

Kas Asimetrisinin Sporda Rolü: Biyomekanik Temeller, Performans Yansımaları ve Yaralanma Risk Dinamikleri

Cengiz Ölmez¹

Özet

Bu bölüm, kas asimetrisinin sportif performans, biyomekanik denge ve yaralanma riski üzerindeki çok yönlü etkilerini kapsamlı biçimde incelemektedir. Kas asimetrisi, vücudun sağ ve sol tarafları arasındaki kuvvet, tork, aktivasyon ve morfolojik özelliklerdeki farklılıkları ifade eder ve özellikle unilateral yüklenmelerin baskın olduğu sporlarda belirgin şekilde ortaya çıkar. Güncel literatür, düşük düzeydeki asimetrielerin bazı branşlarda performans açısından adaptif bir rol üstlenebildiğini, buna karşın belirgin dengesizliklerin hareket ekonomisini bozarak eklem yüklenmesini artırdığını ve yaralanma riskini yükselttiğini göstermektedir. Bölümde, kas asimetrisinin nöromüsküler ve morfolojik temelleri ayrıntılı olarak ele alınmakta; motor ünite aktivasyonu, agonist–antagonist oranları ve kas-tendon mekaniklerinin hareket verimliliği üzerindeki rolü tartışılmaktadır.

Ayrıca izokinetik dinamometri, EMG, fonksiyonel performans testleri ve giyilebilir sensörler gibi değerlendirme yöntemlerinin geçerlilik ve güvenilirlik özellikleri açıklanmakta; %10–15 aralığındaki asimetri düzeylerinin potansiyel risk göstergesi olabileceğine değinilmektedir. Performans perspektifinden bakıldığında, sprint, sıçrama, yön değiştirme, tekme ve atış gibi hareketlerde görülen kuvvet dengesizliklerinin hem mekanik verimlilik hem de teknik uygulama üzerinde etkili olduğu vurgulanmaktadır. Yaralanma ekseninde ise H/Q oranı düşüklüğü, rotator cuff dengesizlikleri ve kalça–pelvis kontrol sorunlarının sakatlık insidansı ile ilişkisi literatür ışığında değerlendirilmektedir. Son olarak, unilateral kuvvet antrenmanları, nöromüsküler kontrol çalışmaları ve rehabilitasyon protokollerinin asimetri yönetimindeki yeri ele alınarak uygulayıcılara pratik öneriler sunulmaktadır. Bölüm, kas asimetrisinin spor biliminde hem performans optimizasyonu hem de yaralanma önleme açısından merkezi bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır.

1 Doç. Dr., Ordu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Ordu, Türkiye
cengizolmez@odu.edu.tr; Orcid: 0000-0001-8584-6272

1. Giriş

Kas asimetrisi, insan hareket sisteminin doğasında bulunan, ancak sportif performans ve yaralanma riski açısından kritik önem taşıyan bir özelliktir. Temel olarak kas asimetrisi, vücudun sağ ve sol tarafları arasındaki kuvvet, tork, kas hacmi veya nöromusküler aktivasyon farklılıklarını ifade eder (Impellizzeri vd., 2007). Sporcunun hareket paterni, teknik becerisi ve antrenman geçmişi bu farklılıkların oluşumunda belirleyici rol oynar. Özellikle dominant tarafın sürekli kullanımına dayalı branşlarda —örneğin tekvando, tenis, beyzbol veya futbolda— unilateral yüklenmeler zamanla belirgin yapısal ve fonksiyonel dengesizliklere yol açabilmektedir (Sannicandro vd., 2014).

Kas asimetrisinin performans üzerindeki etkisi çift yönlüdür. Bazı düzeylerdeki asimetri, sporcunun teknik avantaj elde etmesine katkı sağlayabilirken, belirli eşiklerin üzerinde ortaya çıkan kuvvet dengesizlikleri hareket ekonomisini bozar, enerji maliyetini artırır ve yaralanma riskini yükseltir (Maloney, 2019). Bu nedenle asimetri, yalnızca bir biyomekanik sonuç değil, aynı zamanda performans yönetiminde kontrol edilmesi gereken bir değişkendir. Özellikle diz, kalça ve omuz gibi yüksek yük taşıyan eklemlerde görülen kuvvet dengesizlikleri, hem akut kas-tendon yaralanmalarının hem de kronik aşırı kullanım sendromlarının önemli bir belirleyicisidir (Croisier vd., 2008; Kim vd., 2020).

Modern spor bilimi, kas asimetrisinin ölçülmesi, izlenmesi ve yönetilmesine ilişkin giderek gelişen araçlara sahiptir (Ölmez vd., 2022a). İzokinetik dinamometreler, elektromiyografi (EMG) sistemleri ve üç boyutlu hareket analiz teknolojileri, bu farkların objektif olarak değerlendirilmesine olanak tanır. Bununla birlikte, güncel literatürde asimetrinin “zararlı mı yoksa adaptif mi” olduğu tartışması devam etmektedir. Bazı araştırmalar, elit düzeydeki sporcularda gözlenen düşük düzeydeki asimetrilerin performans avantajı sağlayabileceğini, diğerleri ise bu dengesizliklerin kümülatif kas-iskelet stresi yaratarak sakatlık riskini artırdığını ileri sürmektedir (Maloney, 2019).

Bu bağlamda kas asimetrisinin bilimsel olarak incelenmesi, yalnızca bireysel performansın optimizasyonu değil, aynı zamanda sporcunun uzun dönem sağlığının korunması açısından da stratejik bir öneme sahiptir. Aşağıdaki bölümlerde, kas asimetrisinin biyomekanik temelleri, değerlendirme yöntemleri, performans ve yaralanma üzerindeki etkileri ile bu dengesizliklerin antrenman ve rehabilitasyon süreçlerindeki yönetimi detaylandırılacaktır.

2. Kas Asimetrisinin Biyomekanik Temelleri

Kas asimetrisinin biyomekanik altyapısı, hem merkezi sinir sistemi düzeyinde motor kontrol farklılıklarından hem de periferik kas yapısındaki morfolojik değişimlerden kaynaklanır. Motor ünite aktivasyonunda dominant tarafın daha erken ve senkronize uyarıldığı, bu nedenle daha yüksek tork ve patlayıcı kuvvet üretimi sergilediği bilinmektedir (Cavanagh & Komi, 1979). Bu durum, sporcunun dominant ekstremitesinde daha yüksek kuvvet üretimi ve hareket doğruluğu sağlarken, non-dominant tarafın göreceli olarak zayıf kalmasına neden olabilir (Ölmez, 2023).

Asimetrisinin bir diğer belirleyicisi, kas kesit alanı (cross-sectional area) ve tendon sertliğidir. Tek taraflı yüklenmeler sonucunda dominant ekstremitede hipertrofi gelişirken, karşı taraf daha az uyarı aldığı için yapısal adaptasyonlar geride kalır. Bu durum, özellikle alt ekstremitte sporlarında (örneğin futbolda tekme, teniste itiş fazı) belirginleşir (Akgün & Şar, 2025; Fousekis vd., 2010). Morfolojik farklılıklar yalnızca kas hacmiyle sınırlı değildir; kasın pennasyon açısı, lif uzunluğu ve elastik özellikleri de taraflar arasında değişebilir. Bu farklılıklar, hareket sırasında tork üretim açısını, kasın moment kolunu ve kasılma hızını doğrudan etkiler.

Kas asimetrisinin biyomekanik sonuçları, özellikle agonist–antagonist kas oranları üzerinden değerlendirildiğinde daha iyi anlaşılır. Örneğin, diz ekleminde hamstring/quadriceps (H/Q) oranı optimalde 0.6–0.8 aralığında olmalıdır. Bu oranın altına düşmesi, diz ekstansiyonu sırasında hamstringlerin eksantrik kontrolünü azaltarak ön çapraz bağ (ACL) stresini artırır (Croisier et al., 2008). Benzer şekilde omuz kompleksinde rotator cuff kaslarının kuvvet dengesizliği, humeral başın glenoid içinde stabilitesini bozarak üst ekstremitte yaralanmalarına zemin hazırlar.

Nöromüsküler sistem, bu dengesizlikleri belirli ölçüde kompanse etmeye çalışır. Ancak uzun vadede asimetrik yüklenmeler, postüral hizalanma bozukluklarına ve kompensatuar hareket stratejilerine yol açar. Bu durum, “fonksiyonel asimetri” olarak adlandırılır ve genellikle “yapısal asimetri” ile birlikte gelişir (Maloney, 2019). Fonksiyonel asimetri, sporcunun teknik performansını etkileyebilecek kadar karmaşık bir fenomendir; çünkü hareketin sinirsel kontrolü, kuvvetin üretiminden çok, kuvvetin yönlendirilmesi ve zamanlamasına bağlıdır.

Sonuç olarak kas asimetrisi, yalnızca kuvvet dengesizliği olarak değil, bir biyomekanik sistem bozulması olarak değerlendirilmelidir. Bu sistem, sinirsel kontrol, kas-tendon mekanikleri ve eklemler kinematiki arasındaki hassas dengeye dayanır. Bu nedenle asimetrisinin doğru anlaşılması, sporcunun

hareket ekonomisini optimize etmek ve yaralanma riskini azaltmak açısından temel bir önkoşuldur.

3. Asimetrisinin Değerlendirilmesi: Ölçüm Yöntemleri

Kas asimetrisinin doğru biçimde değerlendirilmesi hem performans analizleri hem de yaralanma risk yönetimi açısından kritik bir adımdır. Ancak asimetrisinin “ne kadar farkın anlamlı sayılacağı” sorusu, hâlâ literatürde tartışmalıdır. Çoğu çalışma, taraflar arası kuvvet farkının %10–15’in üzerine çıkmasının klinik olarak anlamlı bir dengesizlik oluşturduğunu öne sürmektedir (Knapik vd., 1991). Bununla birlikte, bu eşik branşa, ölçüm yöntemine ve hareketin hızına göre değişebilir.

3.1. İzokinetik Değerlendirmeler

İzokinetik dinamometri, kas asimetrisini analiz etmede “altın standart” olarak kabul edilir. Bu yöntem, belirli açısal hızlarda (örneğin 60°, 180° ve 300°/s) kasın oluşturduğu torku ölçer. Test sırasında katılımcı, eklem hareketini sabit bir hızda gerçekleştirirken cihaz tork üretimini sürekli olarak kaydeder. Bu sayede hem tepe tork (peak torque) hem de zaman–tork eğrisi elde edilir. İzokinetik testlerde hesaplanan asimetri oranı genellikle şu formülle ifade edilir:

$$\text{Asimetri (\%)} = 100 \times \frac{|\text{Dominant} - \text{Non-dominant}|}{\max(\text{Dominant}, \text{Non-dominant})}$$

Bu değer, %0’a yaklaştıkça simetrik, %10’un üzerinde ise belirgin dengesizlik olarak yorumlanır (Newton et al., 2006). Ayrıca diz eklemi için hamstring/quadriceps (H/Q) oranı ve omuz eklemi için internal/external rotation (IR/ER) oranı da incelenen temel göstergelerdir (Croisier vd., 2008; Ölmez vd., 2025; Yılmaz vd., 2025).

3.2. Elektromiyografi (EMG) Tabanlı Ölçümler

Yüzeysel EMG sistemleri, kas aktivasyon paternlerini kaydederek nöromüsküler asimetrielerin saptanmasına olanak tanır. EMG, izokinetik testlere ek olarak sinirsel kontrol ve kasın “işe katılım zamanlaması” hakkında da bilgi verir (Cavanagh & Komi, 1979). Örneğin, dominant tarafta motor ünite ateşleme sıklığının yüksek olması, daha hızlı kuvvet üretimiyle sonuçlanabilir. Ancak bu durum, aynı zamanda antagonist kas grubunun baskılanmasına yol açarak dengesiz bir eklem momenti yaratabilir.

3.3. Fonksiyonel Testler ve Alan Uygulamaları

Son yıllarda saha temelli testler, laboratuvar ölçümlerine pratik bir alternatif olarak öne çıkmıştır. Dikey sıçrama, tek bacak sıçrama, sprint başlangıcı veya tek ayak denge testleri gibi fonksiyonel testler, sporcunun “gerçek hareket ortamında” sergilediği asimetrisi değerlendirmeye yöneliktir (Bishop vd., 2019). Özellikle reaktif kuvvet indeksi (RSI) ve yer tepki kuvveti (GRF) ölçümleri, kinetik asimetrinin belirlenmesinde sık kullanılır. Giyilebilir ivmeölçerler ve kuvvet platformları, bu ölçümleri saha ortamında yüksek doğrulukla yapabilmektedir (Ball vd., 2010; Balsalobre-Fernández vd., 2016).

3.4. Ölçüm Değişkenliği ve Güvenirlik

Asimetri değerleri; test ortamı, motivasyon, kas yorgunluğu ve ölçüm tekrarı gibi faktörlerden etkilenir. Bu nedenle ölçümlerin güvenilirliği için test-tekrar test analizlerinde intraclass correlation coefficient (ICC) ≥ 0.85 değeri önerilmektedir (Fousekis vd., 2010). Ayrıca, cihaz kalibrasyonu ve pozisyon sabitlemesi, özellikle izokinetik ölçümlerde sonuçların doğruluğunu belirleyen kritik unsurlardır.

Sonuç olarak, asimetrinin değerlendirilmesi çok boyutlu bir süreçtir. En iyi yaklaşım, izokinetik ve EMG tabanlı laboratuvar ölçümlerinin saha temelli fonksiyonel testlerle desteklenmesidir. Böylece sporcunun hem nöromüsküler hem de kinematik düzeydeki dengesizlikleri bütüncül olarak analiz edilebilir.

4. Kas Asimetrisinin Performansa Etkileri

Kas asimetrisinin sportif performans üzerindeki etkileri hem doğrudan kuvvet üretimi hem de hareket koordinasyonu açısından iki düzeyde ortaya çıkar. Kuvvet farkları, enerji üretimi ve iletimi sırasında kinetik zincirde dengesizlik yaratarak performans çıktılarında varyasyon oluşturur. Bu durum sprint, sıçrama, yön değiştirme veya tekme gibi yüksek güç gerektiren hareketlerde belirginleşir (Maloney, 2019).

4.1. Sprint ve Sıçrama Performansı

Sprint performansı büyük ölçüde alt ekstremiteler kaslarının senkronize kuvvet üretimine dayanır. Taraflar arası kuvvet farkı, adım uzunluğu ve yerle temas süresi arasında anlamlı değişikliklere neden olabilir. Bell ve ark. (2014), alt ekstremitedeki kas kütlesi asimetrisinin sıçrama sırasında üretilen kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü etkilediğini göstermiştir. Benzer biçimde Bishop ve ark. (2019), tek bacak sıçrama testlerinde %10'un üzerindeki

asimetriklerin, toplam sıçrama yüksekliğini ve zemin reaksiyon kuvvetini anlamlı biçimde azalttığını bildirmiştir.

4.2. Dövüş Sporlarında Tekme ve Yumruk Performansı

Tekvando ve kickboks gibi dövüş sporlarında asimetri, özellikle dominant tarafın yüksek tekrarlarla kullanılması sonucu gelişir. Bu durum, tekme hızında ve yön doğruluğunda avantaj sağlasa da zamanla non-dominant ekstremitede güç ve koordinasyon kaybına yol açabilir (Ölmez, 2022b). Fousekis ve arkadaşları (2010), profesyonel futbolcularda benzer bir asimetri modelinin, tekme kuvvetini artırırken diz ekleminde yük dağılımı dengesizliği oluşturduğunu belirtmiştir. Bu nedenle branş-spesifik antrenman programlarında, kuvvet kazanımı kadar dengeleyici egzersizlerin de yer alması önerilmektedir.

4.3. Üst Ekstremité Performansı

Voleybol, hentbol ve tenis gibi sporlar, üst ekstremité asimetriklerinin en belirgin olduğu branşlardır. Tek taraflı servis ve smaç hareketleri, rotator cuff kaslarında kuvvet dengesizliği yaratır. İç rotator kasların dominant kolda lehine gelişmesi, özellikle voleybol gibi tekrarlayan omuz üstü hareketlerin yoğun olduğu sporlarda, ER/IR kuvvet oranlarını bozarak glenohumeral ekleminde anterior kapsül stresini artırmakta ve labrum ile rotator cuff yaralanmalarına zemin hazırlamaktadır (de Lira vd., 2019; Kim vd., 2020; Stickley vd., 2008; Burkhart vd., 2003). Bu bulgu, asimetriknin kısa vadede performans avantajı yaratırken uzun vadede olumsuz etkiler doğurabileceğini göstermektedir.

4.4. Asimetriknin “Adaptif” Boyutu

İlginç bir şekilde, düşük düzeydeki asimetriklerin her zaman zararlı olmadığı da gösterilmiştir. Özellikle yüksek teknik beceri gerektiren sporlarda, taraf baskınlığı motor öğrenmenin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkabilir. Örneğin tenis oyuncularında baskın kolun daha yüksek kuvvet üretimi, top hızını artırırken vuruş doğruluğunu da iyileştirebilir (Sannicandro vd., 2014). Ancak bu durum, dengeli bir nöromüsküler kontrol ile desteklenmediğinde kompensatuar hareketlere ve erken yorgunluğa yol açabilir. Bu nedenle modern antrenman yaklaşımları, “asimetriknin tamamen ortadan kaldırılması” yerine “fonksiyonel düzeyde optimize edilmesini” hedeflemektedir (Bany vd., 2025).

Sonuç olarak, kas asimetrisi performans üzerinde çift yönlü bir etki yaratır: belirli düzeyde adaptif olabilirken, belirli eşik üzerinde bozulmuş

bir hareket ekonomisi ve düşük mekanik verimlilik ile sonuçlanır. Bu nedenle, antrenman planlamasında kuvvet artışı kadar kuvvet dağılımının dengesi de performansın sürdürülebilirliği açısından belirleyici bir faktördür.

5. Kas Asimetrisinin Yaralanma Riskiyle İlişkisi

Kas asimetrisi yalnızca performans değil, aynı zamanda yaralanma biyomekanığı açısından da kritik bir belirleyicidir. Taraflar arasındaki kuvvet dengesizliği, yük dağılımının bozulmasına ve bir tarafın aşırı zorlanmasına yol açar. Özellikle alt ekstremité sporcularında diz eklemi çevresindeki asimetrisi hem akut kas yırtıkları hem de ön çapraz bağ (ACL) yaralanmaları için önemli bir risk faktörüdür (Croisier vd., 2008).

5.1. Alt Ekstremité Yaralanmaları

Profesyonel futbolcularda yapılan prospektif çalışmalar, diz eklemi H/Q oranının %0.6'nın altına düşmesinin hamstring strain insidansını anlamlı biçimde artırdığını göstermiştir (Lehance vd., 2009). Benzer biçimde, unilateral kuvvet farkının %15'in üzerinde olduğu oyunculara ACL yaralanması olasılığı iki kattan fazla artmaktadır (Fousekis vd., 2010). Bu bulgular, kas asimetrisinin yalnızca performansla değil, eklem stabilitesiyle de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

5.2. Üst Ekstremité Yaralanmaları

Tenis, beyzbol ve voleybol gibi sporlarda omuz rotatör kasları arasındaki kuvvet dengesizliği sık rastlanan bir problemdir. İç rotatörlerin (internal rotators) dominant kol lehine gelişmesi, omuz ekleminde anterior kapsül stresini artırarak labrum ve rotator cuff yaralanmalarına zemin hazırlar (Ellenbecker & Cools, 2010; Burkhart vd., 2003). Asimetrisinin özellikle eksantrik kontrol kaybı üzerinden geliştiği ve bu durumun atış fazında humeral başın glenoid merkezinden sapmasına yol açtığı bildirilmiştir.

5.3. Fonksiyonel ve Kronik Sonuçlar

Uzun dönemli asimetrisi, yalnızca kas dengesizlikleri değil, aynı zamanda kinematik zincirde zincirleme etkiler yaratır. Örneğin, kalça abdüktör asimetrisi pelvis stabilitesini azaltır; bu da diz valgus momentini artırarak patellofemoral ağrı sendromu riskini yükseltir (Powers, 2010). Bu nedenle asimetrisi hem "lokal" hem de "global" etkiler doğurur.

Genel olarak, kas asimetrisi yaralanma riskini artıran ancak önlenemez bir faktör olarak görülmelidir. Dengesizliklerin erken saptanması ve düzenli izlenmesi, sporcularda sakatlık önleme stratejilerinin temelini oluşturur.

6. Asimetrielerin Düzeltilmesi: Antrenman ve Rehabilitasyon Yaklaşımları

Asimetrinin azaltılması, sporcuların performans sürekliliğini korumak ve yaralanma riskini düşürmek için stratejik bir hedef olmalıdır. Güncel yaklaşımlar, kuvvet dengesizliklerini tek taraflı yüklenmelerle “dengelemek” yerine, nöromüsküler kontrolü yeniden organize etmeye odaklanır (Hewett vd., 2005).

6.1. Unilateral ve Fonksiyonel Egzersizler

Tek taraflı egzersizler (ör. tek ayak squat, split lunge, tek kol press) hem kuvvet farklarını azaltır hem de denge ve propriosepsiyonu geliştirir. Bu egzersizler, sinirsel adaptasyonu tetikleyerek non-dominant tarafın motor öğrenmesini hızlandırır (Bell vd., 2014). Ayrıca fonksiyonel kuvvet egzersizleri —örneğin medball rotasyonları veya tek ayak pliometrikleri— kinetik zincirin doğal dengesini destekler.

6.2. Nöromüsküler Kontrol ve Denge Eğitimi

Denge platformları, bosu topları ve proprioseptif geri bildirim egzersizleri, kas aktivasyon senkronizasyonunu iyileştirerek asimetrinin fonksiyonel yönünü düzeltebilir. Sannicandro ve arkadaşları (2014), sekiz haftalık denge antrenmanının genç tenisçilerde alt ekstremitte asimetrisini %12’den %5’e düşürdüğünü bildirmiştir.

6.3. Yaralanma Sonrası Rehabilitasyon

Rehabilitasyon sürecinde asimetrielerin yeniden oluşmasını önlemek için eksantrik kontrol ve reaktif kuvvet egzersizleri önerilir. Özellikle hamstring yaralanmalarında Nordic hamstring exercise, eksantrik kuvvet asimetrisini azaltmada etkili bulunmuştur (Mjølshes vd., 2004).

6.4. Antrenman Programı Planlaması

Antrenörler için temel ilke, kuvvet artışının mutlaka denge ölçümleriyle izlenmesi gerektiğidir. Bilateral ve unilateral testlerin belirli aralıklarla tekrarlanması, asimetrinin yeniden ortaya çıkmasını önler. Ayrıca yüksek yoğunluklu antrenman dönemlerinde dinlenme ve iyileşme protokollerinin optimize edilmesi, nöromüsküler dengeyi korur.

7. Güncel Araştırma Eğilimleri ve Gelecek Perspektifleri

Son yıllarda, kas asimetrisi araştırmaları teknolojik gelişmelerle yeni bir boyut kazanmıştır. Giyilebilir sensörler, inertial measurement unit (IMU)

sistemleri ve yüksek hızlı kameralar, asimetrinin gerçek zamanlı olarak takip edilmesine olanak tanımaktadır (Camomilla vd., 2018). Bu sistemler, özellikle saha koşullarında kinematik veri toplamayı kolaylaştırarak laboratuvar ve uygulama arasındaki boşluğu azaltır.

7.1. Genetik ve Nörofizyolojik Araştırmalar

Yeni çalışmalar, asimetrinin yalnızca mekanik değil, nörojenetik faktörlerle de ilişkili olabileceğini öne sürmektedir. Örneğin, BDNF ve ACTN3 gibi gen varyantlarının nöromusküler adaptasyon oranlarını etkileyerek asimetri düzeylerini belirleyebileceği tahmin edilmektedir. Bu yaklaşımlar, gelecekte “kişiselleştirilmiş biyomekanik profil” oluşturma imkânı sunabilir.

8. Sonuç ve Pratik Öneriler

Kas asimetrisi, spor biyomekaniğinde hem fizyolojik hem de mekanik boyutlarıyla incelenmesi gereken çok katmanlı bir olgudur. Araştırmalar, asimetrinin performans üzerinde çift yönlü bir etki yarattığını göstermektedir: Düşük düzeyde asimetrisi teknik adaptasyon ve verimlilik sağlarken, yüksek düzeyde asimetrisi hareket ekonomisini bozar ve yaralanma riskini artırır.

Bu nedenle uygulayıcılara yönelik temel öneriler şunlardır:

1. Sporcuların asimetri profilleri yılda en az iki kez izokinetik veya fonksiyonel testlerle değerlendirilmelidir.
2. %10'un üzerindeki asimetrisi potansiyel risk olarak kabul edilmeli, düzeltici egzersiz programları planlanmalıdır.
3. Unilateral egzersizler ve denge antrenmanları düzenli olarak antrenman programına dâhil edilmelidir.
4. Asimetrinin biyomekanik ve nörolojik bileşenleri birlikte değerlendirilmeli; giyilebilir teknolojiler ve AI tabanlı takip sistemleri ile desteklenmelidir.

Sonuç olarak, asimetrinin tamamen ortadan kaldırılmasından ziyade fonksiyonel olarak optimize edilmesi, sürdürülebilir performans ve düşük yaralanma riski için en uygun yaklaşımdır. Gelecekteki çalışmaların, asimetrinin sinirsel, mekanik ve genetik boyutlarını entegre şekilde incelemesi, spor biliminde bu konuya dair daha kapsamlı bir anlayış geliştirecektir.

Kaynaklar

- Akğün, S., & Şar, H. (2025). The Relationship Between Calf Circumference, Jump Performance and Shot Velocity In Female Soccer Players. *Anatolia Sport Research*, 6(2), 93-101.
- Ball, N. B., Stock, C. G., & Scurr, J. C. (2010). Bilateral contact ground reaction forces and contact times during plyometric drop jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2762-2769.
- Bany, W., Lopuszańska-Dawid, M., & (diğer yazarlar). (2025). Morphological and functional asymmetry among elite fencers. *Applied Sciences*, 15(14), 8020. <https://doi.org/10.3390/app15148020>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2016). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bell, D. R., Sanfilippo, J. L., Binkley, N., & Heiderscheit, B. C. (2014). Lean mass asymmetry influences force and power asymmetry during jumping in collegiate athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 28(4), 884–891. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000367>
- Bishop, C., Read, P., Chavda, S., Jarvis, P., & Turner, A. (2019). Using unilateral strength, power and reactive strength tests to detect the magnitude and direction of asymmetry: a test-retest design. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(3), 58. <https://doi.org/10.3390/sports7030058>
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler, W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology Part I: Pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 19(4), 404–420. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50128>
- Camomilla, V., Bergamini, E., Fantozzi, S., & Vannozzi, G. (2018). Trends supporting the in-field use of wearable inertial sensors for sport performance evaluation: A systematic review. *Sensors*, 18(3), 873. <https://doi.org/10.3390/s18030873>
- Cavanagh, P. R., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in human skeletal muscle under concentric and eccentric contractions. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 42(3), 159–163. <https://doi.org/10.1007/BF00431022>
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 36(8), 1469–1475. <https://doi.org/10.1177/0363546508316764>
- de Lira, C. A. B., Vancini, R. L., Dantas, E. H. M., de Almeida, A. A., Benedito-Silva, A. A., & da Silva, A. C. (2019). Profiling isokinetic strength

- of shoulder rotator muscles in adolescent male volleyball players. *Sports*, 7(2), 49. <https://doi.org/10.3390/sports7020049>
- Ellenbecker, T. S., & Cools, A. (2010). Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: An evidence-based review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(5), 319–327. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.058875>
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: Profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 364–373.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2005). Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: A systematic review of neuromuscular training interventions. *Journal of Knee Surgery*, 18(1), 82–88.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(11), 2044–2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
- Kim, D.-K., Park, G., Kuo, L.-T., & Park, W.-H. (2020). Isokinetic performance of shoulder external and internal rotators of professional volleyball athletes by different positions. *Scientific Reports*, 10, 8706. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65630-9>
- Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *The American journal of sports medicine*, 19(1), 76–81. <https://doi.org/10.1177/036354659101900113>
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(2), 243–251. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00780.x>
- Maloney S. J. (2019). The relationship between asymmetry and athletic performance: a critical review. *Journal of strength and conditioning research*, 33(9), 2579–2593. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002608>
- Mjølunes, R., Arnason, A., Østhaen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(5), 311–317. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.367.x>
- Newton, R. U., Gerber, A., Nimphius, S., Shim, J. K., Doan, B. K., Robertson, M., Pearson, D. R., Craig, B. W., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2006). Determination of functional strength imbalance of the lower

- extremities. *Journal of strength and conditioning research*, 20(4), 971–977. <https://doi.org/10.1519/R-5050501x.1>
- Ölmez, C. (2023). Taekwondo sporcularının kuadriseps ve hamstring kuvvet performanslarının incelenmesi: metaanaliz çalışması. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 15(2), 202-2013. <https://doi.org/10.5336/sportsci.2022-93959>
- Ölmez, C. (2022b). The investigation of isokinetic knee strength and muscle balance of taekwondo and wrestling athletes. *Turkish Journal of Kinesiology*, 8(4), 107-114.
- Ölmez, C., Hammami, N., Apaydın, N., Hattabi, S., Şar, H., Khezami, M. A., & İnce, A. (2025). Is isokinetic shoulder strength a determinant of serve ball velocity in tennis?. *Sports biomechanics*, 24(6), 1548-1561.
- Ölmez, C., Şar, H., Akgün, S., & Hammami, N. (2022a). Tenisçilerde izokinetik kalça kuvveti ile ilişkili motor özelliklerin incelenmesi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(Özel Sayı 1), 230-241.
- Powers C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(2), 42–51. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>
- Sannicandro, I., Cofano, G., Rosa, R. A., & Piccinno, A. (2014). Balance training exercises decrease lower-limb strength asymmetry in young tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 397–402.
- Stickley, C. D., Hetzler, R. K., Freemyer, B. G., & Kimura, I. F. (2008). Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *Journal of Athletic Training*, 43(6), 571–577.
- Yılmaz, A. K., Akgün, S., Salkılıç, E. K., Anıl, B., Akdemir, E., Aktaş, B., ... & Kabadayı, M. (2025). The relationship between agility and lower extremity strength in female basketball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 198.