekler arasındaki mesafe **6-8 metre** olmalıdır.
  + **Analiz Yöntemi:** Video analizde savunma oyuncuları arasına sanal "elastik ipler" çekilir. Mesafe 10 metreyi aştığında ip kırmızıya döner (Gap Alert). Mesafe 5 metrenin altına düştüğünde sarı olur (Aşırı daralma - kanat zafiyeti).31
* **Dikey Kompaktlık:** Takımın en ucundaki oyuncu ile en gerisindeki oyuncu arasındaki mesafe (takım boyu) blok savunmasında 30 metrenin altında tutulmalıdır.

### 7.2. Oryantasyonel Uyum (Orientation Synchronization)

* **Ofsayt Taktiği:** Tüm savunma hattının vücut oryantasyonu aynı olmalıdır. Bir oyuncu yan dururken diğeri düz duruyorsa, ofsayt hattı bozulur. Modül, savunma hattındaki oyuncuların "göğüs vektörlerinin" uyumunu analiz etmelidir.

## 8. Video Analiz Modülü Entegrasyonu ve Teknoloji

Bu teorik çerçevenin çalışan bir yazılıma dönüşmesi için gerekli teknik mimari ve entegrasyon standartları aşağıdadır.

### 8.1. Bilgisayarlı Görü (Computer Vision) ve İskelet Takibi

Modülün çekirdeği, görüntüden oyuncu iskeletini çıkaran yapay zeka algoritmalarıdır.

* **Algoritmalar:** **OpenPose**, **YOLOv8-Pose** veya **AlphaPose** kullanılmalıdır. Bu sistemler, standart video görüntüsünden oyuncunun eklem noktalarını (Keypoints) 2D veya 3D olarak çıkarabilir.33
* **Takip Noktaları (Keypoints):**
  + *Burun/Kulaklar:* Kafa yönü ve tarama analizi için.
  + *Omuzlar (L/R):* Üst gövde oryantasyonu için.
  + *Kalçalar (L/R):* Alt gövde yönü ve CoM yüksekliği için.
  + *Diz ve Ayak Bilekleri:* Bacak açıları ve adım genişliği için.

### 8.2. Grafik Üretimi ve Görselleştirme

Video klipler üzerine bindirilecek (overlay) grafikler, antrenör ve oyuncu için anlık geri bildirim sağlamalıdır.

| **Grafik Türü** | **Fonksiyon** | **Görsel Temsil** |
| --- | --- | --- |
| **View Cone (Görüş Konisi)** | Oyuncunun baktığı alanı gösterir. | Kafadan çıkan 120 derecelik şeffaf, renkli koni. (Kapsadığı alanda top/rakip var mı?) |
| **Skeleton Overlay** | Vücut duruşunun doğruluğunu gösterir. | Oyuncu üzerine çizilen çöp adam. Hatalı uzuvlar kırmızı (örn. düz duran kalça), doğrular yeşil. |
| **Orientation Vector** | Gövdenin baktığı yönü gösterir. | Göğüsten çıkan ok (3D ok). |
| **Link Lines** | Savunmacılar arası mesafeyi ölçer. | Oyuncuları birbirine bağlayan çizgiler üzerinde dinamik metrik (örn. "7.4m"). |
| **CoM Dot** | Ağırlık merkezini gösterir. | Oyuncunun pelvis bölgesinde bir nokta. Yere yaklaştıkça rengi değişir. |

### 8.3. 2D-3D Dönüşümü (Homography)

Video görüntüsü perspektiflidir (uzaktaki oyuncular küçük görünür). Gerçek mesafeleri (blok genişliği, pas mesafesi) ölçmek için **Homography** matrisi kullanılarak görüntü "Kuşbakışı" (Bird's Eye View) düzleme izdüşürülmelidir. Bu sayede piksel değerleri metreye dönüştürülebilir.36

## 9. Vücut Pozisyonu Kartelası ve Ölçüm Skalası

Oyuncuları değerlendirmek ve gelişimlerini takip etmek için aşağıdaki puanlama matrisi (Rubric) modüle entegre edilmelidir.

### 9.1. Taban ve Tavan Beceri Ölçümü

#### **Defansif Vücut Pozisyonu Skalası (1-5 Puan)**

| **Puan** | **Seviye** | **Tanım (Descriptor)** | **Biyomekanik Gösterge** |
| --- | --- | --- | --- |
| **1** | **Kritik Hata (Taban)** | Kare duruş, topuklar yerde, gövde dik. | Kalça açısı topa 90° dik. Diz fleksiyonu < 10°. |
| **2** | **Zayıf** | Yan duruşa geç çalışıyor, mesafe ayarı kötü. | Side-on geçiş süresi > 0.5sn. |
| **3** | **Ortalama** | Doğru duruş ancak reaksiyon yavaş. | 45° duruş var, ancak CoM yüksek. |
| **4** | **İyi** | Doğru açı, parmak ucunda, yönlendirme yapıyor. | Dizler bükülü, aktif ayak hareketleri. |
| **5** | **Elit (Tavan)** | Mükemmel Side-on, düşük CoM, sürekli tarama. | Omuz-kalça uyumu tam, rakibi tuzağa düşüren vücut dili. |

#### **Ofansif (Orta Saha) Oryantasyon Skalası**

| **Puan** | **Seviye** | **Tanım (Descriptor)** | **Biyomekanik Gösterge** |
| --- | --- | --- | --- |
| **1** | **Kritik Hata** | Tamamen kapalı (Blind), çevre kontrolü yok. | Kafa rotasyonu 0. Topu ön ayakla stop etme. |
| **2** | **Zayıf** | Yarım dönüş yetersiz, top sıkışıyor. | Vücut açısı < 30°. |
| **3** | **Ortalama** | Top gelince dönüyor (Geç reaksiyon). | Top teması anında dönüş başlıyor. |
| **4** | **İyi** | Top gelmeden pozisyon alıyor, arka ayak kullanımı. | Pas yoldayken vücut 90° açılıyor. |
| **5** | **Elit** | Sürekli tarama, tek dokunuşla oyun kurma. | Scan frekansı > 0.6/sn. Mükemmel arka ayak kontrolü. |

## 10. Avantaj ve Dezavantaj Analizi Matrisi (Filtreler)

Sistemin otomatik raporlarında kullanılacak "Neden-Sonuç" filtreleri:

| **Vücut Pozisyonu** | **Durum** | **Avantaj (Fırsat)** | **Dezavantaj (Risk)** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kare (Düz) Duruş** | 1v1 Savunma | Şut bloklama yüzeyi geniştir (kaleci/hentbol stili). | Bacak arası (beşik) yemeye açıktır, arkaya atılan topta yavaştır. |
| **Side-On (Yan) Duruş** | 1v1 Savunma | Hızlı geri koşu, rakibi yönlendirme, ofsayt takibi. | İçeriye ani kesilen (cut-inside) toplarda ters ayakta kalma riski. |
| **Kapalı (Sırtı Dönük)** | Pas Alma | Topu rakipten korur (Shielding), faul alma şansı. | Arka alanı göremez, oyunu yavaşlatır, pres yerse top kaybeder. |
| **Yarım Dönüş (Açık)** | Pas Alma | Oyunu hızlandırır, seçenekleri görür, hat kırar. | Top kontrolü teknik olarak zordur, araya girilme riski vardır. |
| **Dik Duruş (High CoM)** | Koşu | Maksimum hıza ulaşmak için idealdir. | Çeviklik (agility) düşüktür, itildiğinde denge kolay bozulur. |
| **Alçak Duruş (Low CoM)** | Dripling/Dönüş | Mükemmel denge, ani yön değiştirme, ivmelenme. | Enerji tüketimi yüksektir, sprint hızı düşebilir. |

## 11. Sonuç ve Uygulama Yol Haritası

Bu araştırma, futbolda vücut pozisyonunun sadece teknik bir detay değil, performansın temel belirleyicisi olduğunu kanıtlamaktadır. Geliştirilecek modül, oyuncunun sahadaki varlığını "koordinat" (x,y) verisinden "oryantasyon" (açı, vektör, duruş) verisine taşıyacaktır.

**Uygulama İçin Kritik Adımlar:**

1. **Veri Seti Eğitimi:** Farklı somatotip ve mevkilerdeki oyuncuların doğru/yanlış duruşlarını içeren geniş bir video havuzu ile yapay zeka modelinin eğitilmesi.
2. **Entegrasyon:** OpenPose iskelet verilerinin, taktiksel analiz yazılımına (SportsCode, Wyscout vb.) entegre edilmesi.
3. **Kullanıcı Arayüzü:** Antrenörlerin anlayacağı dilde (sarı kart/kırmızı kart gibi) basit görsel uyarılar üreten bir dashboard tasarımı.

Bu modül, özellikle altyapı eğitiminde oyuncuların yanlış alışkanlıklarını (kare durma, topa bakma vb.) erken teşhis edip düzeltmek için devrim niteliğinde bir araç olacaktır.

#### Alıntılanan çalışmalar

1. Impact Biomechanics Reveal Positional and Session Type Differences in Canadian Collegiate Football - ResearchGate, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.researchgate.net/publication/394295395_Impact_Biomechanics_Reveal_Positional_and_Session_Type_Differences_in_Canadian_Collegiate_Football>
2. Football Biomechanics and Performance Enhancement: A Systematic Review, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.researchgate.net/publication/384685487_Football_Biomechanics_and_Performance_Enhancement_A_Systematic_Review>
3. Body shape or body orientation: explained - Coaches' Voice, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://learning.coachesvoice.com/cv/body-shape-orientation-football-tactics-explained-pedri-van-dijk/>
4. Agility Training for Soccer Players - Acceleration Australia, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://accelerationaustralia.com.au/agility-training-for-soccer-players/>
5. Biomechanical Determinants of Change of Direction Performance: A Systematic Review, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12476310/>
6. Change of Direction with Focus on Low Center of Gravity - YouTube, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.youtube.com/watch?v=kL0BGr2Mc4o>
7. Center of Mass and The Athlete - Unbreakable Strength Co., erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://unbreakablestrengthco.com/2024/01/22/center-of-mass-and-the-athlete/>
8. Kinematic Analysis of the Postural Demands in Professional Soccer Match Play Using Inertial Measurement Units - MDPI, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/21/5971>
9. Analysis of Biomechanical Characteristics of Football Players at Different Levels Kicking with the Inner Edge of Instep - ResearchGate, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.researchgate.net/publication/361290250_Analysis_of_Biomechanical_Characteristics_of_Football_Players_at_Different_Levels_Kicking_with_the_Inner_Edge_of_Instep>
10. Biomechanical Characteristics for Identifying the Cutting Direction of Professional Soccer Players - ResearchGate, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.researchgate.net/publication/353692907_Biomechanical_Characteristics_for_Identifying_the_Cutting_Direction_of_Professional_Soccer_Players>
11. Anthropometrical characteristics and somatotype of young soccer players and their comparison with the general population - ResearchGate, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.researchgate.net/publication/47402467_Anthropometrical_characteristics_and_somatotype_of_young_soccer_players_and_their_comparison_with_the_general_population>
12. Full article: Biomechanical mechanisms of jumping performance in youth elite female soccer players - Taylor & Francis Online, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2019.1674526>
13. Physical Characteristics and Somatotype of Soccer Players according to Playing Level and Position - Journal of Human Kinetics, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://johk.pl/?p=1879>
14. How Do Football Playing Positions Differ in Body Composition? A First Insight into White Italian Serie A and Serie B Players - MDPI, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.mdpi.com/2411-5142/8/2/80>
15. Anthropometric characteristics and somatotype of professional soccer players by position - Journal of Sports Medicine and Therapy, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.sportsmedoa.com/journals/jsmt/jsmt-aid1047.php>
16. Velocity and agility of soccer players according to their playing... - ResearchGate, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.researchgate.net/figure/elocity-and-agility-of-soccer-players-according-to-their-playing-position-mean-SD_fig1_6304757>
17. Lower centre of gravity exercises? : r/bootroom - Reddit, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.reddit.com/r/bootroom/comments/10ynpqb/lower_centre_of_gravity_exercises/>
18. Football/Soccer Session (Difficult): Defending - Body Mechanics, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.sportsessionplanner.com/s/09Ohb/Defending---Body-Mechanics.html>
19. Teaching Soccer Defenders Proper Jockey Technique, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://athletesuntapped.com/blog/soccer-jockey-technique-defenders/>
20. 1v1 defending : r/bootroom - Reddit, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.reddit.com/r/bootroom/comments/j7k0a9/1v1_defending/>
21. how to defend as a fullback? : r/bootroom - Reddit, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.reddit.com/r/bootroom/comments/1etnllj/how_to_defend_as_a_fullback/>
22. 3-05-01 Passing circuit: Midfielders receiving on the half-turn - FIFA Training Centre, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.fifatrainingcentre.com/en/practice/talent-coach-programme/build-and-progress/passing-circuit-midfielders-receiving-on-the-half-turn.php>
23. The Importance of Receiving the Ball on the Half-Turn - TheMastermindSite, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://themastermindsite.com/2018/10/14/the-importance-of-receiving-the-ball-on-the-half-turn/>
24. Visual Scanning and Technique Improve Performance in a Standardized Soccer Passing Task - MDPI, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/20/11045>
25. Scanning, Contextual Factors, and Association With Performance in English Premier League Footballers: An Investigation Across a Season - Frontiers, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2020.553813/full>
26. Defend a striker with his back to the goal : r/bootroom - Reddit, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.reddit.com/r/bootroom/comments/1e4me4e/defend_a_striker_with_his_back_to_the_goal/>
27. Back-to-Goal Play: Striker Techniques to Dominate Defenders - YouTube, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.youtube.com/watch?v=VZeJc3DiXow>
28. Goalkeeper explosiveness from the set position and goal prevention - FIFA Training Centre, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.fifatrainingcentre.com/en/game/tournaments/fifa-womens-world-cup/2023/post-tournament-analysis/goal-preventions.php>
29. Body Pose Estimation Integrated With Notational Analysis: A New Approach to Analyze Penalty Kicks Strategy in Elite Football - NIH, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8964455/>
30. Through the Gaps: Uncovering Tactical Line-Breaking Passes with Clustering - arXiv, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://arxiv.org/html/2506.06666v1>
31. with a back four Defending - FIFA Training Centre, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.fifatrainingcentre.com/media/native/test/FIFA_session%20plan_Lehmann.pdf>
32. 16) Defending with a back four (Lehmann) - FIFA Training Centre, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.fifatrainingcentre.com/en/practice/elite-sessions/out-of-possession/defending-with-a-back-four.php>
33. Computational models applied to football calculate player orientation and predict the most feasible pass - Engineering MdM Strategic Research Program (UPF), erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.upf.edu/web/mdm-dtic/blog/-/blogs/computational-models-applied-to-football-calculate-player-orientation-and-predict-the-most-feasible-pass>
34. Skeleton-Based Approach for On-the-Ball Player Identification on Broadcast Soccer Videos - IEEE Xplore, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://ieeexplore.ieee.org/iel8/6287639/10820123/11240138.pdf>
35. WorldPose: A World Cup Dataset for Global 3D Human Pose Estimation - arXiv, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://arxiv.org/html/2501.02771v1>
36. Football Player Tracking and Performance Analysis Using the OpenCV Library Mathematical Modelling of Engineering Problems - IIETA, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.iieta.org/download/file/fid/118759>
37. Soccer Data Analysis Based on Computer Vision: Master Thesis at KTH Royal Institute of Technology - Diva-Portal.org, erişim tarihi Ocak 16, 2026, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1868498/FULLTEXT01.pdf>