



**GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI FUTBOLA ÖZGÜ
REAKTİF ÇEVİKLİK TEST
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ İLE
GÜVENİRLİK VE GEÇERLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Sabri BİRLİK
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Mehmet YILDIZ

Tez No: 2025-032

Afyonkarahisar

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI FUTBOLA ÖZGÜ
REAKTİF ÇEVİKLİK TEST SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ İLE
GÜVENİRLİK VE GEÇERLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Hazırlayan
Sabri BİRLİK

Danışman
Prof. Dr. Mehmet YILDIZ

2. Danışman
Doç. Dr. Uğur FİDAN

Tez No: 2025-032
AFYONKARAHİSAR

Bu tez çalışması; Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAPK) Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: 24.SAĞ.BİL.06

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ KABUL VE ONAY

Öğrencinin	Adı- Soyadı	Sabri BİRLİK
	Numarası	223318001
	Anabilim Dalı	Beden Eğitimi ve Spor
	Programı	Beden Eğitimi ve Spor
	Program Düzeyi	☒ Yüksek Lisans ☐ Doktora
Tezin Başlığı		Görüntü İşleme Tabanlı Futbola Özgü Reaktif Çeviklik Test Sisteminin Geliştirilmesi İle Güvenirlik Ve Geçerliğinin Araştırılması
Tez Savunma Sınav Tarihi		01.09.2025
Tez Savunma Sınav Saati		11:00
Yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.		
BAŞKAN	Prof. Dr. Yücel OCAK	
ÜYE	Prof. Dr. Mehmet KALE	
ÜYE	Prof. Dr. Mehmet YILDIZ	
ÜYE	Doç. Dr. Uğur FİDAN	
ÜYE	Doç. Dr. Zeki AKYILDIZ	

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... / / tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa TEKERLİ
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak
hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başkalarının tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.

10 /08 / 2025
Sabri BİRLİK

ÖZET

GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI FUTBOLA ÖZGÜ
REAKTİF ÇEVİKLİK TEST SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ İLE
GÜVENİRLİK VE GEÇERLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Reaktif çeviklik, özellikle futbol gibi açık beceri gerektiren sporlarda, oyuncunun değişen çevresel uyaranlara hızla tepki vererek pozisyon alabilme yetisini ifade eder. Bu doğrultuda geliştirilen reaktif çeviklik test sistemlerinde, genellikle ışıklı uyarıcılar, kızılötesi sensörler ve hareket yakalama teknolojileri kullanılmaktadır. Söz konusu sistemler, hem karar verme sürecini hem de motor yanıtı ölçme açısından sporcu performansının çok boyutlu analizine olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, bu sistemlerin yüksek maliyetli olması, taşınabilirlik açısından sınırlılıklar barındırması, reaktif çeviklik özelliğinin az olması, spor spesifik özelliklerin düşük olması ve uygulama sürecinde teknik bilgi gerektirmesi önemli dezavantajlar arasında yer almaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, projeksiyon destekli görsel uyarıcı sistemleri ile entegre görüntü işleme teknikleri, reaktif çeviklik testlerinde daha gerçekçi ve etkileşimli senaryolar oluşturulmasına olanak tanıyabilecek fikirleri ortaya çıkarmaktadır. Yüksek çözünürlüklü ve geniş açılı projeksiyonlar reaktif çeviklik için test alanı oluşturmaya olanak verirken, derinlik kamerası ile sporcuların bu alan içindeki uzamsal-mekânsal konumlarının (x, y ve z) belirlenmesiyle yeni bir reaktif test ölçüm sisteminin geliştirilmesi fikri ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı; görüntü işleme tabanlı bir reaktif çeviklik ölçüm cihazının geliştirilmesi ve bu cihazın geçerlilik ile güvenilirlik açısından olarak incelenmesidir.

Bu çalışmanın yöntemi iki temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, görüntü işleme tabanlı reaktif çeviklik test ve antrenman sisteminin donanımı, yazılım arayüzü ve spor branşlarına özgü hareket kütüphanesi geliştirilmiştir. Sistem; geniş açılı ve yüksek çözünürlüklü bir projeksiyon cihazı, bir derinlik kamerası, kontrol ünitesi ve yansıtma yüzeyinden oluşmaktadır. Projeksiyon cihazı 5 m yükseklikten 120 derece açı ile 12 Metre karelik alana yansıtılmıştır. Bu test alanı matlab programı ile 25 Kareye bölünmüştür. Yazılım ile uyaranlar (futbol topu görüntüsü) bu karelere yansıtılmaktadır. Yazılımının ana mantığı alan için bir futbol topu görüntüsü yansıtılması, derinlik kamerası sporcunun bu alan içindeki konumunun belirlenmesi ve sporcu bu görüntüyü ayağı ile bozduğunda yeni bir uyan verilmesi üzerine kurgulanmıştır. Bu çalışmada yeni sistemde 3 farklı reaktif çeviklik test senaryosu 3 farklı yön değiştirme modeli ve 1 planlı yön değiştirme (PYD) protokolü oluşturulmuştur.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise sistemin geçerlilik (laboratuvar ve saha geçerliliği) ve güvenilirliği (test tekrar-test) test edilmiştir. Laboratuvar geçerliliği kapsamında, farklı senaryo modelde cihazdan elde edilen süre verileri ile yüksek hızlı video kayıtları üzerinden görüntü analiz yazılımı (KINOVA) ile belirlenen süreler birbiri ile karşılaştırılmıştır. Saha geçerliliği ise elit ve elit olmayan futbolcular arasında reaktif çeviklik testleri ile PYD testleri (T testi, Illinois testi ve sistem PYD) karşılaştırılması bu testlerin birbiri ile arasındaki ilişkisinin belirlenmesi sıranmıştır. Buna göre profesyonel futbolcuların reaktif çeviklik değerlerinin anlamlı olarak çok yüksek değerlere sahipken, bu farkın PYD değerlerinde daha az olacağı hipotez edilmiştir.

Güvenirlik ve geçerlik çalışmasına 24 profesyonel (yaş: 23.5 ± 4.2 yıl, boy: 176 ± 3.28 cm, vücut ağırlığı: 74.29 ± 2.42 kg, deneyim: 8.7 ± 3.1 yıl) ve 33 amatör (yaş: 21.8 ± 3.7 yıl, boy: 174 ± 4.11

cm, vücut ağırlığı: 74,89±3,76 kg, deneyim: 5.2±2.4 yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Laboratuvar geçerliğinde yöntemler arasındaki farkın belirlenmesi için bağımsız değişken t testi kullanılmıştır. Geçerlik ayrıca, sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK), linear regresyon analizi ve Bland Altman uyumluluk sınırları (LOA) ile sınanmıştır. Saha geçerliği elit ve etli olayan gruplar arası karşılaştırma ile PYD ve reaktif çeviklik testleri ilişkisi ile belirlenmiştir. Test tekrar-test güvenilirliğinde farkın belirlenmesi için eşleştirilmiş t testi kullanılırken, güvenilirlik ayrıca, SKK, linear regresyon analizi ve Bland Altman LOA ve varyasyon katsayısı % (VK%) ile de değerlendirilmiştir.

Laboratuvar geçerliği sonuçlarına göre her üç senaryo ve modelde de yeni sistem ile video analizleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bunun birlikte çok yüksek bir SKK (0,92 ve 0,99 arası; $p<0,05$) tespit edilmiştir. Ayrıca ölçümler arasında sistematik bir yanlılık bulunmazken, rastgele hata değerleri çok düşük olup, R^2 (0,97 ve 0,99 arası, $p<0,05$) oldukça yüksektir. Saha geçerliğinde; tüm senaryo ve modellerde planlı yön değiştirme testinde (T testi: Illinois Testi ve Sistemsel PYD) profesyoneller lehine amatör futbolcularla arasında istatistiksel anlamlı fark bulunurken (%6,42 ve %8,9 arası), reaktif çeviklik değerlerinde bu fark çok daha yüksektir (%13,08 ve %19,68 arası). Bununla beraber PYD testleri ile reaktif çevik testleri arasında pozitif yönde düşük-orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur (r : 0,25 ile 0,57 arası $p<0,05$).

Test tekrar-test güvenilirlik verilerine göre ölçümler arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bunun birlikte çok yüksek bir SKK (0,92 ve 0,99 arası, $p<0,05$) tespit edilmiştir. Ayrıca ölçümler arasında sistematik bir yanlılık bulunmazken, rastgele hata değerleri çok düşük olup R^2 (sırasıyla: 0,84 ve 0,97 arası, $p<0,05$), oldukça yüksektir. Ayrıca VK% değerleri kabul edilebilir aralıklarda (%0,96 ile %3,47 arası) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonunda yeni geliştirilen reaktif çeviklik test ölçüm sisteminin laboratuvar koşullarında yüksek bir geçerliğe sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca reaktif çeviklik bileşenlerinden olan bilişsel faktörlerin sınıflar arasında ayrımını yaparak ve saha şartlarında geçerliğini kanıtlamıştır. Bununla birlikte yüksek test tekrar-test güvenilirliği belirlenmiştir. Sistemin bilgisayar yazılımı temelli olması ve geliştirilemeye ve farklı branşlarda reaktif ölçümlerin alınmasına olanak vererek literatürde yeni bir ölçüm modelinin oluşmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Geliştirilen sistemin farklı spor branşlarında, yaş gruplarında ve uyarıcı türlerinde uygulanabilirliği ile ilgili yapılacak ileri düzey çalışmalar, sportif performans testlerine yeni bir boyut kazandıracağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Reaktif çeviklik, görüntü işleme, geçerlik, güvenilirlik, çeviklik testi, futbol, performans ölçümü

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A FOOTBALL-SPECIFIC IMAGE PROCESSING-BASED REACTIVE AGILITY TEST SYSTEM AND INVESTIGATION OF ITS RELIABILITY AND VALIDITY

Reactive agility refers to a player's ability to quickly respond to changing environmental stimuli and position themselves, particularly in sports such as football that require open skills. Reactive agility testing systems developed for this purpose typically utilise light-based stimuli, infrared sensors, and motion capture technologies. These systems enable a multidimensional analysis of athlete performance in terms of both decision-making and motor response measurement. However, significant disadvantages include their high cost, limited portability, low reactive agility capability, low sport-specific characteristics, and the technical knowledge required for their application. With the advancement of technology, projection-based visual cueing systems integrated with image processing techniques are giving rise to ideas that could enable the creation of more realistic and interactive scenarios in reactive agility tests. High-resolution and wide-angle projections enable the creation of a test area for reactive agility, while the idea of developing a new reactive test measurement system has emerged by determining the spatial-spatial positions (x, y, and z) of athletes within this area using a depth camera. In this context, the aim of this study is to develop an image processing-based reactive agility measurement device and to examine this device in terms of validity and reliability.

The method of this study consists of two main stages. In the first stage, the hardware, software interface, and sport-specific movement library of the image processing-based reactive agility testing and training system were developed. The system consists of a wide-angle, high-resolution projection device, a depth camera, a control unit, and a projection surface. The projection device projects onto a 12-square-metre area at a 120-degree angle from a height of 5 metres. This test area is divided into 25 squares using the Matlab programme. Stimuli (football images) are projected onto these squares using software. The main logic of the software is based on projecting a football image onto the area, determining the athlete's position within this area using the depth camera, and providing a new stimulus when the athlete distorts this image with their foot. In this study, three different reactive agility test scenarios, three different direction change models, and one planned direction change (PDC) protocol were created in the new system.

In the second phase of the study, the system's validity (laboratory and field validity) and reliability (test-retest) were tested. Within the scope of laboratory validity, the time data obtained from the device in different scenario models were compared with the times determined using image analysis software (KINOVIA) via high-speed video recordings. Field validity was tested by comparing reactive agility tests and PYD tests (T-test, Illinois test, and system PYD) between elite and non-elite footballers to determine the relationship between these tests.

Accordingly, it was hypothesised that professional footballers would have significantly higher reactive agility values, while this difference would be less pronounced in PYD values.

The reliability and validity study included 24 professionals (age: 23.5 ± 4.2 years, height: 176 ± 3.28 cm, body weight: 74.29 ± 2.42 kg, experience: 8.7 ± 3.1 years) and 33 amateurs (age: 21.8 ± 3.7 years, height: 174 ± 4.11 cm, body weight: 74.89 ± 3.76 kg, experience: 5.2 ± 2.4 years) participated as volunteers. An independent t-test was used to determine the difference between methods in laboratory validity. Validity was also tested using the intraclass correlation coefficient (ICC), linear regression analysis, and Bland-Altman limits of agreement (LOA). Field validity was determined by comparing elite and non-elite groups and by the relationship between PYD and reactive agility tests. A paired t-test was used to determine the difference in test-retest reliability, while reliability was also assessed using ICC, linear regression analysis, Bland Altman LOA, and coefficient of variation % (CV%).

According to the laboratory validity results, no significant difference was found between the new system and video analyses in all three scenarios and models. However, a very high SKK (between 0.92 and 0.99; $p < 0.05$) was detected. Furthermore, while no systematic bias was found between measurements, random error values were very low, and R^2 (between 0.97 and 0.99, $p < 0.05$) was quite high. In field validity; in the planned change of direction test in all scenarios and models (T-test: Illinois Test and Systemic PYD), a statistically significant difference was found in favour of professionals compared to amateur footballers (between 6.42% and 8.9%), while this difference was much higher in reactive agility values (between 13.08% and 19.68%). However, a low-to-moderate positive correlation was found between PYD tests and reactive agility tests (r : between 0.25 and 0.57, $p < 0.05$).

According to test-retest reliability data, no significant difference was found between measurements. However, a very high CTT (between 0.92 and 0.99, $p < 0.05$) was detected. Furthermore, while no systematic bias was found between measurements, random error values were very low and R^2 (between 0.84 and 0.97, $p < 0.05$) was quite high. In addition, VK% values were found to be within acceptable ranges (between 0.96% and 3.47%).

At the end of the study, it was observed that the newly developed reactive agility test measurement system has high validity under laboratory conditions. It also demonstrated the validity of the cognitive factors, which are components of reactive agility, by distinguishing between classes and proving its validity in field conditions. Furthermore, high test-retest reliability was determined. The computer software-based nature of the system and its potential for development and application in reactive measurements across different disciplines are expected to contribute to the emergence of a new measurement model in the literature. Further studies on the applicability of the developed system in different sports disciplines, age groups, and stimulus types are expected to add a new dimension to sports performance testing.

Keywords: Reactive agility, image processing, validity, reliability, agility test, football, performance assessment

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanması ve yürütülmesi sürecinde değerli fikirleriyle bana yol gösteren, gerek akademik hayatımda gerekse günlük yaşamımda her zaman mentorluk yaparak bilgi, birikim ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet YILDIZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bilgi, deneyim ve rehberliğiyle çalışmamın gelişmesine önemli katkılar sağlayan ikinci danışmanım Sayın Doç. Dr. Uğur FİDAN'a da şükranlarımı sunarım.

Lisans ve lisansüstü eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini bizlerle paylaşan Afyon Kocatepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nin değerli akademisyenlerine, araştırma sürecinde katkı sağlayan hocalarıma ve çalışmaya katılım gösteren sporcu arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez yazım sürecinde yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Büşra ER'e de ayrıca teşekkür ederim.

Her koşulda yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme en derin şükranlarımı sunarım. Özellikle, veri toplama sürecindeki katkıları ve manevi desteği ile bu çalışmanın en önemli paydaşlarından biri olan kardeşim Barış BİRLİK'e minnettarım.

Bunun yanı sıra sevgili annem Şerife BİRLİK'e, babam Savaş BİRLİK'e ve kardeşim Elif BİRLİK'e de her zaman yanımda oldukları, sabır ve destekleriyle bana güç verdikleri için teşekkür ederim.

Son olarak, bu zorlu süreç boyunca anlayışı, sabrı ve her daim hissettirdiği desteğiyle bana güç katan sevgili eşim Şeyma Nur BİRLİK'e en derin teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması; Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAPK) Tarafından Desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı BAPK'ya teşekkür ederim.

Sabri BİRLİK

Afyonkarahisar

2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
Giriş	1
1.1 Araştırmanın Problemi	2
1.2 Araştırmanın Alt Problemleri	2
1.3. Araştırmanın Hipotezleri.....	3
1.4. Araştırmanın Amacı	4
1.5. Araştırmanın Önemi	4
1.6 Araştırmanın Varsayımları	5
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
2.LİTERATÜR TARAMASI.....	6
2.2.Futbol Oyunu	6
2.2.1.Futbolun Oyun özellikleri	7
2.2.2.Futbolun Fizyolojik İhtiyaçları.....	7
2.3.Futbolda Temel ve Yardımcı Motorik Özellikler	10
2.3.1.Çeviklik.....	10
2.4. Futbolda Çeviklik.....	14
2.4.1. Yön Değiştirme Hızı.....	15
2.4.2. Yön Değiştirme Hızına Etki Eden Faktörler.....	16
2.4.3. Yön Değiştirme Hızı- Teknik İlişkisi.....	17
2.4.4. Yön Değiştirme Hızı - Sprint İlişkisi.....	18
2.4.5. Yön Değiştirme Hızı-Cinsiyet İlişkisi.....	19
2.4.6. Reaktif Çeviklik	20
2.4.7. Reaktif Çeviklik - Yön Değiştirme Becerisi Arasındaki İlişki.....	21
2.4.8. Yön Değiştirme Açığı	22
2.5. Sporda Yaygın Olarak Kullanılan Çeviklik Testleri.....	23
2.5.1. T Testi	23

2.5.2. Pro-Agility Çeviklik Testi	24
2.5.3. Illinois Çeviklik Testi	24
2.5.4. 505 Çeviklik Testi	25
2.6. Güncel Teknolojik Cihazlar ile Gerçekleştirilen Çeviklik Prosedürleri.....	28
2.6.1 FitLight Trainer ile Reaktif Çeviklik Testi	28
2.6.2 Y-Shape Reaktif Çeviklik Testi (YRA Test)	29
2.6.3. BlazePod Reaktif Çeviklik Testi	29
2.6.4 Speedcourt Test Sistemi.....	30
3.MATERYAL ve METOD.....	31
Senaryo 1: Sabit Basit Reaksiyon Testi.....	37
Senaryo 2: Randomize Basit Reaksiyon Testi	38
Senaryo 3: Randomize Seçili Reaksiyon Testi	38
Illinois Çeviklik Testi	40
Çalışmanın Genel Diyagramı	42
4.BULGULAR	45
4.1. Katılımcılar.....	45
4.2.Laboratuvar Geçerliliği Analizleri.....	47
4.3.SAHA GEÇERLİLİĞİ ANALİZLERİ.....	52
4.4. LABORATUVAR GÜVENİLİRLİK ANALİZLERİ.....	57
5.TARTIŞMA	63
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	70
7.KAYNAKLAR.....	74
8.EKLER.....	80
8.1 Etik Kurul Onayı.....	80

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ANOVA: Analysis of Variance

CI: Confidence Interval

Cohen's d: Etki Büyüklüğü

CV: Coefficient Variation

dk: Dakika

F: Varyans analizi (ANOVA) parametre simgesi

FİTSPEED: Çoklu reaksiyon sistemi

GİT-RÇ: Görsel İşlem Tabanlı Reaktif Çeviklik Cihazı

ICC: Intraclass Correlation Coefficient

n: Örneklem büyüklüğü

P: Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri

PYD: Planlı Yön Değiştirme

R2: Determinasyon Katsayısı

S1: Görsel-bilişsel reaktif çeviklik testi 1 (Senaryo 1)

S2: Görsel-bilişsel reaktif çeviklik testi 2 (Senaryo 2)

S3: Görsel-bilişsel reaktif çeviklik testi 2 (Senaryo 3)

sn: Saniye

SPSS: Statistical Package for the Social Science

ss: Standart Sapma

t: Süre

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1.Senaryolar Bazında Cihaz ve Video Kaydı Arasındaki Regresyon Analizi.....	48
Grafik 2.Senaryo 1 5-10-15 Değişkenleri Bakımından Cihaz ve Video Kaydı Arasındaki Regresyon Analizi	48
Grafik 3. Senaryo 2 5-10-15 Değişkenleri Bakımından Cihaz ve Video Kaydı Arasındaki Regresyon Analizi	49
Grafik 4. Senaryo 3 5-10-15 Değişkenleri Bakımından Cihaz ve Video Kaydı Arasındaki Regresyon Analizi	50
Grafik 5.Senaryo 1 5-10-15 Değişkenleri Blant Altman Analizine Göre Değerlendirilmesi..	50
Grafik 6. Senaryo 2 5-10-15 Değişkenleri Blant Altman Analizine Göre Değerlendirilmesi.	51
Grafik 7.Senaryo 3 5-10-15 Değişkenleri Blant Altman Analizine Göre Değerlendirilmesi..	51
Grafik 8.Senaryolara Ait 1. Gün ve 2. Gün Verilerinin Regresyon Analizi Sonuçları.....	57
Grafik 9 Senaryo 1'in 1. Ve 2. Gün Bazında 5-10-15 Değişkenlerinin Regresyon Analizi	58
Grafik 10. Senaryo 2'in 1. Ve 2. Gün Bazında 5-10-15 Değişkenlerinin Regresyon Analizi .	59
Grafik 11. Senaryo 3'in 1. Ve 2. Gün Bazında 5-10-15 Değişkenlerinin Regresyon Analizi .	60
Grafik 12. S1'e göre 5-10-15 Değişkenlerinin 1.ve 2. Gün Verilerinin Blant Altman Analizi Sonuçları.....	61
Grafik 13 S2 'ye göre 5-10-15 Değişkenlerinin 1.ve 2. Gün Verilerinin Blant Altman Analizi Sonuçları.....	61
Grafik 14' 5-10-15 Değişkenlerinin 1.ve 2. Gün Verilerinin Blant Altman Analizi Sonuçları	62

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1Profesyonel ve Amatör Sporcuların Tanımlayıcı İstatistikleri	45
Tablo 2.Verilerin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	46
Tablo 3.Farklı Senaryonun Geçerliliği Analizleri	47
Tablo 4 . Tüm Senaryoların 5 TOP Değişkenine göre Planlı Yön Değiştirme Testleri ile Korelasyonlarının İncelenmesi.....	52
Tablo 5. Tüm Senaryoların 10 TOP Değişkenine göre Planlı Yön Değiştirme Testleri ile Korelasyonlarının İncelenmesi.....	53
Tablo 6. Tüm Senaryoların 15 TOP Değişkenine göre Planlı Yön Değiştirme Testleri ile Korelasyonlarının İncelenmesi.....	54
Tablo 7.Profesyonel ve Amatör Sporcuların Çeviklik Testleri.....	55
Tablo 8. Amatör ve Profesyoneller Arasında Bilişsel Testlerin Geçerliliğinin İncelenmesi	56
Tablo 9.Senaryoların Test- Tekrar Test Verilerine Ait Analiz Sonuçları	57

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Çevikliği Etkileyen Faktörler	13
Resim 2. Yön Değiştirme Hızını Etkileyen Faktörler	17
Resim 3.T Çeviklik Testi	24
Resim 4.Pro-Agility Çeviklik Testi.....	24
Resim 5.Illinois Çeviklik Testi.....	25
Resim 6.505 Çeviklik Testi	26
Resim 7.FitLight Trainer System	29
Resim 8.YRA Test	29
Resim 9.BlazePod Reaktif Çeviklik Test Ekipmanları.....	30
Resim 10.Speedcourt Reaktif Çeviklik Test Ekipmanları	31
Resim 11.Sistemin Genel Blok Diyagramı	32
Resim 12..RealSense Depth Kamera Sensöründen Alınan Uzunların İskelet Sistemindeki Konumları.....	33
Resim 13. Senaryo 1: Sabit Basit Reaksiyon Testi Uygulaması	38
Resim 14. Senaryo 1: Sabit Basit Reaksiyon Testi Uygulaması ile Bilgisayar Ekranına Topun Yansıması	38
Resim 15.Senaryo 3: Randomize Seçili Reaksiyon Testi Uygulaması	39
Resim 16.Illinois Çeviklik Testi	41
Resim 17.PYD Testi Uygulaması	42

Giriş

Spor bilimlerinde performansın ölçülmesi ve geliştirilmesi, yalnızca fiziksel parametrelerle sınırlı olmayıp bilişsel süreçlerin de dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır (Williams & Ford, 2008). Özellikle futbol gibi açık beceri gerektiren sporlarda, oyuncuların sahadaki performansı; çevresel uyarınları hızlı ve doğru bir şekilde algılayabilme, bu uyarınlara uygun kararlar verebilme ve bu kararları motor yanıtlarla eş zamanlı biçimde uygulayabilme yeteneğine bağlıdır (Kida, Oda, & Matsumura, 2005). Bu bağlamda, sporcuların yalnızca hız ve çeviklik gibi motor becerileri değil, aynı zamanda karar verme ve tepki süresi gibi bilişsel becerileri de önem kazanmaktadır (Farrow, Young, & Bruce, 2005). Bu bütüncül yaklaşım, günümüzde “reaktif çeviklik” kavramını spor bilimlerinde merkezi bir konuma taşımıştır (Sheppard & Young, 2006; Young & Willey, 2010; Yüksek & Ayan, 2018).

Reaktif çeviklik, sporcunun değişken ve öngörülemez çevresel uyarınlara hızlı, doğru ve etkili bir şekilde tepki verebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Sheppard & Young, 2006). Bu beceri, yalnızca fiziksel çevikliğe değil, aynı zamanda bilişsel süreçlere, özellikle algılama, dikkat, karar verme ve motor yanıt koordinasyonuna da bağlıdır (Young & Willey, 2010; Williams & Ford, 2008). Özellikle futbol gibi açık beceri gerektiren sporlarda, oyuncuların reaktif çevikliği; rakip hareketleri, topun yön değiştirmesi veya ani oyun senaryoları karşısında uygun pozisyon alma ve etkili yanıt üretme yeteneğinin temelini oluşturmaktadır (Farrow, Young, & Bruce, 2005). Dolayısıyla reaktif çevikliğin ölçülmesi ve geliştirilmesi, sporcularda performans analizi, yetenek seçimi ve antrenman programlarının planlanmasında kritik bir öneme sahiptir (Yüksek & Ayan, 2018).

Son yıllarda geliştirilen reaktif çeviklik test sistemlerinde genellikle ışıklı uyarıcılar, kızılötesi sensörler ve hareket yakalama teknolojilerinin kullanıldığı görülmektedir (Gabbett & Benton, 2009; Serpell, Young & Ford, 2011). Bu sistemler, hem karar verme sürecinin ölçülmesine hem de motor yanıt hızının değerlendirilmesine olanak tanımakta ve sporcu performansının çok boyutlu analizi için önemli katkılar sunmaktadır. Bununla birlikte, mevcut teknolojilerin yüksek maliyetli olması, taşınabilirlik açısından sınırlılıklar içermesi, spora özgü hareketleri yeterince yansıtamaması ve uygulama sürecinde ileri teknik bilgi gerektirmesi araştırmacılar ve antrenörler açısından önemli dezavantajlar olarak öne çıkmaktadır (Paul, Gabbett & Nassis, 2016).

Son yıllarda reaktif çeviklik performansının ölçümünde kullanılan sistemler arasında ışıklı uyarıcılar önemli bir yer tutmaktadır. LED paneller veya taşınabilir ışık üniteleri aracılığıyla uygulanan bu yöntem sporcunun görsel dikkatini belirli noktalara yönlendirerek hızlı karar verme ve motor tepkiyi tetiklemeyi amaçlamaktadır (Gabbett & Benton, 2009). Taşınabilirlik açısından pratik ve maliyet bakımından diğer ileri teknolojilere göre daha ulaşılabilir olan bu sistemler farklı test senaryolarına kolayca uyarlanabilmektedir. Bununla birlikte, yalnızca görsel ışık sinyalleriyle uyarım sağlamaları nedeniyle gerçek oyun ortamındaki çoklu uyaran çeşitliliğini yansıtamamakta ve bilişsel süreçleri sınırlı düzeyde harekete geçirmektedir. Bu durum, sporun özgün yapısında karşılaşılan kompleks çevresel koşulların laboratuvar ortamına aktarılmasında yetersizlik oluşturmakta ve testlerin ekolojik geçerliliğini düşürmektedir (Serpell, Young & Ford, 2011).

Genel olarak değerlendirildiğinde, ışıklı uyarıcı sistemleri pratik ve ulaşılabilir olmalarına karşın sınırlı bilişsel gerçeklik sağlamaktadır. Kızılötesi sensörler ölçümlerde yüksek doğruluk sunsa da karar verme süreçlerini dışarıda bırakmakta; hareket yakalama teknolojileri ise en kapsamlı veriyi sağlamasına rağmen maliyet, taşınabilirlik ve teknik zorluklar açısından kısıtlılıklar barındırmaktadır. Bu nedenlerle, mevcut sistemlerin hiçbirisi reaktif çevikliğin bilişsel ve motor boyutlarını bütüncül bir biçimde yansıtmamaktadır. Literatürde de sıklıkla vurgulandığı üzere (Williams & Ford, 2008; Paul et al., 2016), spora özgü senaryoları içeren, hem laboratuvar hem de saha koşullarında uygulanabilirliği yüksek test sistemlerine olan ihtiyaç devam etmektedir.

Bu çalışmanın amacı; görüntü işleme tabanlı bir reaktif çeviklik ölçüm cihazının geliştirilmesi ve bu cihazın geçerlilik ile güvenilirlik açısından bilimsel olarak incelenmesidir.

1.1 Araştırmanın Problemi

Görüntü işleme tabanlı olarak geliştirilen futbolculara yönelik yeni reaktif çeviklik ölçüm cihazı geliştirilebilir mi? Geliştirilen cihaz laboratuvar şartlarında ve sınıflar arası ayırımında geçerlilik ve güvenilirlik düzeyine sahip midir?

1.2 Araştırmanın Alt Problemleri

1. Geliştirilen test sistemi projeksiyon cihazı ile parke zemine yansıtılabilir mi?
2. Derinlik kamerası yansıtılan parke zemin üzerindeki sporcuyu algılayabilir mi?

3. Projeksiyon cihazından parke zemine yansıtılan alanın koordinatları ile sporcuyu algılayacak olan derinlik kamerasının koordinatları eşleştirilebilir mi?
4. Teste giren sporcunun cihazdan elde edilen süreleri anlık olarak sporcu tarafından da görülebilir mi ?
5. Cihazdan elde edilen süreler ile video kayıtlarından belirlenen süreler arasında fark var mıdır?
6. Orta düzey bilişsel içerikli senaryoda (Senaryo 2) de ortaya çıkan cihaz ölçümleri ile diğer ölçüm yöntemleri arasındaki uyum nasıldır?
7. Tamamen bilişsel reaktif çeviklik senaryosunda (Senaryo 3) de cihaz ölçümleri ile diğer ölçüm yöntemleri arasındaki uyum nasıldır?
8. Planlı yön değiştirme senaryosunda amatör ve profesyonel futbolcular arasında çeviklik süreleri açısından fark var mıdır?
9. Orta düzey bilişsel içerikli senaryoda (S2) amatör ve profesyonel futbolcular arasında fark var mıdır?
10. Tamamen bilişsel reaktif çeviklik senaryosunda (S3) amatör ve profesyonel futbolcular arasında fark var mıdır?
11. Sporcular arasında 5,10 ve 15 top değişkenleri arasında fark var mıdır ?
12. Profesyonel futbolcuların, üç senaryodaki performans sıralamaları nasıldır?
13. Amatör futbolcuların, üç senaryodaki performans sıralamaları nasıldır?
14. Cihazdan elde edilen süreler, farklı günlerde tekrarlandığında benzer sonuçlar vermekte midir?
15. Geliştirilen cihaz, planlı ve bilişsel reaktif çeviklik senaryolarını farklı performans düzeyindeki sporcular üzerinde uygulanabilir şekilde sunabilmekte midir?

1.3. Araştırmanın Hipotezleri

H1: Geliştirilen Test Sistemi Projeksiyon Cihazı ile zemine yansıtılabilir.

H2: Derinlik kamerası zemin üzerindeki sporcuyu algılayabilir.

H3: Projeksiyon cihazından zemine yansıtılan alanın koordinatları ile sporcuyu algılayacak olan derinlik kamerasının koordinatları eşleştirilebilir

H4: Teste giren sporcunun cihazdan elde edilen süreleri anlık olarak sporcu tarafından da görülebilir mi

H5: : Cihazdan elde edilen süreler ile video kayıtlarından belirlenen süreler arasında anlamlı fark yoktur.

H6: Planlı yön değiştirme senaryosunda video ölçümleri arasında benzerlik (fark yok) vardır.

H7: Senaryo 2 için cihaz ölçümleri ile diğer ölçüm yöntemleri arasında anlamlı düzeyde uyum/benzerlik vardır

H8: Planlı yön değiştirme senaryosunda amatör ve profesyonel futbolcular arasında reaktif çeviklik süreleri açısından anlamlı fark yoktur.

H9: S2 senaryosunda amatör ve profesyonel futbolcular arasında anlamlı fark vardır.

H10: S3 senaryosunda amatör ve profesyonel futbolcular arasında anlamlı fark vardır.

H11: Profesyonel futbolcuların üç senaryodaki performans sıralamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

H12: Amatör futbolcuların üç senaryodaki performans sıralamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

H13: Cihazdan elde edilen süreler, farklı günlerde tekrarlandığında benzer sonuçlar verir.

H14: Geliştirilen cihaz, planlı ve bilişsel reaktif çeviklik senaryolarını farklı performans düzeyindeki sporcular üzerinde uygulanabilir şekilde sunabilir.

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı: görüntü işleme tabanlı futbola yönelik bir reaktif çeviklik ölçüm cihazının geliştirilmesi ile laboratuvar ve saha koşullarında geçerli ve güvenilir olup, olmadığının belirlenmesidir.

1.5. Araştırmanın Önemi

Reaktif çeviklik, özellikle futbol gibi açık beceri gerektiren sporlarda, oyuncunun değişen çevresel uyaranlara hızlı ve doğru tepki verebilme yetisini ifade eder. Mevcut test sistemleri yüksek maliyet, spor-spesifik olmayan uyaran (ışık) içermesi, taşınabilirlik kısıtı ve teknik kullanım zorluğu gibi nedenlerle saha koşullarında yaygın olarak kullanılamamaktadır.

Bu çalışma, görüntü işleme tabanlı ve projeksiyon destekli özgün bir reaktif çeviklik ölçüm cihazı geliştirilerek söz konusu sınırlılıkları ortadan kaldırmayı hedeflemiştir. Geliştirilen sistem; düşük maliyetli, taşınabilir, saha ve laboratuvar koşullarında uygulanabilir, hem motor yanıt hem de karar verme süresini nesnel olarak ölçebilen yapısıyla öne çıkmaktadır. Ayrıca sistemin yazılım tabanlı olması spora ve amaca yönelik her türlü spor-spesifik uyarana göre ayarlanabilir olma özelliği barındırmaktadır. Sistem sadece test ve ölçüm yapmanın yanında antrenman dirillerinin oluşturulmasına da olanak verebilecek niteliktedir. Bununla birlikte daha önce böyle bir teknoloji ile reaktif çeviklik ölçüm ve antrenman sistemi geliştirilmediği için alanında ilk olma özelliği taşımakta ve böylelikle bilime ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6 Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmaya katılacak sporcuların her zamanki beslenme düzeninde beslendikleri varsayılmıştır.
2. Gerçekleştirilen test boyunca futbolcuların en üst motivasyonda tutulması sağlanmış ve uygulanan testleri %100 performanslarıyla gerçekleştirdikleri varsayılmıştır.
3. Araştırmanın uygulama zemininden dolayı ayakkabılarının kaymayan ve rahatsız etmeyen ayakkabılar ile testlerin uygulandığı varsayılmıştır.
4. Sporcuların testlerden önce ağır antrenmanlara girmediği varsayılmıştır.
5. Sporcuların bilişsel testlerden önce çevresel faktörlerden etkilenmediği varsayılmıştır.
6. Bu çalışmaya katılan sporcuların uyku düzenlerinin bozuk olmadığı ve testten önce en az 3 saat uyanık kaldıkları varsayılmıştır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Bu çalışmada yer alan amatör futbolcular sadece Afyonkarahisar ilinde bulunan takımlar ile sınırlıdır.
- Bu çalışma en az 5 yıl aktif futbol oynayan bireyler ile sınırlıdır.
- Bu çalışma son 3 sezonda en az 40 maç oynayan futbolcular ile sınırlıdır.
- Bu çalışma 18-30 yaş arası futbolcular ile sınırlıdır.
- Araştırmaya katılan futbolcular erkek sporcular ile sınırlıdır.

- Çalışma kapalı salon ile sınırlıdır.
- Çalışma alanı loş ışık ile sınırlıdır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.2. Futbol Oyunu

Futbol, milyonlarca insanın günlük yaşamında önemli bir yer kaplayan, küresel olarak bakıldığında dünyanın en ücra yerleşim yerlerinden elit yaşam kültürlerinin olduğu merkezlere kadar hemen hemen yaşamın sürdürüldüğü tüm alanlarda ilgiyle takip edilen bir spor dalıdır. (Teoldo vd., 2021) Futbol oyunu, birçok dinamik değişken tarafından etkilenen, aerobik ve anaerobik dayanıklılık gerektiren, yüksek şiddetli ve aralıklı fiziksel aktivitelerin olduğu bir spor branşıdır (Orendurff vd., 2010).

Dayanıklılık, kuvvet ve sürat gibi temel biyomotor yetilerin yanı sıra, denge, esneklik, koordinasyon ve çeviklik gibi yardımcı biyomotor yetiler de performansı etkileyen başlıca faktörler arasında yer almaktadır (Tokgöz, 2023). Bunlarla birlikte, teknik ve taktik beceri, liglerde oynanan oyun seviyesi, karar verme yeteneği ve çevresel faktörler gibi etkenler de futbolda yüksek performansı etkileyen diğer faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Hughes & Franks, 2005).

Oyunda temel kriter gelişim ve ilerlemedir. Bu nedenle hedeflenen amaç: sporcu performanslarını üst seviyelere taşımak ve bu düzeye ulaşan sportif verimi korumaktır (Pion vd., 2015).

Performansı artırmanın ve korumanın sağlanması için en önemli anahtar doğru ve planlı bir antrenman sisteminin uygulanmasıdır. Antrenman planlamaları hem oyuncudan elde edilecek verimi artırmaya hem de futbolcunun yapması gereken hareketleri hızlı ve kısa sürede etkili bir şekilde yerine getirebilmesini sağlamaya yönelik olarak planlanmaktadır (Alcantara, 2021).

Enerji sistemleri, yapılan egzersizin metabolizma üzerindeki fizyolojik etki mekanizması ile direkt ilişkilidir. Aerobik ve anaerobik olarak uygulanan egzersizlerin farklı fizyolojik etkileri bulunmaktadır. Uygulanan egzersizin süresi enerji metabolizması açısından en önemli bileşenlerden birisi olarak kabul edilse de egzersizin tipi, şiddeti, hacmi ve kişilerin hazır bulunuşluğu enerji sistem katkısını değiştirme potansiyeli olan diğer bileşenlerdir. Yüksek şiddetli bir egzersizin vücutta ne kadar enerji talebi oluşturduğu ve bu enerji talebinin hangi

enerji sistemleri ile karşılanacağı performans gelişimi açısından oldukça önemlidir (Atasever, 2023)

2.2.1.Futbolun Oyun özellikleri

Futbol, takım başına 11 oyuncuyla oynanan bir spordur. Yedek kulübesinde de 10 oyuncu yer alır. Doğal koşullarda her takımın 5 değişiklik yapma hakkı vardır. Futbol, 45'er dakikadan toplam 90 dakika iki devre halinde oynanır. Bir orta olmak koşuluyla maçı toplamda dört hakem yönetmektedir. Futbol sahaları minimum 45m x 90m, maksimum 68 m x 105 m uzunluğunda olup, yüzeyi çimen veya toprak olur (TFF yayınları, Cilt 1, 1992).

2.2.2. Futbolun Fizyolojik İhtiyaçları

Futbol oyununda, profesyonel düzeydeki sporcular, genellikle 90 dakika boyunca anaerobik eşik seviyesine yakın bir tempoda, yani maksimal kalp atım sayısının %80 ila %90'ı oranında bir yoğunlukta, yaklaşık 10 kilometre veya daha fazla mesafe kat etmektedir. Bunun yanı sıra, bu sporcular sahip oldukları dayanıklılık kapasitesine ek olarak, ani sıçramalar, şut çekme aksiyonları, hızlı yön değiştirmeler ve ikili mücadeleler gibi çok sayıda patlayıcı nitelikteki etkinliği de gerçekleştirmektedir (Tokgöz, 2023).

Futbol, oyun olarak hem aerobik hem de anaerobik yeteneklerin sahaya yansıtılmasını isteyen bir oyun anlayışına sahiptir (Demir & Kıyıcı, 2023). Üst düzey liglerde mücadele eden oyuncular bir müsabaka esnasında ortalama olarak 10-12 km mesafe koşmaktadır. Bu değer kaleciler için yaklaşık olarak 4 km civarında gerçekleşmektedir. Yapılan birçok araştırma sonucuna göre müsabaka esnasında en uzun mesafe koşan mevki grubu orta sahalardır. Ayrıca bu araştırmalar sonucu elde edilen bulgulara göre profesyonel oyuncuların amatör oyunculara göre daha fazla mesafe kat ettiğini belirlenmiştir (Whitehead, 1975; Mohr vd., 2003).

Futbol maçının 90 dakikayı bulan uzun periyodu göz önüne alındığında enerji ihtiyacının büyük oranda aerobik metabolizma tarafından karşılandığı bilinmektedir (Nunes vd., 2012). Maç içerisinde oyuncular, oyunun akışı ve temposu ile orantılı olarak kat ettikleri toplam mesafenin %11 civarını sprint şeklinde %7'sini de geriye doğru yaptıkları aktiviteler ile gerçekleştirmektedir. Ayrıca toplam mesafenin %37 oranında jogging temposunda ve %25 civarında da yürüme şeklinde gerçekleştiği saptanmıştır. Ek olarak futbolcular yaklaşık olarak maç içerisinde her 30 saniyede bir topa sahip olmakta ve yine yaklaşık olarak ortalama 90 saniyede bir 2-3 saniye süren sprintler gerçekleştirmektedir (Yılmaz vd., 2023).

Kuvvet ve güç parametreleri futbolda en az dayanıklılık kadar önem taşımaktadır. Oyuncuların sahip olduğu maksimal kuvvetin artırılması onların maç içerisinde gerçekleştirdikleri ivmelenmeye pozitif yönde katkı sağlamaktadır. Ayrıca dönüş ve yön değiştirme içeren çevikliğe yönelik hareketlerin yapılmasını da kolaylaştırmaktadır (Arnason vd., 2004). Futbol, yorucu yoğunluğu olan kuvvet ve hız bileşenlerini içeren ve bunların tüm müsabaka boyunca sergilenmesini gerekli kılan bir spordur (Yılmaz vd., 2023). Bunun yanında futbol hem aerobik hem de anaerobik kaynakların kullanımı içinde barındırmaktadır (Yılmaz vd., 2023). Bu nedenle üst düzey oyuncular maç içerisinde performanslarını korumak için hem yoğun aerobik hem de yoğun anaerobik kaynak tüketiminde bulunurlar (Bangsbo vd., 2007).

Anaerobik aktiviteler maçta skora yönelik en kritik anlarda ortaya çıkmaktadır. Maçın en önemli pozisyonlarında ya da gole yönelik yapılan vuruşlarda anaerobik özellikler doğrudan katkı sağlamaktadır (Reilly vd., 2000). Bir futbol maçı süresince elit seviyedeki oyuncular 200-250 arasında aksiyonun içerisinde yer almaktadır (Bangsbo vd., 2007). Yapılan birçok çalışmada yüksek düzeyde fiziksel kapasiteye sahip oyuncuların performanslarını etkileyen temel faktörün üst düzeyde bir fiziksel kapasiteye sahip olunması olduğu ortaya konulmuştur (Tokgöz, 2023).

Günümüzde futbol, antrenman biliminin ve teknolojinin ilerlemesiyle hızla gelişen bir spor branşı haline gelmiştir. Müsabakalar daha yüksek tempoda oynanmakta ve bundan dolayı oyuncuların dayanıklılık seviyeleri de büyük önem taşımaktadır. Yüksek şiddetli koşular, ani hızlanmalar ve değişken oyun temposu, futbol oyuncularının fiziksel ve zihinsel dayanıklılıklarını test etmektedir.

Modern futbol antrenmanları, oyuncuların sadece fiziksel kondisyonunu artırmakla kalmayıp, aynı zamanda zihinsel ve taktiksel yeteneklerini de geliştirmeyi hedeflemektedir (Rostgaard vd., 2008).

Teknolojinin gelişmesiyle, müsabaka analizi ve özel antrenman programları futbol oyuncularının performanslarının artırılmasına katkı sunmaktadır. Günümüz futbolunda başarılı olmak, doğru antrenman modelleri ve bilimsel yaklaşımlarla desteklenen kapsamlı bir hazırlık sürecini gerektirmektedir. Bu nedenle, futbol oyuncularının kendilerini sürekli olarak geliştirmeleri ve modern antrenman biliminden faydalanmaları önemlidir (Arı, 2014).

Carling (2010), Fransa 1. Futbol Ligi'nde mücadele eden futbol oyuncularını üzerinde yaptığı bir araştırmada, her bir oyuncunun ortalama olarak müsabaka süresince 191 metre topla mesafe katettiğini belirlemiştir. Bu mesafe, toplam müsabaka mesafesinin $1,7 \pm 0,7$ 'sini oluşturduğunu görülmektedir. Söz konusu araştırmada, kat edilen mesafenin %34,3'ünün 19 km/s.'den daha yüksek koşu hızında, %25,6'sının 14,1-19 km/s. ve %12,5'inin 11,1-14,0 km/s aralığındaki koşu hızında ve %27,6'sının ise 11,0 km/s'den daha düşük koşu hızında uygulanan aktivitelerden oluştuğu belirlenmiştir. Bu bulgular, futbol oyuncularının müsabaka boyunca farklı koşu hızlarında ve yüklenme yoğunluklarında aktiviteler uyguladıklarını ortaya koymaktadır.

İngiltere Premier Lig'inde farklı mevkilerden 370 futbol oyuncusunun üzerinde yapılan bir araştırma, futbol oyuncularının müsabakada kat ettikleri toplam mesafenin yüzde 5,6'sının durma, yüzde 59,3'ünün yürüme, yüzde 26,1'inin jogging, yüzde 6,4'ünün orta şiddetli koşu, yüzde 2,0'sinin yüksek şiddetli koşu ve yüzde 0,6'sının ise sprint aktivitelerinden oluştuğunu ortaya koymuştur (Bradley vd., 2009). Bununla birlikte, İngiltere Premier Lig'inde mücadele eden 55 profesyonel futbol oyuncusu üzerinde yapılan benzer bir araştırmada, oyuncuların müsabaka sırasında toplam 727 dönüş hareketi gerçekleştirdiği tespit edilmiştir (Bloomfield vd., 2007). Bu veriler, futbolun dinamik yapısını ve oyuncuların saha içindeki değişken performanslarını daha iyi anlamamıza olanak tanımaktadır.

Oyuncuların farklı aktiviteleri ve koşu hızları, mevkilere ve takım stratejisine göre değişiklik gösterebilmektedir. Fiziksel performansın analiz edilmesi, antrenman programlarının ve taktiksel stratejilerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamakta ve futbol oyuncularının performans artışı için bilimsel bir temel sağlamaktadır. Futbol, süratli ve dinamik bir spor dalıdır. Antrenman bilimi, oyuncuların performansını artırmak açısından önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle dönüşlü koşular, sıçrama, sprint gibi yüksek şiddetli aktiviteler, müsabakaların sonucu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Bu aktiviteler, oyuncuların hızlı düşünme ve ani tepki verme yeteneklerini test etmektedir. Yorgunluğa karşı direnç gösterebilen futbolcuları, müsabaka boyunca yüksek tempoda performans sergileyebilirler. Futbol takımları için, oyuncuların yüksek şiddetli aktivite uygulayabilme becerisi büyük önem taşır. Yüksek şiddetli aktivite uygulayabilme yeteneği, savunma ve hücum aksiyonlarının üst düzey performansla yapılabilmesine olanak vermektedir. Antrenman bilimi, futbol oyuncularının performansını optimize etmek için kullanılır. Bu şekilde, takımlar müsabaka sırasında avantaj elde eder ve performans açısından üstünlük kurarlar (Arı, 2014).

2.3.Futbolda Temel ve Yardımcı Motorik Özellikler

Belirli bir hedef doğrultusunda sporcular tarafından uygulanan kuvvet antrenmanları, futbolda sprint, sıçrama gibi aksiyonların yanı sıra diğer özellikleri de geliştirmektedir (Çoban, 2014). Bu özellikler arasında, teknik ve kondisyonel beceriler, ikili mücadelelerde başarılı olabilme açısından önemli olan fiziksel güç,çabuk kuvvet, patlayıcı kuvvet gibi özellikler yer almaktadır (Toktaş, 2012). Futboloyuncuları için önemli olan Futbolda kuvvetin, maksimum düzeyde geliştirilmek yerine genellikle ideal düzeyde geliştirilmesi istenir (Kumak, 2016).

Temel motorik özellikler, insan hareketliliğinin temelini oluşturan beş ana özellikten oluşmaktadır. Bunlar; dayanıklılık, kuvvet, sürat, esneklik/hareketlilik ve beceri/koordinasyon gibi özelliklerden oluşmaktadır. Bu özellikler, fiziksel performansın geliştirilmesinde ve sporda başarıya ulaşılmasında hayati bir rol oynamaktadır (Yılmaz, 2021).

2.3.1.Çeviklik

Çeviklik sportif performansların ölçümlerinde kullanılan ve geçerliliği olan bir yöntemdir. İyi bir çeviklik, gücün, hızın, dengenin ve koordinasyonun ortaklığını gerektirir. Çeviklik, belirli bir uyarıcıya karşı bütün vücudun hızlı bir şekilde yön değiştirilerek ani hareket olarak tanımlanmaktadır. Çeviklik motor bir yetenektir (Reilly ve diğ, 2000).

Çeviklik, düzenli yapılan progresif egzersizle geliştirilebilir. Sportif performansları arttırmak için çevikliği arttıran antrenmanlar hem de çevikliğin artmasını sağlayan dinamik denge özelliklerini de geliştirici antrenmanlar yapılmalıdır. Sportif aktivitelerde önemli olan çeviklik, sporcularda bulunması gereken önemli bir niteliktir (Karacabey 2013). İnsanlar çabukluk ile çevikliğin anlamlarını karıştırmaktadırlar (Asci 2013). Çeviklik, doğru ve hızlı bir şekilde yön değiştirilebilme özelliği olarak ifade edilmektedir (Chelladurai 1976).

Çeviklik düzenli bir şekilde progresif egzersizlerle geliştirilebilen motor bir yetenektir (Homberg 2009, Çömük ve Erden 2010). Çeviklikle, vücudun fizyolojik açıdan ideal değerlere getirilmesi temel hedeftir. Bu nedenle çevikliği ortaya çıkaran bir uyarıcı, bir pozisyon, bir durum sonucu, organizmanın tamamını ya da bazı parçasını, daha önceden öğrenmiş olduğu veya öğrenmemiş olduğu hareketi koordine ederek ani bir şekilde yerine getirebilme özelliği olarak tanımlayabiliriz (Renklikurt 1991).

Çeviklik, psikolojik ve fiziksel olarak iki ana bileşenden oluşur. Bunlar karar verme mekanizması ve yön değiştirme hızıdır. Görsel taramanın çevikliği etkileyen bir unsur olduğu belirtilmiştir. Literatür araştırmalarında çeviklik, genel çeviklik bileşenlerini algısal ve karar verme ve yön değiştirmeli koşu faktörleri başlıklarında toplamıştır.

Çevikliğin genel tanımında ise, çeviklik performansının fiziksel özellikleri, bilişsel süreçleri ve teknik becerileri içerdiği kabul edilmektedir (Sheppard ve Young 2006). Çevikliğin en önemli özelliği, çok kısa bir zaman birimi içerisinde bu kadar fazla özelliğin koordinesini sağlayıp bir bütün halinde ortaya konulmasıdır (Renklikurt 1991).

Çeviklik, algılanan bir uyarıya bütün vücudun hızlı ve doğru hareketidir. Başka bir tanımda ise çeviklik, bütün vücudu veya vücudun bölümlerinin yönlerini hızlı ve doğru bir biçimde değiştirme yeteneği olarak tanımlanmıştır. Başka bir tanıma göre çeviklik, sürat kaybı olmadan dengeyi koruyarak hızlıca yön değiştirme yeteneği olarak da tanımlanmıştır.

Literatürde çevikliğin farklı tanımları da vardır. Bazı spor aktiviteleri için çeviklik gerekli olan bir özelliktir (Gökgönül 2008). Çeviklik bir hareketin serisi boyunca yüksek hızda yön değiştirmesi esnasında vücudun ve eklemlerin doğru pozisyonda olmasını sağlayan kontrol ve koordinasyon becerisi olarak tanımlanır (Hazır 2010, Twist ve Benicky 1995). Çeviklik yön değiştirme ve eksantrik ve konsantrik hareketleri etkili bir şekilde yapabilme yeteneğidir (Larson ve Grimby1979).

Çeviklik, kuvvet ve kondisyon performanslarında kullanılan bir terimdir. Birçok sportif etkinliklerde önemli bir unsur olarak düşünülmektedir. Çeviklik için örnek verecek olursak, yumruktan kurtulan bir boksör, ayak uçlarında dönüşünü tamamlayan bir bale dansçısı ve rakibini yere indirmeyi düşünen bir güreşçi gibi çeviklik için birer örnek olabilir. Bununla beraber, performans gelişimine katılan sporcular çevikliği, sporcunun yön değiştirmesini sağlayan lokomotor bir beceri olarak algırlar. Bu tip hareketler çoğunlukla, basketbol, futbol, tenis ve hokey gibi saha pist sporlarında sıklıkla gözlenir (Verstegen ve Marcello 2001).

2.3.1.1.Çevikliği Etkileyen Faktörler

Yapılan çalışmalarda çevikliği etkileyen birçok faktör olduğu görülmüştür. Özellikle ilerleyen yaşlarda çeviklik olumsuz etkilendiği gibi vücut ağırlığının artması da çevikliği olumsuz etkileyebilir (Sevim 2010, Sheppard ve Young 2006).

Ayrıca, uzun boy ya da orantısız bacak gövde uzunluğu çevikliği olumsuz etkileyebilir (Sevim 2010). Yapılan bir çalışmada, erkeklerde çevikliğin kadınlara oranla daha iyi olduğu bildirilmiştir.

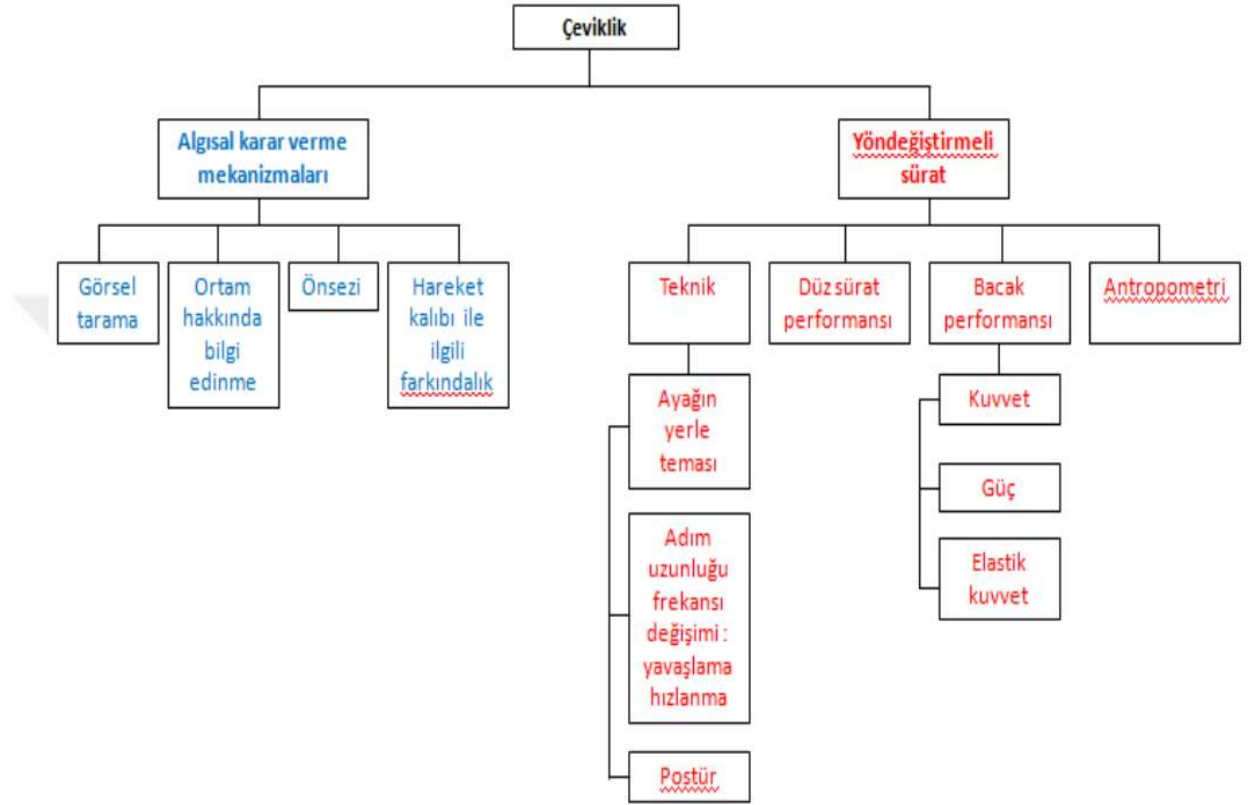
Çeviklik denge parametrelerinden olduğu için dengenin çeviklik üzerinde etkisi olduğu söylenebilir (Brown ve Ark. 2000, Sevim 2010). Reaksiyon zamanı kısa olanların çeviklik performansları daha iyidir (Brown ve Ark. 2000, Kamar 2003). Hareket sırasındaki sürat, çevikliği etkiler ve eğer kişi sportif performans açısından istenen noktaya ulaşmazsa çeviklik çalışması gerçekleştirmiş olmaz (Brown ve ark. 2000, Kamar 2003).

Çeviklik, kısa mesafelerde ortaya çıktığından dolayı, mesafenin artması çevikliği olumsuz etkiler (Brown ve Ark. 2000, Sevim 2010). Hareketin yönü açısından yan-yan, ileri-geri çapraz koşular şeklinde yapılan çeviklik testlerinin mesafeleri aynı bile olsa koşu yönü farklı olduğu için çeviklik sonuçları değişebilir (Brown ve Ark. 2000). Belirlenen noktayı görüp ona göre hareketi gerçekleştirme sonucu çeviklik artar (Brown ve Ark. 2000, Sevim 2010). Kasın tonusunda ki azalma ya da artmalar çevikliği etkiler (Sevim 2010, Sheppard ve Young 2006).

Yorgunluk, çevikliği olumsuz etkiler. Duyu organlarının hassaslığı ve doğruluğu noktasında, eğer kişinin göz problemi vertigo gibi problemleri varsa bunlar çevikliği etkiler. Çünkü çeviklik ile ilgili imputlar sadece kas ve eklem reseptörlerinden, kulak ve göz gibi duyu organlarından gelir. Kişinin antrene olması ya da kondisyon seviyesinin yüksek olması çevikliği olumlu yönde etkiler (Kaplan ve ark. 2009, Pittoli ve ark. 2010).

Spora özgü çeviklik parametresini sporcunun yanlış öğrenmesi örneğin futbolda “dribling“ (futbolda top sürme) hareketini yanlış öğrenmesini “ dripling “ e yönelik yapılan çevikliği de olumsuz etkiler (Sevim 2010, Pittoli ve ark. 2010). Antrenman ve hareketsetel deneyim yeterli değilse, çevikliğe yönelik antrenman programının olmaması çevikliği olumsuz etkiler (Kaplan ve ark. 2009). İstenilen hareketi daha az zaman kaybederek nasıl yapabileceğini belirleyecek bir dūĖünsel yeteneğe sahip olanlar daha çevik davranabilirler (Brown ve Ark. 2000, Sevim 2010).

Sakatlanmalara bağlı olarak antrenmanlardan uzak kalma çevikliği olumsuz etkiler (Clark 2001). Sheppard ve Young (2006), çeviklik literatürünü inceledikleri araştırmalarında, genel çeviklik bileşenlerini yön değiştirmeli koşu ile algısal ve karar verme faktörleri başlıklarında toplamıştır. Algısal ve karar verme faktörleri altında, görsel taramanın çevikliği etkileyen bir unsur olduğu belirtilmiştir.



Resim 1. Çevikliği Etkileyen Faktörler (Barnes ve ark. 2007, Young ve ark. 2002).

2.3.1.2 Çeviklik Antrenmanı

Çeviklik antrenmanında dikkat edilecek husus çalışmaların kolaydan zora doğru gitmesi ve yapılan spora özgü olmasıdır. Sporun karakterine göre çeviklik çalışmaları bulunup eklenebilir. Örneğin futbol ile ilgili bir çeviklik çalışmasında mutlaka futbol topu, şut, top sürme, gibi futbola özgü hareketler eklenmelidir. Tenis için ise raket, forehand ya da backhand gibi tenise özgü stiller konulabilir. Çalışmalar 5-6 saniye süreyle, yüksek şiddette olmalıdır. Bu çalışmalar haftada 2 veya 3 gün yapılmalıdır (Brown ve Ark. 2000, Pearson 2001).

2.3.1.3. Çeviklik Çalışmalarında Dikkat Edilecek Noktalar

1. Yüklenmenin şiddeti kademeli olarak arttırılmalıdır.
2. Yeni hareketler öğretilmelidir.
3. Yeni hareketler öğretilirken çok sayıda değil yeterli sayıda öğretilmelidir.

4. Öğrenilecek yeni hareketlerin seçiminde sporcunun yeteneği ve bireysel farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır.
5. Antrenmanlar kombine şekilde uygulanmalıdır.
6. Alistirmaların temposu değişken olmalıdır.
7. Çalışma alanlarındaki dış koşullar değiştirilmelidir. Değişik alanlarda, değişik alet ve yardımcı ile hareketler uygulanabilir.
8. Koordinasyonlar kombinasyonları birleştirelmelidir.
9. Çalışmalar zamana karşı yapılmalıdır. Reaksiyon geliştirici çalışmalar kombine olarak uygulanmalıdır.
10. Direktif ve komut değiştirme çalışmaları uygulanabilir.
11. Antrenman sonrası çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmaları karmaşık hareketler oluşturulmalıdır.
12. Koordinasyon çalışmalarında tam dinlenme ilkesi uygulanır.
13. Hareketlerin uygulanması sırasında şekil değişikliği yapılmalıdır.
14. Yorgunluk meydana geldiğinde dinlenme verilmelidir ve yorgunken hareketler yapılmamalıdır.
15. Günlük antrenman programında kondisyon çalışmaları her zaman yer almalıdır (Brown ve Ark. 2000, Sheppard ve Young 2006).

2.4. Futbolda Çeviklik

Çeviklik antrenmanları, uzun süredir futbol antrenmanlarının bir parçası halinde olmasına rağmen bilimsel olarak yeterince araştırılmamıştır. Elit düzeyde bir futbolcu maç esnasında ortalama 1200-1400 kere yön değiştirme yapar. Her 2-4 saniyede bir yön değiştirir (Sporis, Jukic, Milanovic & Vucetic, 2010).

Çevikliğin, bir çok spor branşında olduğu gibi futbolda da başarılı bir performans için son derece gerekli ve önemli bir fiziksel bileşen olduğu kabul edilmektedir (Lentz & Hardyk, 2000). Hızlı yön değiştirebilen, pozitif ivmelenmesi ve negatif ivmelenmesi iyi durumda olan

futbolcular hem kalite bakımından iyi durumdadır, hem de antrenörler tarafından tercih edilen sporculardır. Çeviklik antrenmanları sezon öncesi kuvvet ve kondisyon antrenmanları kadar önem taşımaktadır. Maç sırasındaki yön değişiklikleri, rakibi takip etme ya da ondan kaçmak, hareket halindeki topa tepki vermek, çeviklik biyomotor yetisinin alanına girmektedir. Bu nedenle bir uyarana verilen yanıtın çeviklik performansının bir bileşeni olduğu kabul edilmektedir (Arrow, Young & Bruce, 2005).

Futbol açısından bakıldığında çevikliğe kısaca, hızlı ve kolay bir şekilde yön değiştirme yeteneği diyebiliriz. Çevikliğin, kondisyon ve ağırlık antrenmanlarının periyodizasyonuna göre senkronize edilmesi gerekir (Balsom, Seger & Sjödın, 1992). Futbolcular çeviklik çalışmalarıyla denge ve koordinasyonlarını geliştirerek, daha hızlı hareket edebilir ve daha hızlı yön değiştirebilir hale gelebilirler. Ayrıca güç, denge, hız ve koordinasyon çeviklik antrenmanlarının hedeflerinden bazılarıdır (Balsom & Ekblom, 1992).

Çeviklik oyuncuların ve takımın beceri performansının yükselmesine katkıda bulunarak müsabaka sonucunu olumlu etkiler. Futbol oyuncularının çeviklik performansının üst düzeyde olması, müsabakalarda daha etkili ve rekabetçi bir oyun sergilemelerine yardımcı olur (Ceylan vd., 2016).

Futbol, genellikle aerobik metabolizmanın aktif olduğu bir spor branşı olmasına rağmen, sürat, ivmelenme ve çeviklik gibi özellikleri gerektiren aksiyonlar sırasında anaerobik metabolizmanın etkinliği artmaktadır. Futbolda, oyuncuların 90 dakikanın büyük bölümünde koşması, mesafe kat etmesi gerektiğinden aerobik enerji sistemi baskın rol oynamaktadır. Ancak, futbolda hızlı ve ani yön değişikliği gerektiren aksiyonların sıklıkla uygulanması nedeniyle, oyuncuların çeviklik özelliğinin iyi düzeyde olması gerekmektedir. (Arrow, Young & Bruce, 2005).

Çeviklik gerektiren aksiyonlar anaerobik enerji sisteminin aktif olmasını sağlar. Bu perspektiften düşünüldüğünde, futbol aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin kombinasyonundan oluşan bir spor dalıdır (Hazır vd., 2010). Çeviklik performansı, anaerobik güç ve kapasiteyi de geliştiren uygun beceri çalışmalarıyla yükseltilebilir.

2.4.1. Yön Değiştirme Hızı

Hücum ve savunma aksiyonları içeren spor dallarında sporcu reaktif çevikliğe önemli ölçüde ihtiyaç duymaktadır. Ancak çeviklik becerisi, kimi zaman bir basketbolcunun savunmanın zayıf

tarafını belirledikten sonra o yöne doğru hareket etmesi gibi bir uyaran gerektirmeksizin (reaktiflik içermeden) yön değiştirme performansı olarak gerçekleşebilir. Bir futbol maçı, penaltı atışında duran top ile gol atmayı hedeflemek gibi yön değiştirme becerisinin kritik olabileceği eylemleri içerebilir. YDH, çeviklik performansının yavaşlama, yön değiştirme ve yeniden hızlanma ile ilişkili mekaniğini içerdiğinden çevikliğin fiziksel temelini oluşturur ve takım sporlarında performansın başarılı şekilde sergilenmesinde önemli bir yer tutar (Brown ve Ark. 2000, Pearson 2001).

Yön değiştirme yeteneğinin bir bileşeni olan hızlanma (pozitif ivmelenme) becerisi, sporcunun hareketin hızını ne kadar kısa bir zamanda artırabildiğini ifade etmektedir. Sporcunun kendi hareketinin hızını diğer sporculara göre daha hızlı arttırması onun daha başarılı olma ihtimalini arttıracaktır. Ancak yavaşlama (negatif ivmelenme) becerisi de hızlanma kadar önemlidir. Bir futbol maçı boyunca elit futbolcuların hızlanmaya kıyasla %37 daha fazla negatif ivmelenme gerçekleştirdiği ifade edilmiştir. Yavaşlama becerisi sporcunun hareketin hızını ne kadar çabuk yavaşlatabildiğini ve/veya durdurabildiğini ifade eden bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Gabbett ve diğ., 2009)

Kovas ve ark. (2008), bir sporcunun hız ve hızlanma becerisini etkili bir şekilde kullanmak için etkin biçimde yavaşlayabilmesi ve vücudunu kontrol edebilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Hızlanmaya orantısız bir şekilde odaklanmanın, beklenenin aksine, daha hızlı sporcular yaratmak yerine yaralanmalara yol açabileceğini ifade edilmiştir.

2.4.2. Yön Değiştirme Hızına Etki Eden Faktörler

YDH'yi etkileyen faktörler teknik (ayağın yerle teması, adım uzunluğunun ayarlanması, postür), düz sprint hızı, bacak kası kalitesi ve antropometri olarak ifade edilmiştir.



Resim 2. Yön Değiştirme Hızını Etkileyen Faktörler

2.4.3. Yön Değiştirme Hızı- Teknik İlişkisi

Teknik, sportif bir beceri sırasında ilgili beceriyi etkili bir şekilde gerçekleştirmek için vücut segmentlerinin pozisyon ve yönelimlerinin değişimi olarak tanımlanır. Uygun tekniğin kullanılmaması veya teknik yetersizlik, bütün spor branşlarında spora özgü verimi azaltan bir etken olarak kabul edilmektedir. Yön değiştirme becerisinde yavaşlayıp durduktan sonra tekrar hızlanabilmek için iyi bir gövde stabilizasyonu ve kontrolüne sahip olmanın yanı sıra ekstremitelerin etkin kontrolü gereklidir. Ayrıca yön değiştirme hızı; koşu biyomekaniği, koşu tekniği ile de yakından ilgilidir. Daha iyi yön değiştirme performansına sahip sporcuların, daha kısa yerle temas süresine sahip oldukları ve zemine daha fazla kuvvet uyguladıkları gösterilmiştir (Paul vd., 2016; Turner, 2011).

Üç boyutlu kamera sistemi ile yapılan bir çalışmada yön değiştirme performansı ile yerle temas süresi, reaksiyon kuvveti, pelvis rotasyonu, omurga rotasyonu, kalça addüksiyon ve abdüksiyon değişkenleri arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Yön değiştirmenin biyomekanik talepleri açı ve hıza bağlıdır ve farklı YD açılarında vücut ve alt ekstremitelerde farklı kinetik ve kinematik farklılıklar görülmektedir (Zemkova, 2016).

Yapılan çalışmalarda farklı YD açılarının diz eklemine binen yükü negatif ve pozitif ivmelenme taleplerini, YD'yi gerçekleştirmek için gereken kuvvet vektörünün yönünü etkilediği gösterilmiştir. Buna bağlı olarak YD açısı teknik farklılıklara neden olacağından potansiyel olarak kas aktivasyonu ve enerji harcamasını da potansiyel olarak etkileyebilir (Zouhal vd., 2018)

YDH performansı ile ivmelenme arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada aralarında düşük ancak anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Little ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada ivmelenmenin YDH'deki değişkenliğin %12'sinden sorumlu olduğunu ortaya koymuşlardır.

2.4.4. Yön Değiştirme Hızı - Sprint İlişkisi

Maksimum hız ve YDH'nin yapısal belirleyicileri (örneğin lif tipi) bu iki becerinin yakından ilişkili olduğu varsayımına yol açmış olsa da hız ve çeviklik arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların bulguları tutarsızdır. YDH ile sprint hızının birbirinden bağımsız beceriler olduğunu ortayan koyan çalışmaların yanı sıra iki beceri arasında orta veya kuvvetli düzeyde ilişki olduğunu ifade eden çalışmalar da mevcuttur (Turner, 2011).

Young ve ark. (2001), doğrusal sprint ve YDH antrenmanlarının birbirleri üzerinde sınırlı etkisi olduğunu ve YDH testleri karmaşıktıkça doğrusal sprint antrenmanının YDH performansına etkisinin o denli azaldığını ortaya koymuşlardır. Bu nedenle YDH ve sprint hızının bağımsız atletik nitelikler olarak kabul edildiği ifade etmişlerdir.

Doğrusal sprint ve YDH arasındaki ilişkinin azalması doğrusal sprinte kıyasla YDH'de yön değiştirme sayısındaki artışla birlikte devreye giren kas gruplarının farklılaşması ve daha yüksek metabolik gereksinimlerden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Paul vd., 2016).

YDH – doğrusal sprint ilişkisine dair yeni bir görüş ise, sprint hızının elit ve elit altı sporcuları ayırt edici bir parametre olamayacağı ancak sprint momentumunun (yani, vücut kütlesi * sprint hızı) elit sporcuları elit olmayanlardan ayırt edebileceği şeklindedir (Turner, 2011).

Pratik uygulama açısından momentumun, ragbi gibi takım sporlarının şiddetli fiziksel çarpışmalar içeren doğası göz önüne alındığında bir avantaj olduğu, daha ağır defans oyuncularının rakip defans oyuncularını itme veya topu rakibe doğru sürme yeteneğini etkileyebileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, temas sporlarında YDH performansının herhangi bir

bileşeninin değerlendirmesine kütle faktörünün de dahil edilmesi önerilmektedir (Oliver ve Meyers, 2009).

Little ve Williams (2005), profesyonel futbolcularla yaptıkları bir çalışmada YDH ve maksimum sprint değişkenlerinin birbiriyle ilişkili ancak ortak varyansları %50'nin altında olduğu için nispeten bağımsız nitelikler olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmalarının bulgularının aksine Spasic ve ark. (2013), erken ergenlik dönemindeki sporcularla çeviklik performansının belirleyicilerini araştırdıkları bir çalışmada Triangle-YDH testi ile 10 m ve 20 m sprint zamanı arasında orta veya kuvvetli düzeyde ($r=0,38-0,68$) ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Başka bir çalışmada da kısa mesafe doğrusal sprint ve YDH arasında pozitif korelasyon olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar 10 m doğrusal sprint hızının ağırlıklı olarak ivmelenmeyle ilişkili olduğu ve ivmelenmenin de YDH'in temel bileşenlerinden biri olduğu için YDH ile kısa mesafe doğrusal sprint arasındaki ilişkiyi kısmen açıklayabileceğini belirtmişlerdir.

Daha iyi bir ivmelenme yeteneğine sahip olmak YDH performansının genel bir öngörücüsü olmasa da YDH performansının belli bir kısmı maksimum ivmelenmeye bağlıdır, bu nedenle doğrusal sprint performansı ile ilişkilidir. (Oliver ve Meyers, 2009).

2.4.5. Yön Değiştirme Hızı-Cinsiyet İlişkisi

Literatüre bakıldığında çeviklik performansını etkileyen faktörlerin genellikle kadın ve erkeklerde ayrı ayrı değerlendirildiği görülmektedir. Güç ve hız değişkenlerinin YDH performansına etkisi net olmamakla birlikte YDH'yi etkileyen faktörlerden hız ve gücün etkisi cinsiyete göre incelendiğinde erkeklerde bu iki değişken çevikliği yordamazken, kadınlarda güç ve hız ile YDH arasında erkeklere kıyasla daha yüksek korelasyon olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca farklı YD testleri ile cinsiyetler arası karşılaştırmanın yapıldığı bir çalışmada erkeklerin tüm testlerde kadınlardan anlamlı düzeyde daha iyi skorlar elde ettiğini ortaya konulmuştur (Farrow vd., 2005)

YD performansının cinsiyete göre farklılaşması ergenlik öncesi dönemde başlar ve ergenlik döneminde cinsiyetler arası fark artar. Elit sporcuların incelendiği boylamsal bir çalışmada ergenlik çağına büyüme atağı döneminde erkeklerde YD becerisindeki devam eden artışa karşın kız çocuklarında gözlemlenen platonun YDH performansında cinsiyetler arası farkı oluşturduğu belirtilmiştir (Reilly vd., 2000).

Olimpik hentbol oyuncularını ile yapılan bir çalışmada YDH cinsiyete göre incelendiğinde YDH performansı ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel olarak anlamlı ancak küçük veya orta derecede etki büyüklüğüne sahip bir ilişki olduğu ortaya konmuştur (Buttifiant vd., 2001).

Literatürde YDH ve cinsiyet ilişkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma olduğu görüldüğünden bu alanda yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.4.6. Reaktif Çeviklik

Reaktif çeviklik “daha önceki bir zaman diliminde planlaması yapılmayan bir uyarıcıya karşı yön ya da hız değişikliği” olarak tanımlanmaktadır. Çevikliğin yeni tanımlarına göre kognitif bir bileşeni olduğu ileri sürülmekte ve testin bir uyarana karşı yapılmasının gerekliliği belirtilmektedir. Bu kognitif bileşen “karar verme” ve “tepki” süresi olarak tanımlanmıştır (Coh vd., 2018).

Reaktif çeviklik; reaksiyonu ve patlayıcılığı birleştiren, hızlanma özelliği bulunan çok taraflı bir yetenek çeşididir. Bu tanım, reaktif çevikliğin fiziksel ve bilişsel özelliklerden oluştuğunu gösterir (Pojskic vd., 2018). Birçok takım sporunda rakibin spontan hareketine göre reaksiyon almak hatta rakibin hareketini tahmin edebilmek büyük önem taşır. Reaktif bir uyarana karşı karar alma süresinin elit ve kulüp seviyesi oyuncular arasında önemli ölçüde farklı olduğu ortaya konulmuştur. Elit oyuncuların karar alma ve rakip oyuncunun pas yönünü tahmin etme yeteneklerinin; yön değişikliklerine daha erken reaksiyon vermelerini ve dolayısıyla testin sprint bileşenini daha yüksek hızda tamamlamalarını sağladığı ileri sürülmektedir (Coh vd., 2018).

Bazı çalışmalara göre; hızlanma, kas kuvveti, vücut yağ oranı, bacak uzunluğu gibi fiziksel faktörlerin reaktif çevikliğe pozitif yönde tesir ettiği ifade edilmiştir (Reilly vd., 2000; Buttifiant vd., 2001; Sheppard vd., 2006)

Scanlan ve ark., (2014) basketbolcularda karar verme ve tepki süresinin RÇ performansı üzerinde morfolojik ve hız faktörlerinden daha büyük bir etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir.

Hornikova ve ark., (2021) hentbol oyuncularında görsel uyaranlara verilen tepki süresinin RÇ performansını belirlemede %23,6 oranında bir katkısı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Literatür araştırıldığında çevikliğin “reaktif çeviklik” ve “planlanan çeviklik” olmak üzere iki biçimde değerlendirildiği görülmektedir (Farrow vd., 2005). Planlanmış çeviklik hareketlerinin; hareketin nerede başladığını ve bittiğini, yön ve yer değiştirmelerin nasıl gerçekleştiğinin bilindiği “kapalı beceri” uygulamalarından meydana gelmektedir (Oliver ve Meyers, 2009). Reaktif çeviklikse motor özellikler ile beraber karar verme ve algısal gibi beceri uygulamalarını da içerisine almış olan, bilişsel özellikleri birlikte ölçmeye çalışan “açık beceri” uygulamaları olarak ifade edilmektedir (Serpell vd., 2011).

Çeviklikle ilgili antrenmanlarda videolu metotlar, maliyetlerin yüksek oluşu ve vakit kayıplarından ötürü uygulanabilmesi güç olsa da bu metotların bilişsel yönden bireyin özelliklerini geliştirmek adına yararlı olabileceği savunulmaktadır (Paul vd., 2016).

2.4.7. Reaktif Çeviklik - Yön Değiştirme Becerisi Arasındaki İlişki

RÇ becerisi algısal ve bilişsel faktörler bakımından YDH performansından ayrılrsa da yapılan çalışmalarda aralarında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon olduğu belirtilmiştir. Fakat futbolcularla yapılan bir çalışmada RÇ performansları ile 3 yön değiştirme testi (T, 5-0-5, 8 figürlü çeviklik test) performansları arasında ilişki olmadığı ortaya konulmuştur (Sporis vd., 2009).

Bu çalışmanın bulgularına benzer şekilde basketbol, futbol, voleybol oyuncularını ile yapılan bir çalışmada YDH ve RÇ performansları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ortaya konulmuştur. Yarı profesyonel ve amatör basketbol oyuncularının YDH ve RÇ performanslarının karşılaştırıldığı bir çalışmada gruplar arasında YDH açısından anlamlı bir fark bulunmazken RÇ değerlerinin yarı profesyonel oyunculara daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Elit ve elit olmayan ragbi sporcularının RÇ ve YDH becerilerinin karşılaştırıldığında; 1. ligde oynayan sporcuların 2. ligde oynayan sporculara kıyasla “karar verme” ve “hareket” sürelerinin daha kısa olduğu belirlenmiş ancak yön değiştirme süreleri arasında da anlamlı bir fark saptanmamıştır. Elit ve elit altı genç karatecilerin YDH ve RÇ becerileri karşılaştırıldığında elit sporcuların reaktif çeviklik zamanlarının istatistiksel olarak daha kısa olduğu ancak planlı yön değiştirme kabiliyetleri arasında anlamlı bir fark olmadığı ifade edilmiştir; (Zemkova, 2016).

Krolo ve ark., (2020) ise YDH’nin RÇ ile yüksek düzeyde ilişkiye sahip olduğunu ve yetişkin futbolcularda bu ilişki büyüklüğünün %36 olduğunu bildirmişlerdir.

2.4.8. Yön Değiştirme Açığı

Etkili bir çeviklik performansı için önce fiziksel uygunluk inşa edilmelidir. Çevikliğin fiziksel niteliğinin eksik ya da yanlış değerlendirilmesi, sporcunun bu alanda gelişme gösterememesine veya antrenör ve kondisyonerlerin sınırlı bir bakış açısı ile bir antrenman programı planlamasına neden olabilir. Bu bağlamda YD yeteneğinin fiziksel kalitesi doğru şekilde izole edilmelidir. Ancak YD testlerinin pek çoğunda YDH'yi değerlendirmek için toplam süre kullanılır. Bu durum YD yeteneğini tanımlamayı zorlaştırır çünkü kullanılan testlerde ölçülen zamanın çoğu (%69) düz süratin bir fonksiyonudur. YDH testlerinin en büyük sınırlılıklarından biri büyük oranda doğrusal sprint içermeleri ve bunun toplam test süresi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmasıdır (Turner, 2011).

Amerikan futbolunun temel performans değerlendirme testlerinden biri olan pro-çeviklik testi, iki adet 180° yön değişimi ve toplamda 18,28 m doğrusal sprint içerdiğinden test boyunca zamanın büyük bir kısmı yön değiştirmekten çok doğrusal sprintte harcanır. Tek bir 180° yön değişikliğini izole etmeye çalışan 5-0-5 testi bile, doğası gereği 2 adet doğrusal 5 m sprint içerir. Bu bilgiler ışığında YDH performansı zayıf olan sporcuların bu durumu doğrusal sprint hızı ile kompanse edebileceği ve önemli ölçüde doğrusal sprint içeren bir YDH testinin sporcunun gerçek YDH performansını maskeleyebileceği söylenebilir (Thomas vd., 2018).

Yön değiştirme açığı (YDA), sprint hızından bağımsız olarak YD yeteneğini ifade etmek için kullanılan bir terimdir ve bir sporcunun eşit mesafede doğrusal bir sprintte kıyasla planlı tek bir yön değiştirmeyi gerçekleştirmek için ihtiyaç duyduğu ek süreyi temsil eder. Bir başka ifade ile aynı mesafedeki doğrusal sprint hızı ile YDH farkındaki hız farkını bildirir (Serpell vd 2011).

YDA hız olarak hesaplandığında daha düşük YDA'ya sahip sporcunun daha verimli bir yön değiştirmeye; daha yüksek YDA'ya sahip sporcunun ise daha az verimli bir yön değiştirme yeteneğine sahip olduğu, bu durumu ivmelenme ve doğrusal sprint hızı ile kompanse ettiği ifade edilmiştir (Lloyd ve diğ, 2013).

Loturco ve ark., (2018) daha hızlı ve daha güçlü futbolcuların izole yön değiştirme performanslarının daha düşük olduğunu ifade etmiştir. YDH testinden elde edilen süreden aynı mesafede doğrusal sprint süresinin çıkarılması ya da doğrusal bir sprint hızından YD testindeki hızın çıkarılması ile elde eden YDA performansı aşağıdaki formüllerle belirlenir:

$$YDA = YD \text{ süresi (saniye)} - \text{doğrusal sprint süresi (saniye)}$$

$$YDA = \text{Doğrusal sprint hızı} - YDH$$

2.5. Sporda Yaygın Olarak Kullanılan Çeviklik Testleri

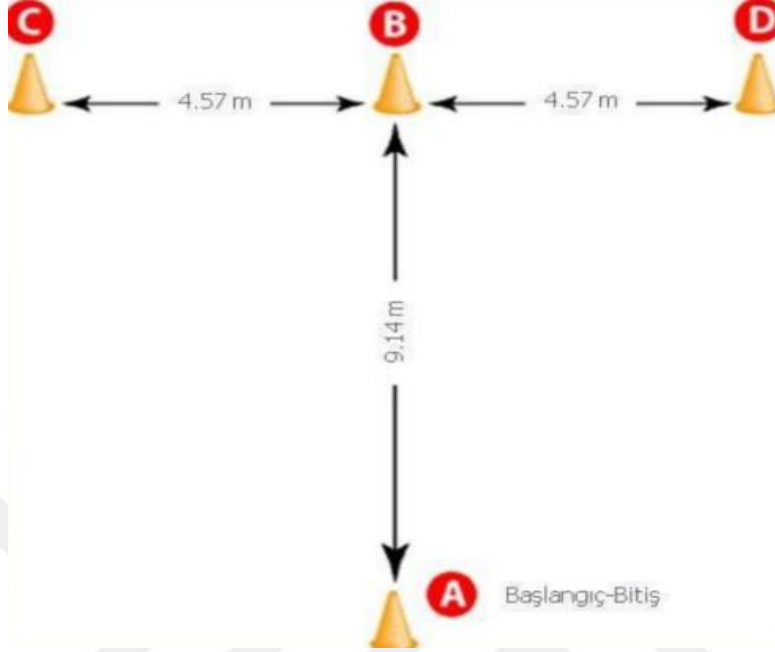
Çeviklik performansının ölçülmesi gelişimin planlanması açısından önemlidir. Antrenör ve sporcuların kolaylıkla yapabileceği bazı saha testleri geliştirilmiştir. Bu testlerin ortak özelliği sahada uygulanabilir olması ve basit birkaç ekipmanla ölçümün yapılabilmesidir. Bu testlere örnek olarak sporda en yaygın kullanılanlarından T Testi, Pro-Agility Çeviklik Testi, Illinois Çeviklik Testi, 505 Çeviklik Testi sıralanabilir. Söz konusu testlerin kullanım alanları branşlara ve var olan ekipman ve saha yeterliliğine göre değişiklikler göstermektedir. (Zemkova, 2016)

Özetle sporda en yaygın kullanılan bu testlerin aşağıda nasıl yapıldığı anlatılmaya çalışılmıştır (Sheppard ve Young 2006, Young ve Farrow 2006, Tamer 2000). Çeviklik testleri geçerli bir ölçüm yöntemi olarak birçok atletik performans test uygulamalarında görülmektedir (Hoffman 2006)

2.5.1. T Testi

Üç huni aralarında 4,57 metre mesafe olacak şekilde aynı hizaya yerleştirilir. Test, 9,14 metrelik bir ileriye hızlı koşuyu, sola 4,57 metre yana kayma adımı, sağa 9,14 metre yana kayma adımı, sola 4,57 metre yana kayma adımı, 9,14 metre geriye aşamalarını kapsar. Sporcu başlangıç noktasında (0 metre) dizinin biri önde diğeri arkada doğrusal olarak statik ayakta bekleyecek şekilde duruş pozisyonu alır. Başlangıç noktasında koşuya başlamadan önce sporculara en az 3 saniyelik bir öne doğru eğilme duruşu almaları söylenir. Hiçbir şekilde sallanmaya ve mutabık olacak hareketlere izin verilmez. Sporcu bu pozisyonda en az 3 saniye bekledikten sonra maksimum hızda başlangıç noktasından ortadaki 9,14 metrelik mesafedeki huniye koşar. Huniye eliyle dokunduktan sonra sağdaki huniye kayma adımı ile hızlı bir şekilde gidip 4,57 metre mesafedeki huniye eliyle dokunur. Daha sonra sola kayma adımı ile hızlı bir şekilde giderek 9,14 metre mesafedeki huniye dokunup tekrar kayma adımı ile hızlı bir şekilde ortadaki huniye koşup, huniye eliyle dokunduktan sonra geri geri hızlı bir şekilde başlangıç noktasına koşarak testi bitirir. Her sporcu için 3 tane koşu hakkı verilir. Her bir koşu arasında sporculara 3 dakika dinlenme sağlanır. Ölçüm sonuçları saniye cinsinden kaydedilir, üç

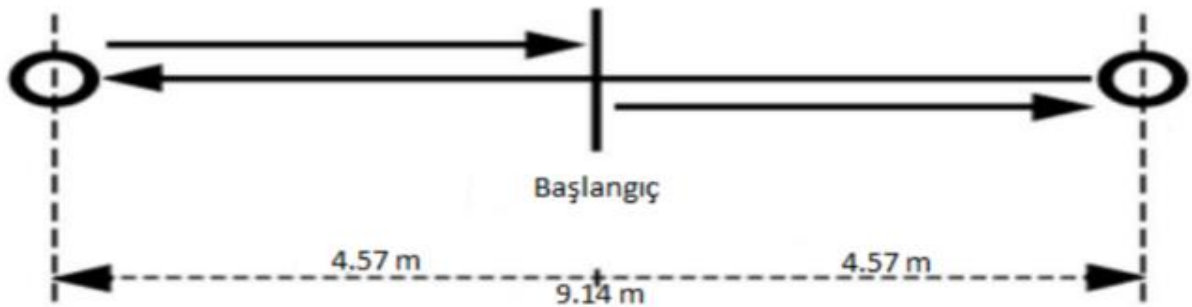
denemede elde edilen en iyi zaman kaydedilir. Ölçümlerde kronometre veya fotosel kullanılabilir (Bloomfield ve ark. 2007, Pauole ve ark. 2000).



Resim 3.T Çeviklik Testi (Raya vd., 2013).

2.5.2. Pro-Agility Çeviklik Testi

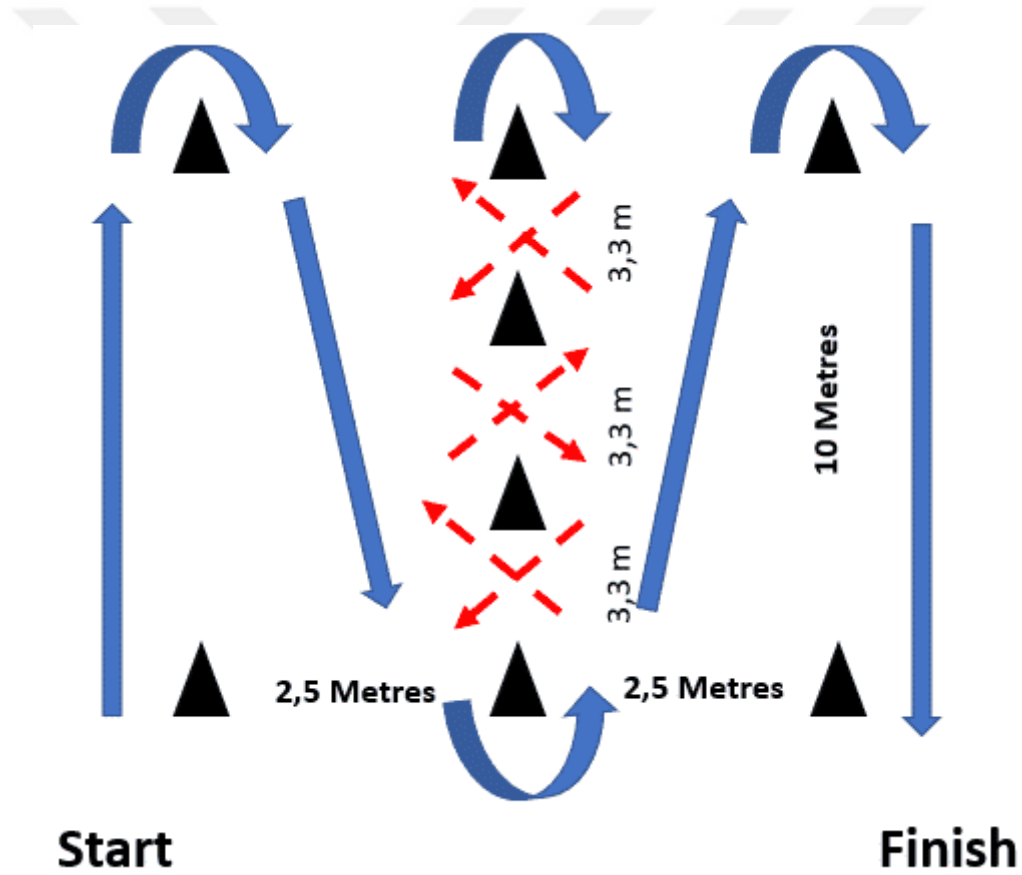
Yirmi yard koşu testi olarak da bilinen pro-agility çeviklik test alanı, başlangıç çizgisinin 5 yard (4,57m) soluna ve sağına hunilerin yerleştirilmesi şeklinde belirlenir. Başlangıç çizgisine fotosel kapısı yerleştirilir. Tekrarlı geçiş zamanları bu sayede alınabilir. Uygulama başlamadan önce denek başlangıç çizgisinde yerini alır. Hazır olduğunda önce sağdaki huniye, sonra da soldaki huniye dokunup başlangıç çizgisinden geçerek testi sonlandırır (Bayraktar 2013).



Resim 4.Pro-Agility Çeviklik Testi (Bayraktar 2013)

2.5.3. Illinois Çeviklik Testi

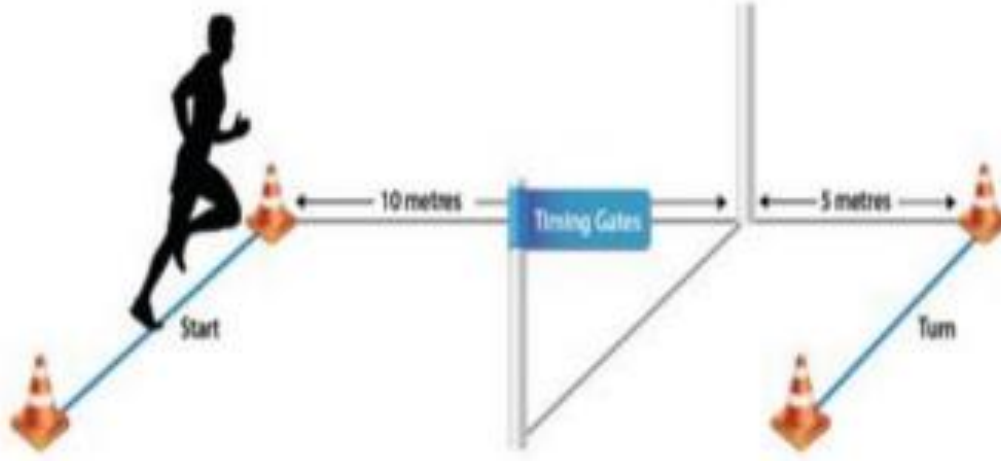
Eni 5 m, boyu 10 m ve orta bölümünde 3.3 m aralıklarla düz bir hat üzerine dizilmiş üç koniden oluşan test parkuru kurulur (Şekil 5). Test, her 10 m’de bir 180 ° dönüşler içeren 40 m’si düz, 20 m’si koniler arasında slalom koşusundan oluşmaktadır. Test parkuru hazırlandıktan sonra başlangıç ve bitimine 0.01 sn hassasiyetle ölçüm yapan iki kapılı fotoselli elektronik kronometre sistemi yerleştirilir. Test öncesinde deneklere parkurun tanıtımı ve gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra düşük tempoda 3-4 deneme yapmalarına izin verilir. Bundan sonra deneklere kendi belirledikleri düşük tempoda 5-6 dk ısınma ve germe egzersizleri yaptırılır. Denekler test parkurunun başlangıç çizgisinden, yüzüstü yatar pozisyonda ve eller omuz hizasında yerle temas halindeyken çıkış yaparlar. Parkuru bitirme zamanı saniye cinsinden kayıt edilir. Tam dinlenme ile test 2 kez tekrarlanır, iyi olan değer kaydedilir (Hazır 2010, Miller 2006).



Resim 5.Illinois Çeviklik Testi (Raya ve ark., 2013).(Start: Başlangıç, Finish: Bitiş)

2.5.4. 505 Çeviklik Testi

Test 15 metrelik bir alana kurulur. Testin 10 metrelik bir yaklaşma koşusunun ardından 5 metrelik bir mesafenin gidiş dönüşlü olarak kat edilmesinden ibarettir. Parkur 15 metrelik bir alana kurulduktan sonra son 5 m çizgisinin üzerine fotosel kronometre sisteminin hem start hem de stop kapıları yerleştirilir. 10 m yaklaşma koşusu yönündeki ilk kapı start, ikinci kapı stop olarak yer alır. 5 m mesafenin gidiş dönüş zamanı saniye cinsinden kayıt edilir. Deneklere test hakkında bilgi verildikten sonra düşük tempoda birkaç deneme yapmalarına izin verilir. Sporcular teste başlamadan önce 5-6 dakika ısınma ve germe egzersizleri yaparlar. Bu test 3-4 dakika ara ile iki kez tekrarlanır en iyi skor değerlendirmeye alınır (Draper and Lancaster 1988, Gelder and Bartz 2011, Hazır 2010).



Resim 6.505 Çeviklik Testi (Bayraktar 2013) (Start: Başla)

Çeviklik bir çok spor branşında performansın önemli faktörlerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Drake ve ark., 2017). Bireysel ve takım sporlarındaki birçok farklı branşta bir uyarana karşı tepki olarak durma, yön değiştirme, hareketlenme ve ivmelenme gibi hareketlerin varlığından söz edilmektedir (Bradshaw, Young, Russell & Burge, 2011; Hoffman JR. et al. 2020; Mann ve ark., 2016). Rakip oyuncudan kurtulabilmek, onu aldatmak, topa veya rakibe tepki verebilmenin, daha çevik olan sporculara ciddi avantaj sağladığı ifade edilmektedir (Paul ve ark. 2016)

Hoffman ve arkadaşları da reaktif çevikliği, önceden planlanmayan bir uyarana cevap olarak oluşan ani hız veya yön değişikliği olarak tanımlamışlardır (Hoffman JR. et al. 2020) Genel bir görüş olarak reaktif çevikliğin özellikle futbol gibi daha önceden planlanamayan birçok

uyaranların bulunduğu spor branşlarında performansın belirlenmesinde ve müsabakanın kazanılmasında çok daha önemli olduğudur. Bu bağlamda reaktif çevikliğin futbolcularda daha çok analiz edilmesi ve geliştirilmesi önerilmektedir. Futboldaki bu tip hareketler rakibi aldatmak ya da onun markajından kurtulmak, rakipteki topu almak veya farklı yönlerden gelen hareket halindeki toplara reaksiyon göstermek için sıkça kullanılmaktadır (Young ve ark. 2002). Bu bağlamda, Futbolcuların yaptıkları reaktif çeviklik antrenmanlarının saha içi performanslarını arttırdığı ifade edilmektedir (Trajković N, et al 2020).

Sportif performansın belirlenmesine yönelik çeviklikle ilgili yapılan çalışmaların çoğunlukla önceden planlanmış yer değiştirmelerden oluşan parkurların olduğu görülmektedir (Bloomfield ve arkadaşları (2007). Bunlarda kolay uygulanabilen ve değerlendirilmesi basit olan koniler ve engellerden oluşan saha testleridir. (Young ve Farrow, 2006). Literatüre bakıldığında, performansın belirlenmesinde çok sıklıkla kullanılan çeviklik testlerinin başında T Testi, Illinois Çeviklik Testi Pro-Agility Çeviklik Testi ve 505 Çeviklik testi gelmektedir (Draper, 1985; Hazır ve ark. 2010; Fidan ve ark 2016). Bu testler branşların özelliklerine, testin yapıldığı alana ve kullanılan ekipmanlara ve çalışma guruplarının yaş, cinsiyet ve performans seviyelerine göre farklılıklar göstermektedir (Hoff ve ark., 2002). Bu tip testlerle sporcuların kapasiteleri ve mevcut fiziki performans seviyeleri belirlenebilir fakat algılama, hızlı düşünme, yorumlama, çabuk ve doğru karar verme ve ani reaksiyon gösterme gibi duyu ve motor nöronların aktivasyonlarına yönelik algısal ve cevap verme özellikleri ölçülememektedir. Çünkü sporcuların hızlı yön değiştirme becerileri ile algılama ve karar verme becerileri farklılık gösterebilmektedir (Young ve Farrow, 2006).

Sporcular bir uyarana veya sezinlemeye göre tepki verirler. Verilen bu tepkide işitsel, görsel ve bilişsel faktörlerin de işin içine olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, çeviklik ile ilgili yapılan çalışmalarda işitsel, görsel ve bilişsel faktörleri de kapsayan yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Bu gelişmelerle birlikte Sheppard ve Young, çevikliği algısal ve karar verme faktörleri ile yön değiştirmeli koşular olarak iki iki başlıkta incelemişlerdir (Sheppard ve Young 2006). Birçok branşta, sporcular oyun esnasında gelişen anlık görsel bilgiler doğrultusunda yanıtlar vermektedir. Bu nedenle Sporcunun yüksek performans gösterebilmesi için görsel ve bilişsel nöromusküler becerilerinin geliştirilmesi gerekir. Günümüzde sporcuların görsel ve işitsel algılarıyla birlikte motor reaksiyonlarını ölçmek, analiz etmek ve geliştirmek için çok sayıda yeni sistemler ve cihazlar (Cybex reactor, Dynavision, FITLIGHT Trainer, MPS 501 Tümer Elektronik, Sanet Vision Integrator, UA-RA universal reactive agility, Vision Coach, Wayne

Saccadic Fixator,) geliştirilmiştir (Appelbaum ve Erickson, 2016; Hertel, ve ark.1999; Hoff, J. ve ark 2002; Yılmaz ve ark. 2016; Yıldız ve Çiğirdik 2018).

Günümüzde futbol, aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin dönüşümlü olarak ve kullanıldığı bir oyun şeklidir (Ocak ve ark. 2022). Futbol oyunu içerisinde değişik sürelerde aralıklı olarak ve yüksek şiddet gerektiren çok sayıda sprint, negatif ve pozitif ivmelenmeler, sıçramalar ve yön değiştirmeler bulunmaktadır (Shephard, 1999). Futbolcuların bir müsabaka veya antrenman esnasında sergilemiş olduğu davranışlar; sprint, hızlanma ve yavaşlama, tekrarlanan sprintler, yüksek hızda yön değiştirme, algısal ve bilişsel boyuttaki hareketlerden oluşmaktadır (Baydemir, B. ve Yurdakul, H. Ö. 2015; Gölünük ve ark. 2016). Bir futbol oyuncusu müsabaka süresince her 3-4 saniyede bir olmak üzere, toplamda 1200-1400 kez yön değiştirmektedir (Bangsbo, 1992).

Literatürde farklı branşların reaktif çeviklik ve hızlı yön değiştirme becerilerinin incelenmesine yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Andrasic ve ark. 2021; Kayhan ve ark.2021 Ocak, M. F. 2021; Popowczak ve ark. 2021; Rengül ve ark. 2023; Serpell, Ford ve Young, 2010). Bu çalışmaların birçoğunda gruplar arasında hızlı yön değiştirme becerilerinde anlamlı farklılıklar ya görülmemektedir ya da çok küçük farklılıklar görülmektedir. Reaktif yön değiştirme becerilerinde ise özellikle elit sporcularda daha iyi olduğunu bildirmektedir. Çünkü reaktif yön değiştirme becerisi farklı uyaranlara verilen cevaplardır ve yüksek bir performans göstergesidir.

2.6. Güncel Teknolojik Cihazlar ile Gerçekleştirilen Çeviklik Prosedürleri

2.6.1 FitLight Trainer ile Reaktif Çeviklik Testi

Bu sistem, kablosuz, ışığa duyarlı pod'larla çevikliğin görsel uyarana dayalı olarak test edilmesini sağlar. Sporcu, yanıp sönen ışıklara mümkün olan en kısa sürede tepki verir. Pod'lar yere, duvara veya ekipmana monte edilebilir.

- ◆ 6-8 adet ışıklı pod belirli aralıklarla sporcu çevresine yerleştirilir (yarım daire, düz çizgi veya serbest yerleşim).
- ◆ Sporcu merkezde pozisyon alır.
- ◆ Pod'lardan biri rastgele yanar.
- ◆ Sporcu yanıp sönen pod'a yönelip onu kapatır, sonra merkeze döner.
- ◆ Bu işlem genellikle 30 saniye boyunca veya 10 tekrar süresince devam eder.

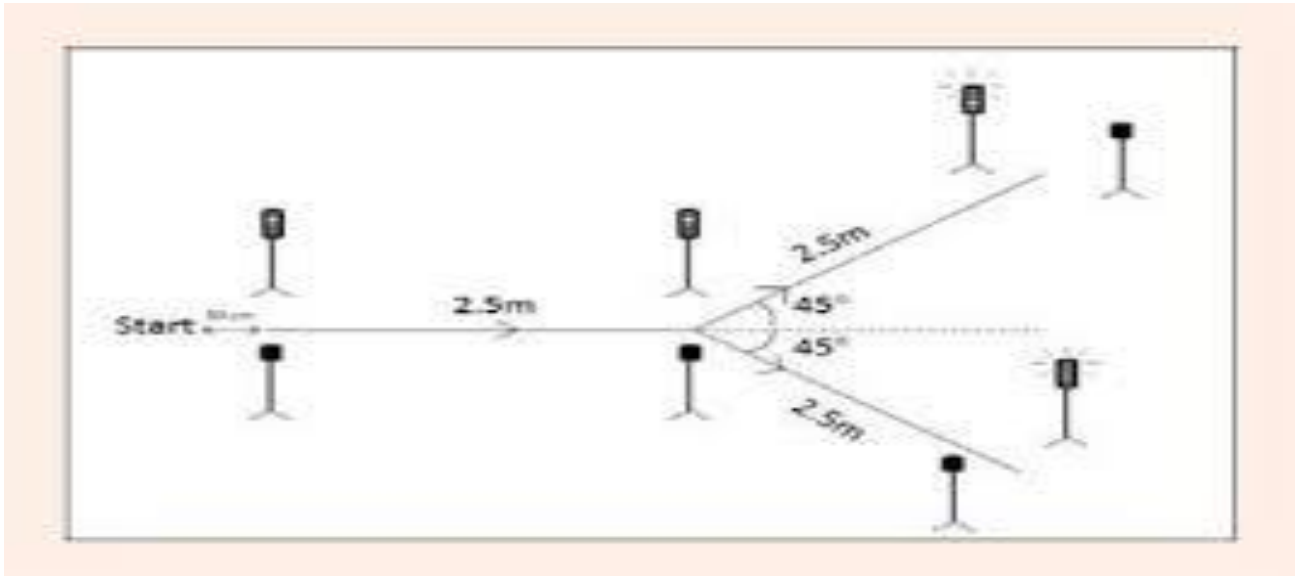
- ◆ Tepki süresi ve toplam test süresi kaydedilir.



Resim 7. FitLight Trainer System (<https://www.fitlighttraining.com/>, 12.10.2025)

2.6.2 Y-Shape Reaktif Çeviklik Testi (YRA Test)

- ◆ Y harfi şeklinde üç yönlü bir alan kurulur.
- ◆ Başlangıç noktasında duran sporcu, merkezden ileri doğru koşar.
- ◆ 5 metre sonra merkez konide bir uyarı verilir (sağ/sol ışık veya ses).
- ◆ Sporcu, uyarıya göre sağ veya sola yön değiştirir.
- ◆ Son noktalara temas ettikten sonra test tamamlanır.



Resim 8. YRA Test (<https://www.scienceforsport.com/>, 01.08.2025) (Start: Başla)

2.6.3. BlazePod Reaktif Çeviklik Testi

Işıklı çalışan kablosuz pod'lar ve mobil uygulama üzerinden çeşitli test protokolleri tanımlanabilir. Temel olarak FitLight'e benzer ama daha portatif ve ekonomiktir.

- ◆ 4 ila 6 pod düzeneği yerleştirilir.
- ◆ Sporcu her yanıp sönen pod'a fiziksel olarak temas ederek tepki verir.
- ◆ Renk seçimine göre farklı görevler de tanımlanabilir (örneğin sadece kırmızıya koş).
- ◆ Tüm test süresi boyunca mobil uygulama üzerinden anlık veriler alınır.



Resim 9.BlazePod Reaktif Çeviklik Test Ekipmanları (<https://www.medikalfitness.com/>,10.10.2025)

2.6.4 Speedcourt Test Sistemi

SpeedCourt, test sistemi ile sporcuların hız, çeviklik, kordinasyon, görsel ve bilişsel algı yetilerin hem test hem de antre edilmesinde kullanılan çok fonksiyonlu bir antrenman ve ölçüm sistemidir. Sistem, zemine belirli bir düzende yerleştirilen bir dizi basınca duyarlı pedlerden oluşmaktadır. Bireysel ve takım sporları olmak üzere çok geniş bir çerçevede kullanılabilinmektedir

SpeedCourt sistemi, antrenman programlarının ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde özelleştirilebilir ve sporcunun performansı hakkında gerçek zamanlı geri bildirim sağlayarak antrenörlerin ve kondisyonerlerin antrenman programlarını oluşturmalarına ve sporcuların hız, çeviklik, kordinasyon, görsel ve bilişsel algı yetilerin geliştirmelerine yardımcı olmak için hedefe yönelik geri bildirim sağlamalarına olanak tanımaktadır.

Görsel ve bilişsel algı atletik performansın optimum seviye ulaşmasında önemli bir katkı sağlamaktadır. Özellikle görsel algı, sporcuların hareketleri sırasında bilgileri hızlı bir şekilde

alma ve işleme becerisi olup şekillerin, renklerin ve diğer görsel unsurların tanınmasını ve anlaşılmasını sağlar. Hızlı ve dinamik sporlarda rakipleri ve oyuncuları takip etmek için futbol, basketbol, voleybol ve tenis gibi sporlarda önemlidir. Bilişsel algı ise sporcuların hareketleri sırasında farklı beyin süreçleri aracılığıyla bilgiyi işleme becerisidir. Bu süreçler arasında öğrenme, hafıza, dikkat, problem çözme, karar verme ve yaratıcılık yer alır ve takım stratejilerinin hızlı bir şekilde işlenmesi ve uygulanması için takım sporlarında önemlidir.



Resim 10.Speedcourt Reaktif Çeviklik Test Ekipmanları(<https://tannerspeedacademy.com/>, 05.10.2025)

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Çalışma Dizaynı

Bu araştırma, 2 aşamadan oluşmaktadır. Çalışmanın 1. Aşamasında Sistemin donanım ve yazılımının geliştirilmesi ve 2. Aşaması ise geliştirilen sistemin değerlendirilmesi üzerine kurgulanmıştır.

3.2. DeneySEL Tasarım

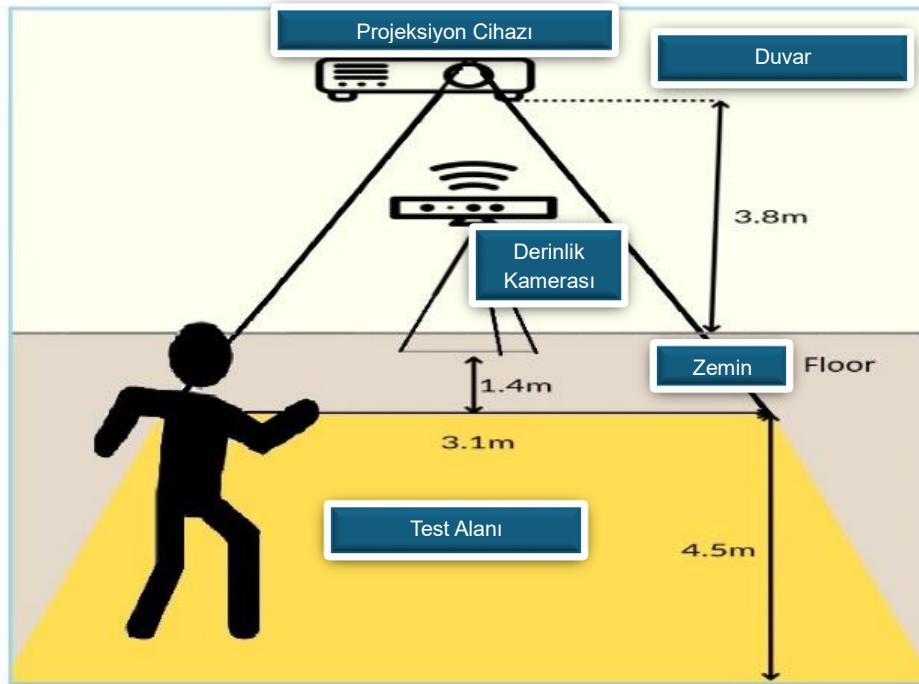
3.2.1. Sistemin Geliştirilmesi

3.2.1.1.Cihazın Fiziki Yerleşimi

Çalışmanın birinci aşamasında görüntü işleme tabanlı reaktif çeviklik test ve antrenman sisteminin donanım ve yazılım içerikleri ile hareket kütüphanesi geliştirilmiştir. Şekil 1’de gerçekleştirilmek istenen sistemin genel blok diyagramı verilmiştir. Sistem; kontrol ünitesi,

kamera, 4000 lümen'e sahip Projeksiyon cihazı (Optoma, HD29He) ve yansıtma alanı olmak üzere 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Kontrol ünitesi olarak 64 bit işletim sistemine sahip i5 ve üzeri işlemciye sahip diz üstü bir bilgisayar kullanılmıştır. Sistem içeriğinde bulunan yazılımın ara yüzü (ekran görüntüsü) projeksiyonla zemine yansıtılmıştır. Projeksiyonun altına monte edilmiş olan kamera zemine yansıtılan görüntüye odaklanacaktır. Etkinlik alanının giriş duvarından 3,8m yüksekliğe, etkinlik alanı ortalanarak yerleştirilmiş olan projeksiyon cihazının lensinin bulunduğu kısım zemini görececek şekilde yönlendirilip, zeminde yaklaşık 15m²'lik yansı alanı oluşturulmuştur.

Yazılımda gösterilecek herhangi bir görsel (top, sporcunun hareketi vb.) zemine yansıdığı anda sporcu görseli ayak ile bozduğunda, yerde ve alanı ortalamış şekilde bulunan kamera tarafından bozulan görüntü anlık olarak tespit edilip buna göre yeni bir işlem yapılmıştır.

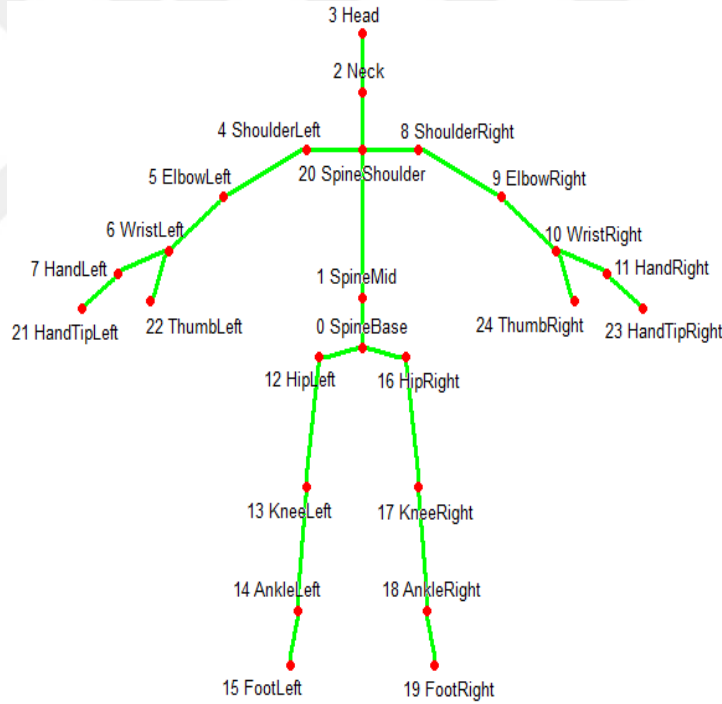


Resim 11.Sistemin Genel Blok Diyagramı

Çalışma sürecinde geliştirilecek antrenman ve test protokolleri ile kullanıcı ara yüzü Matlab programının GUI araç kutusu ile hazırlanmıştır. Matlab programında hazırlanmış olan görüntü işleme fonksiyonları yazılıma entegre edilmiştir. Yazılım kullanıcı paneli, test ve antrenman platformu olarak üç bölüme ayrılmıştır.

Yüzeye yansıtılacak görüntüler için VGA port çoğullayıcı ve 4000 lümen ışık şiddetine sahip HD projeksiyon cihazı (Ortam aydınlatmasından olumsuz etkilenmemek için) kullanılmıştır. Yazılım arayüzünde zemin (saha, Yer zemini vb.) üzerine yansıtılacak olan görüntü (top vb.) ve sporcuların hareketleri 4096x2400 piksel çözünürlüklü 60fps çalışma hızına sahip Real Sense Derinlik Kamera sensörü algılanarak görüntü işleme yazılımına aktarımı yapılmıştır.

Şekil 18’de verilen resimde Real Sense Derinlik Kamera sensöründen elde edilebilen iskelet sistemi yapısı görüntülenmektedir. Bu çalışmada test düzeneğinin oluşturulmasının ardından Şekil 2’deki 14,15,18 ve 19 numaralı eklemlerden gelen verilerin sistem gereksinimleri için uygun özellikleri taşıyabilecekleri ön görülmüştür. Ancak yapılan denemeler sonrasında 15 ve 19 numaralı uzuvlardaki verilerin yanlış yanıtlara sebep olmuştur. Kişilerin eğilmesi ve sıçraması durumlarında bu uzuvlar önde ya da geride kalabilmektedir. Sonuç olarak en iyi koordinatlar 14 ve 18 numaralı sağ ve sol diz eklemlerinden elde edilmiştir.



Resim 12.Realsense Depth Kamera Sensöründen Alınan Uzuvların İskelet Sistemindeki Konumları

3.2.1.2.Sistemin Yazılımı

Çalışmada, Intel RealSense D455 derinlik kamerası (1280×720 @ 30fps çözünürlük, ±2mm derinlik hassasiyeti) temel donanım bileşeni olarak kullanılmış olup, bu kamera NVIDIA Jetson Xavier NX geliştirme kiti ile entegre edilerek gerçek zamanlı veri işleme kapasitesi optimize edilmiştir. Sistemin optik bileşenleri arasında (Optoma, HD29He) ultra kısa atımlı projeksiyon cihazı (WXGA çözünürlük, 4000 lümen) ve özel olarak tasarlanmış 4×3 metre boyutlarındaki yansıtma yüzeyi yer almaktadır. Veri toplama ve analiz yazılımı MATLAB R2022b (Image Processing Toolbox ve Computer Vision Toolbox eklentileri ile) ve Unity 2021.3.16f1 platformunda geliştirilmiş olup, referans ölçümler için Unitrack v3.6 hareket analiz yazılımı kullanılmıştır.

Entegrasyon sayesinde kamera aracılığıyla üç boyutlu (3B) görüntüler başarıyla elde edildi ve bu görüntüler, tez çalışmasında tanımlanan reaktif çeviklik ölçüm yazılımı ile entegre edildi. Böylece bireylerin uzaysal-mekânsal pozisyonları ve X, Y, Z düzlemindeki koordinatları sistem üzerinden anlık olarak izlenebilir hâle getirildi. Spor Bilimleri Fakültesi Laboratuvarı'nda bulunan geniş açılı projeksiyon cihazı aracılığıyla, geliştirilen yazılım zemine yansıtıldı. Bu yansıtma sayesinde bireylerin etkileşimde bulunabileceği dinamik ve gerçek zamanlı bir oyun alanı oluşturuldu. Test alanı içerisinde bireylerin sağ ve sol ayaklarına ait koordinatlar detaylı bir şekilde izlendi. Katılımcılar, zemine yansıtılmış alanda hareket ettiklerinde yazılım bireylerin pozisyonlarını eş zamanlı olarak tespit ederek veri setine dâhil etti.

Oyun alanı içerisine sanal bir top objesi yansıtıldı. Katılımcının ayağı ile top koordinatlarının (X, Y, Z) çakışması durumunda sistem teması algıladı ve ilgili uyarı sahnedan kaldırılarak başka bir alana taşındı. Bu mekanizma ile bireyin uzaysal farkındalık, reaksiyon süresi ve hedefe yönelim becerileri test edildi. Aynı zamanda sistem ile birey koordinatlarının kalibrasyonu başarıyla sağlandı. Tüm bu süreç, sistemin işlevselliğinin ve duyarlılığının değerlendirilmesine olanak sunmuştur. Çalışmada, Intel RealSense D455 derinlik kamerası (1280×720 @ 30fps çözünürlük, ±2mm derinlik hassasiyeti) temel donanım bileşeni olarak kullanılmış olup, bu kamera NVIDIA Jetson Xavier NX geliştirme kiti ile entegre edilerek gerçek zamanlı veri işleme kapasitesi optimize edilmiştir. Sistemin optik bileşenleri arasında OPTOMA (ultra kısa atımlı projeksiyon cihazı (WXGA çözünürlük, 4000 lümen) ve özel olarak tasarlanmış 4×3 metre boyutlarındaki yansıtma yüzeyi yer almaktadır. Veri toplama ve analiz yazılımı MATLAB R2022b (Image Processing Toolbox ve Computer Vision Toolbox

eklentileri ile) ve Unity 2021.3.16f1 platformunda geliştirilmiş olup, referans ölçümler için Unitrack v3.6 hareket analiz yazılımı kullanılmıştır.

Katılımcılar, zemine yansıtılmış alanda hareket ettiklerinde, yazılım bireylerin pozisyonlarını eş zamanlı olarak tespit ederek veri setine dâhil etti. Oyun alanı içerisine sanal bir top objesi yansıtıldı. Katılımcının ayağı ile top koordinatlarının (X, Y, Z) çakışması durumunda sistem teması algıladı ve ilgili uyaran sahneden kaldırılarak başka bir alana taşındı. Bu mekanizma ile bireyin uzaysal farkındalık, reaksiyon süresi ve hedefe yönelim becerileri test edildi. Aynı zamanda sistem ile birey koordinatlarının kalibrasyonu başarıyla sağlandı. Tüm bu süreç, sistemin işlevselliğinin ve duyarlılığının değerlendirilmesine olanak sumuştur.

3.3.Sistemin Değerlendirilmesi

3.3.1.Geçerlilik

Geçerlilik Değerlendirmesini için iki ana başlıkta ele alınmaktadır. 1. Laboratuvar geçerliliği ve 2. Saha geçerliliği olmak üzere 2 başlık bulunmaktadır.

3.3.1.1.Laboratuvar Geçerliliği

Geliştirilen cihazın laboratuvar geçerliliği, hassas video kayıtlarından(KİNOVİA) elde edilen süreler ile Görüntü İşleme Tabanlı Reaktif Çeviklik (GİT-RÇ) cihazından elde edilen sürelerin karşılaştırılması yoluyla incelenmiştir. Bu kapsamda, cihazda yer alan üç farklı senaryo ayrı ayrı değerlendirilmiştir

Senaryo 1’de 5. 10. ve 15. top değişkenin ve yön değiştirmenin olduğu süreleri değerlendirilmiş ve bu değerler hem kendi içinde hem de hassas video kayıtlarından elde edilen sürelerle karşılaştırılmıştır. Senaryo 2’de de 5., 10. ve 15. top süreleri analiz edilmiş, elde edilen veriler video kayıtlarıyla karşılaştırılarak geçerlilik ortaya konmuştur. Senaryo 3’te ise bilişsel yükün daha belirgin olduğu koşullar altında 5. 10. ve 15. top süreleri incelenmiş ve video kayıtlarından elde edilen sürelerle karşılaştırılarak ölçüm geçerliliği değerlendirilmiştir.

3.3.1.2.Saha Geçerliliği

Gerçekleştirilen çalışmanın saha geçerliliği bakımında değerlendirilmesinde ise Amatör ve Profesyonel oyuncuların PYD ve reaktif çeviklik değerleri birbiri ile karşılaştırılarak, iki test

protokolleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Planlı Yön Değiştirme Testlerinde amatör oyuncular ile Profesyonel oyuncular arasında çok yüksek derece fark beklenmezken, Reaktif çeviklik testlerinde ise profesyonellerin reaktif çeviklik testlerinde daha yüksek performans sergileyeceği hipotez edilmektedir. Planlı Yön Değiştirme testleri ile yeni geliştirilen Sistemde bulunan senaryolar arasında orta düzey ilişkinin bulunacağı varsayılmıştır. hipotezlerin tutarlı olması cihazın sınıflar arasında ayırım yapabileceği göstermektedir.

3.3.2.Güvenilirlik

3.3.2.1.Laboratuvar Güvenilirliği

Yeni geliştirilen cihazdan elde edilen verilerin Laboratuvar güvenilirliği için Test-Tekrar Test yöntemi kullanılmıştır. Geliştirilen senaryolar aynı sporculara 24 saat aralıklarla 2 farklı günlerde uygulanması sağlanmıştır. Bu sayede iki farklı günde yeni geliştirilen cihazdan elde edilen verilerin karşılaştırılması ile güvenilirlikleri sınanmıştır.

3.4.Katılımcılar

Çalışmaya 24 profesyonel (yaş.: 23.5 ± 4.2 yıl, boy: 176 ± 5.28 cm, vücut kütlesi: 74.29 ± 2.42 kg, deneyim yılı: 8.7 ± 3.1 yıl) ve 33 amatör profesyonel (yaş.: 21.8 ± 3.7 yıl, boy: 174 ± 4.11 cm, vücut kütlesi: 74.89 ± 3.76 kg, deneyim yılı: 7.2 ± 2.4 yıl) olmak üzere toplamda 57 sporcu çalışmaya katılmıştır. Çalışma için Akü ağılık bilimleri enstitüsü etik kurulunda 2023/21 Numara ve 19.10.2023 tarihli etik kurul olur raporu alınmıştır. Tüm katılımcılar araştırmacı tarafında AKÜ Etik Kurul Başkanlığı tarafından örneği verilen ve araştırmacı tarafından araştırmaya uygun olarak yeniden düzenlenen Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu (ek-2) doldurmaları istenerek araştırma kapsamına alınmıştır.

Çalışmaya katılan toplam 57 sporcunun %57,89'unun amatör; %42,11'inin ise profesyonel statüde yer aldığı görülmektedir. Katılımcıların oynadıkları mevkilere bakıldığında en yüksek oranla orta saha oyuncularının (%38,60) yer aldığı, bunu sırasıyla forvet (%28,07), defans (%22,81) ve kalecilerden (%10,53) oluşmaktadır.. Bu dağılımlar neticesinde normal bir takımın mevkilerinin oranlarında olduğu görülmüştür.

3.5. Veri Ölçüm Araçları

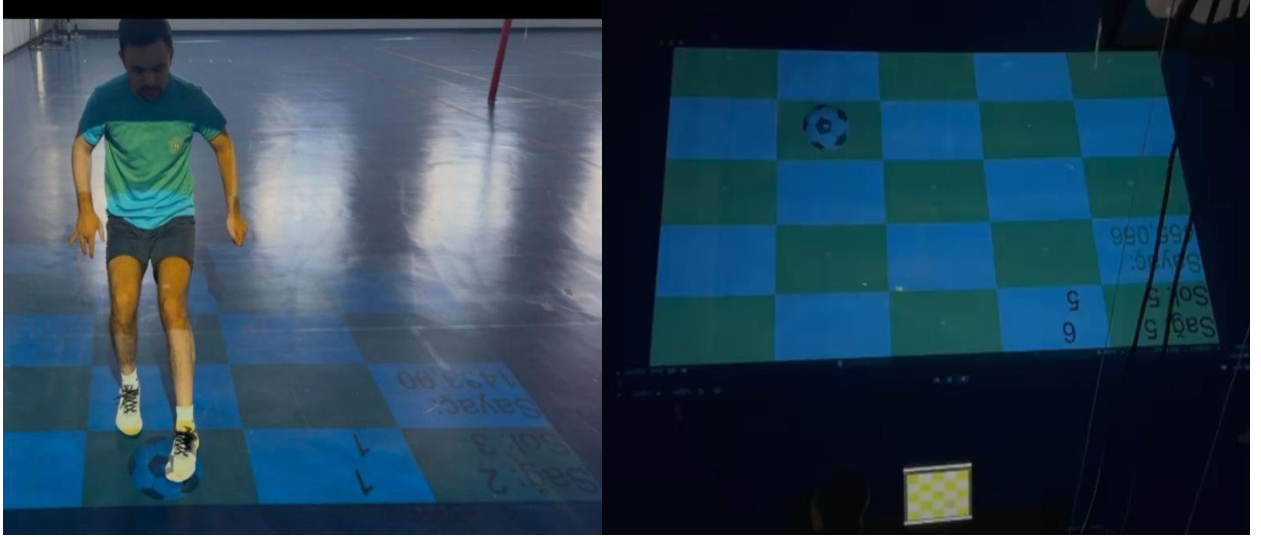
3.5.1. Reaktif Çeviklik Testleri

Reaktif çeviklik testleri için geliştirilen sistemde üç farklı senaryo yer almaktadır. Birinci ve ikinci senaryolar benzer özellikler gösterirken, üçüncü senaryo bilişsel farkındalığın ön planda olması bakımından diğerlerinden ayrılmakta ve en ayırt edici senaryo olarak öne çıkmaktadır.

3.5.1.1. Senaryo 1: Sabit Basit Reaksiyon Testi

Futbol için dizayn edilmiş parkurda projeksiyon cihazı kapalı antrenman salonunun zeminine yansıtılmıştır. Resim13' de görüldüğü üzere Sporcu başlangıç noktasında beklerken parkur alanının belirli bir noktasına futbol topu görüntüsü yansıtılmıştır. Sporcu hızla topun olduğu noktaya gidip topun görüntüsünü ayağı ile bozduktan sonra başlangıç kapısına geri dönmesiyle parkurun başka bir noktasına yine bir futbol topu görseli yansıtılmıştır. Sporcunun her bir görseli bozup yeni görselin yansımından sonra yeni görsel hızla hareket edip o görseli bozması istenmiştir. Katılımcı görselin üzerine geldiğinde görsel kaybolmuştur. Parkur alanında sporcu toplam 15 topu ayağı ile bozduğunda test sona ermiştir. Sporcuların planlı yer değiştirme testine adaptasyonlarının geliştirilmesi amacıyla 1 defa deneme yapmalarına izin verilmiştir. Bu senaryoda Temel Mantık; her sporcuya onların bilmediği ama senaryonun aynı olduğu 15 top yansıtılmasıdır. Bunun amacı ise her bir sporcuya aynı kombinasyonda Top atarak onları değerlendirmektir.

Test sonucunda sistem tarafından belirlenen uyaranlar arasındaki süre (5. 10. Top değişkeninden sonraki süre ve 15. top değişkeninden sonraki toplam süre) kaydedilmiştir ve video analizi sonucu elde edilen sürelerle karşılaştırılmıştır. Parkur alanları her iki test protokolü için de aynı zamanda yüksek hızlı (120 fps) kamera (Apple Inc., California, ABD) ile kayıt altına alınmıştır. Kamera kaydı görüntü analiz programı KİNOVIA (Kinovia Software, Versiyon 0.9, Fransa) kullanılarak değerlendirmiş ve uyaranlar arası süre ile toplam süre görüntü analizi ile belirlenmiştir. Sistemin geçerliği için her üç yöntemle (GİT-RÇ ve kamera kaydı) belirlenen her bir uyaran arası süre ile toplam süre birbiri ile karşılaştırılmıştır.



Resim 13. Senaryo 1: Sabit Basit Reaksiyon Testi Uygulaması

3.5.1.2.Senaryo 2: Ramdomize Basit Reaksiyon Testi

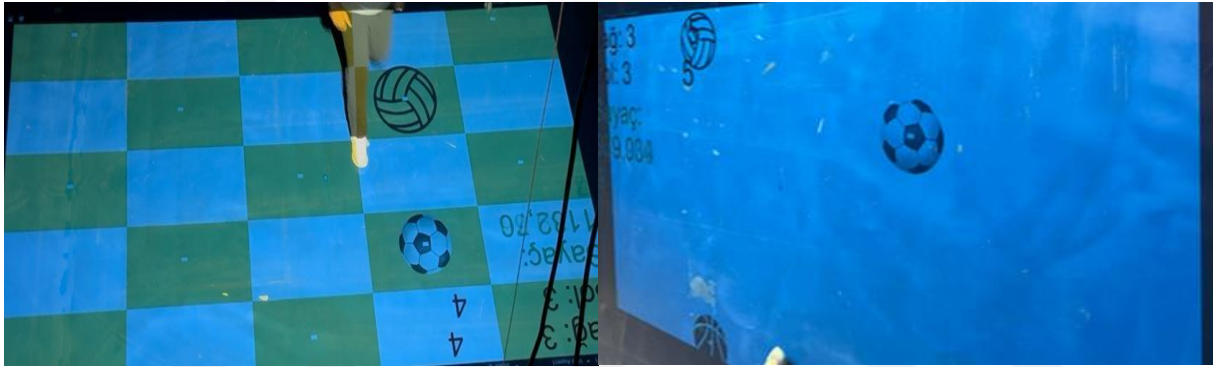
İkinci senaryoda ise birinci senaryodan farklı olarak her katılımcıya aynı noktalarda sabit şekilde 15 top yansıtılmamış, bunun yerine her oyuncuya ayrı ayrı oluşturulan senaryolar kapsamında 15 top yansıtılmıştır. Ancak yansıtılan her bir topun başlangıç noktası ile sporcunun bulunduğu konum arasındaki mesafe hesaplanarak, tüm sporcuların aynı mesafeyi kat etmeleri sağlanmıştır. Böylelikle her katılımcı için farklı kombinasyonlar oluşturulsa da performansın mesafeden bağımsız olarak ölçülmesi amaçlanmıştır. Test sonucunda sistem tarafından belirlenen uyarılar arasındaki süre (5. 10. Top değişkeninden sonraki süre ve 15. top değişkeninden sonraki toplam süre) kaydedilmiştir ve video analizi sonucu elde edilen sürelerle karşılaştırılmıştır.



Resim 14. Senaryo 1: Sabit Basit Reaksiyon Testi Uygulaması ile Bilgisayar Ekranına Topun Yansıması

3.5.1.3.Senaryo 3: Randomize Seçili Reaksiyon Testi

Üçüncü senaryoda ise zemine aynı anda üç farklı noktaya üç ayrı top görseli yansıtılmıştır. Bu görseller futbol, voleybol ve basketbol topu şeklinde tasarlanmıştır. Sporcudan beklenen, bu toplar arasından doğru uyarıyı seçerek yalnızca futbol topunu söndürmesidir. Her doğru seçimden sonra yeni üç top görseli yansıtılmış ve süreç toplamda 15 tekrar üzerinden uygulanmıştır. Test sonucunda sistem tarafından belirlenen uyarılar arasındaki süre (5. 10. Top değişkeninden sonraki süre ve 15. top değişkeninden sonraki toplam süre) kaydedilmiştir ve video analizi sonucu elde edilen sürelerle karşılaştırılmıştır. Bu senaryoda katılımcıların yalnızca fiziksel hız ve çeviklikleri değil, aynı zamanda algıda seçicilik ve bilişsel süreçleri de devreye girmektedir. Böylece sporcuların hem reaksiyon hızlarının hem de doğru uyarıyı ayırt etme becerilerinin ölçülmesi amaçlanmıştır.

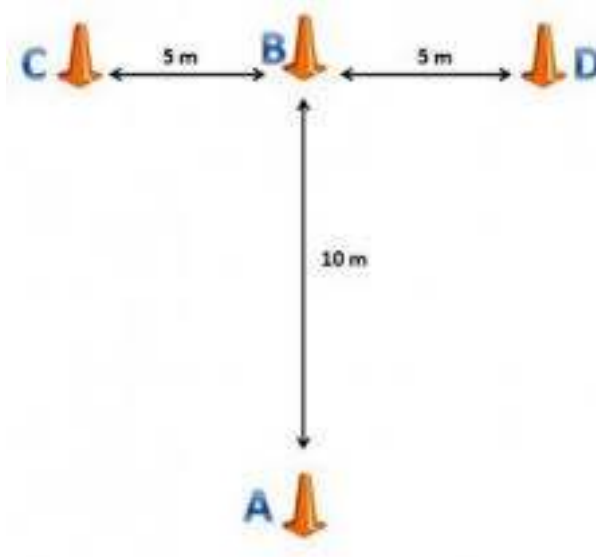


Resim 15.Senaryo 3: Randomize Seçili Reaksiyon Testi Uygulaması

3.5.2.Planlı Yön Değiştirme Testleri

3.5.2.1 T-testi

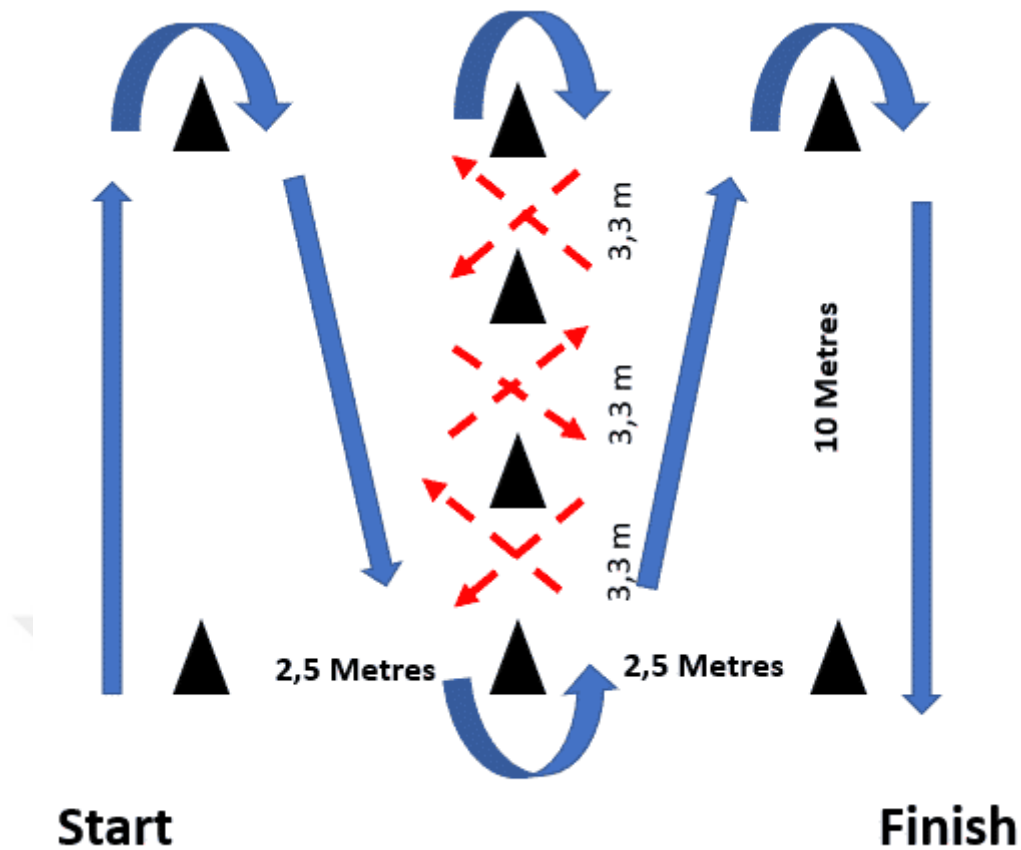
Her sporcu başlangıç noktası olan A noktasındaki huninin ayakları geride olacak biçimde durmuştur. İsteddiği zaman çıkış yapabileceği belirtilmiştir. Çıkış yaptıktan sonra ilk önce 10 m ilerisinde bulunan B konisine, oradan sola doğru dönerek 5 m uzaklıktaki C konisine, oradan da 10 m gerisinde olan D konisine koşmuş ve D konisine dokunduktan sonra hızla tekrar geriye dönerek B konisine ulaşp konisine dokunarak çıkış yapılan A konisine doğru giderek testi bitirmiştir (Yıldız vd., 2007).



Resim 16.T-testi (Yıldız vd., 2017)

3.5.2.2. Illinois Çeviklik Testi

Eni 5 m, boyu 10 m ve orta bölümünde 3.3 m aralıklarla düz bir hat üzerine dizilmiş üç koniden oluşan test parkuru kurulur (Şekil 5). Test, her 10 m’de bir 180 ° dönüşler içeren 40 m’si düz, 20 m’si koniler arasında slalom koşusundan oluşmaktadır. Test parkuru hazırlandıktan sonra başlangıç ve bitimine 0.01 sn hassasiyetle ölçüm yapan iki kapılı fotoselli elektronik kronometre sistemi yerleştirilir. Test öncesinde deneklere parkurun tanıtımı ve gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra düşük tempoda 3-4 deneme yapmalarına izin verilir. Bundan sonra deneklere kendi belirledikleri düşük tempoda 5-6 dk ısınma ve germe egzersizleri yaptırılır. Denekler test parkurunun başlangıç çizgisinden, yüzüstü yatar pozisyonda ve eller omuz hizasında yerle temas halindeyken çıkış yaparlar. Parkuru bitirme zamanı saniye cinsinden kayıt edilir. Tam dinlenme ile test 2 kez tekrarlanır, iyi olan değer kaydedilir (Hazır 2010, Miller 2006).

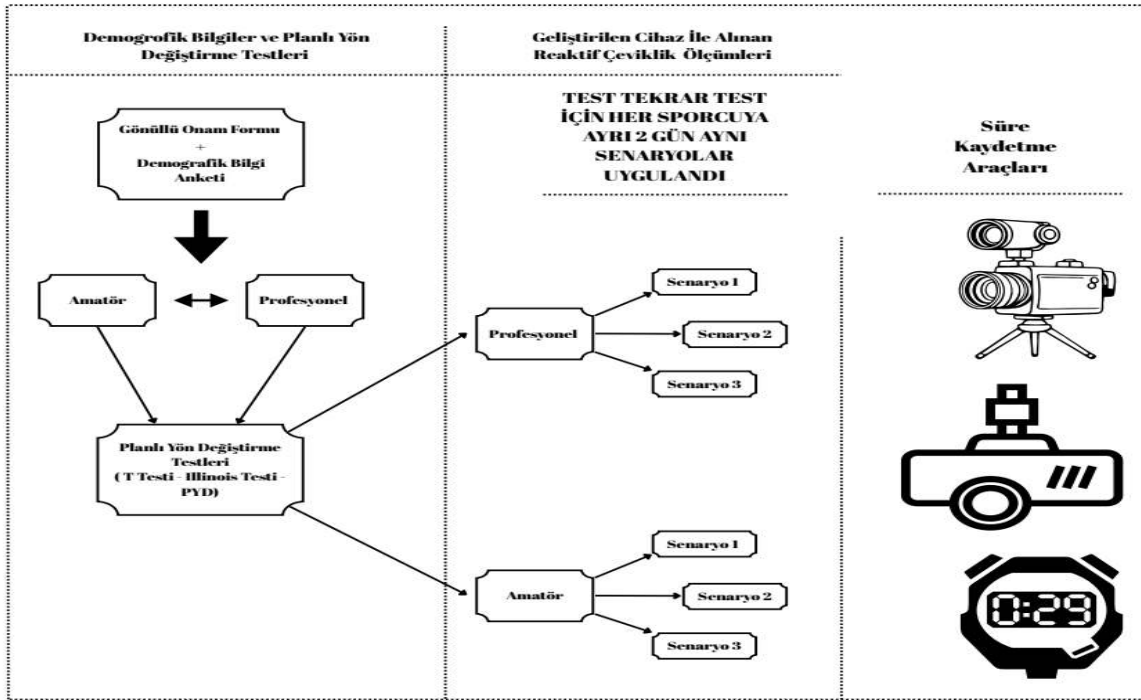


3.5.2.3.PYD



Resim 17.PYD Testi Uygulaması

3.5.3.Çalışmanın Genel Diyagramı



3.6.Prosedür

Çalışma öncesi katılımcılara çalışmanın amaçlarından, bilime katkılarından, testlerin yönteminden ve uygulanılacak işlemler hakkında, testler esnasında karşılaşılabilecek olası

olumsuz durumlarla ilgili araştırma grubuna ayrıntılı bir şekilde bilgilendirilmeler yapılmıştır ve Ek 2'deki "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" imzalatılarak çalışmaya başlanmıştır.

Tüm testler saat 18:00 ile 22:00 arasında AKÜ SBF Spor Salonunda gerçekleştirilmiştir. Testlerin spor salonunda gerçekleştirileceğinden dolayı kaymayan ayakkabılar terci etmeleri önerilmiştir. Tüm katılımcıların sabahları genellikle yaptıkları alışkanlıklarını dışında bir kahvaltı yapmamaları söylenmiştir. Testler öncesindeki öğünde ise normalin dışında beslenmemeleri ve testlerden en az 2 saat önce yemek yememeleri istenmiştir. Ayrıca gece uyku düzenlerine dikkat etmeleri ve çalışmadan en az 2 saat öncesine kadar uyumamış olmaları istenmiştir. Ölçümlerden önceki günde yoğun antrenman yapmamaları istenmiştir.

Ölçüm öncesinde sporcuların yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Sonrasında sporcular 10 dk sub-maksimal hafif jog sonrasında 10 dakika dinamik açma ve germe hareketleri yapmıştır. Test öncesinde sporcular ölçüm ve test kuralların gösterilebilmesi ve alıştırma olması için çeviklik ve reakti çeviklik testlerini birer kez denetlenmiştir.

Ölçümlere başlangıçta Planlı Yön Değıştirme testleri ile başlanmıştır(sırasıyla: T testi, Illinois ve PYD). Sonrasında ise geliştirilen cihazda yer alan senaryolar (sırasıyla: Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3) uygulanmıştır. Senaryo 1 gerçekleştirilirken test alanına yalnızca 1 sporcu alınarak diğerlerinin Senaryo 1 Kombinasyonunu görmemesi sağlanmıştır. Tüm testler arasında en az 5 dakika dinlenme verilmiş ve tam toparlanma sonrasında diğer uygulamaya geçilmiştir. Tüm testlerde familirizasyon için (Senaryo 1) hariç deneme fırsatı verilmiştir. Planlı Yön Değıştirme Testlerinde ise 2 hak verilmiş ve en iyi derece kaydedilmiştir.

3.7.İstatiksel Analiz

Çalışmada elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics 20.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama $\pm$ standart sapma (SS) biçiminde raporlanmıştır. Ölçüm yöntemlerinin geçerliliğini ve güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla birden fazla istatistiksel yaklaşım kullanılmıştır.

Öncelikle, sistemler arasındaki farkın belirlenmesi amacıyla bağımsız değişken T Testi kullanılmıştır. ölçümlerin iç tutarlılığı ve sistemler arası uyum düzeyi Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı (ICC) ve ile incelenmiştir. Ölçümler arasındaki sistematik farkların ve rastgele hataların belirlenmesi için Bland-Altman analizi yapılmış, sonuçlar sistematik bias $\pm$ rastgele hata biçiminde ifade edilmiştir. Ölçümler arası farkların etki büyüklüğü Cohen's d etki

büyükülüğü ile belirlenmiş, doğrusal ilişkiler ise lineer regresyon analizi ile grafik üzerinde gösterilmiştir.

Ayrıca, ölçümlerin güvenilirliğini ve tahmin doğruluğunu desteklemek amacıyla Tahmini Tipik Hata (Typical Error of Estimate; TEE) ve Tahmini Standart Hata (Standard Error of Estimate; SEE) istatistikleri hesaplanmıştır.

TEE, ölçümler arasındaki ortalama bireysel hatanın büyüklüğünü temsil ederek testin tekrarlanabilirlik düzeyini ortaya koyarken, SEE, regresyon modeli üzerinden tahmin edilen değerlerin gerçek değerlere olan ortalama uzaklığını gösterir ve sistemler arası doğrusal ilişkinin doğruluk derecesini ifade eder. Bu iki istatistik, cihazlar arası ölçüm farklarının yalnızca anlamlılık açısından değil, aynı zamanda uyum ve tahmin gücü açısından da değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

Güvenilirliğin belirlenmesi amacıyla Test-Tekrar Test verileri karşılaştırılırken ölçüler arası farkın belirlenmesi için eşleştirilmiş T testi kullanılmıştır. Bunun yanında ölçümler arası korelasyonun belirlenmesi amacıyla SKK kullanılmıştır. Ölçümler arasındaki değişim yüzdesi VK% ile gösterilirken, uyumluluk sınırları ve rastgele hata Blant-Altman grafiği ile gösterilmiştir. Ayrıca ilişkinin yönü Linear Regresyon grafiğiyle belirlenmiştir.

3.7.1.Saha Geçerliliği:

Profesyonel ve amatör futbolcuların PYD ve reaktif çeviklik değerleri arasındaki farkın belirlenmesi amacıyla bağımsız değişken T Testi kullanılmıştır. Reaktif Çeviklik ile Planlı Yön Değiştirme testleri arasında ki ilişki için Pearson Korelasyon analizi kullanılmıştır.

ICC için eşik değerler; aşırı yüksek (0.99–0.90), çok yüksek (0.90–0.75), yüksek (0.75–0.50), orta (0.50–0.20) ve düşük (<0.20) olarak sınıflandırılmıştır (Buchheit ve Mendez-Villanueva, 2013; Rogers, 2019). Güvenilirlik için eşik kriterler VK < %8 (Hopkins vd., 2001), $ICC \geq 0.80$ (Beattie ve Flanagan, 2015; Rogers vd., 2019) olarak alınmıştır. Geçerlilik için ise $ICC \geq 0.90$ değerleri yeterlilik kriteri olarak kabul edilmiştir. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir. Cohen's d için etki büyüklüğü sınıflamaları küçük (0.20), orta (0.50) ve büyük (0.80) olarak belirlenmiştir (Cohen, 1988). Pearson korelasyon katsayısı için eşik değerler ise trivial (<0.10), küçük (0.10–0.29), orta (0.30–0.49), büyük (0.50–0.69), çok büyük (0.70–0.89) ve neredeyse mükemmel (≥ 0.90) olarak sınıflandırılmıştır (Hopkins, 2000).

4.BULGULAR

4.1. Katılımcılar

Tablo 1.Profesyonel ve Amatör Sporcuların Tanımlayıcı İstatistikleri

	Profesyonel (n:24)	Amatör(n:33)	Bağımsız Değişken t testi		Cohen's d
			T	P	
	X ± ss	X ± ss			
Yaş (yıl)	23,5±4,2	21,8±3,7	0,321	0,88	0,44
Boy (cm)	176 ± 5,28	174 ± 4,11	0,648	0,61	0,06
Vücut ağırlığı (kg)	74,29 ± 2,42	74,89 ± 3,76	0,384	0,97	0,1
Deneyim (Yıl)	8,7 ± 3,1	7,2 ± 2,4	0,271	0,89	0,52

x : Ortalama, ss: Standart Sapma

Tablodan elde edilen bulgular incelendiğinde, profesyonel (n=24) ve amatör (n=33) sporcuların yaş, boy, kilo ve deneyim yılı değişkenleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmektedir. Bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre her bir değişkene ait p değerleri anlamlılık düzeyi olan 0.05'in oldukça üzerinde gerçekleşmiştir (yaş: p=0.88, boy: p=0.61, kilo: p=0.97, deneyim yılı: p=0.89). Bu sonuç, gruplar arasındaki ortalama değerler arasında gözlenen farklılıkların istatistiksel olarak anlam taşımadığını göstermektedir.

Nitekim profesyonel sporcuların yaş ortalaması 23.5±4.2 yıl, amatörlerin ise 21.8±3.7 yıl; boy ortalaması sırasıyla 1.76±0.0328 m ve 1.74±0.0411 m; kilo ortalaması 74.29±2.42 kg ve 74.89±3.76 kg; deneyim yılı ortalaması ise 8.7±3.1 yıl ve 7.2±2.4 yıl olarak hesaplanmıştır.

Ortalama değerler arasında küçük farklılıklar gözlenirse de bu farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Cohen's d değerleri incelendiğinde, yaş (d=0.447) ve deneyim yılı (d=0.528) için orta düzeyde etki büyüklüğü elde edilmiştir. Bu bulgu, profesyonel sporcuların amatörler kıyasla bir miktar daha yaşlı ve deneyimli olduklarını ortaya koymaktadır. Ancak boy (d=0.059) ve kilo (d=0.019) değişkenlerinde Cohen's d değerleri 0.20'nin altında kalarak önemsiz düzeyde bulunmuş, bu da gruplar arasında pratik anlamda dikkate değer bir fark olmadığını göstermektedir.

Dolayısıyla çalışmaya katılan profesyonel ve amatör sporcuların demografik ve deneyimsel özellikler bakımından büyük ölçüde benzer bir profile sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 2. Verilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

		Frekans	Yüzde (%)	n
Statü	Amatör	33	57,89	57
	Profesyonel	24	42,11	
Baskın Ayak	Sağ Ayak	36	63,16	57
	Sol Ayak	21	36,84	
Mevki	Kaleci	6	10,53	57
	Defans	13	22,81	
	Orta Saha	22	38,60	
	Forvet	16	28,07	
Lisans Yılı Ort.	Amatör	7,2	-	57
	Profesyonel	8,7	-	

Tablo 2 incelendiğinde, çalışmaya katılan toplam 57 sporcunun %57,89'unun amatör; %42,11'inin ise profesyonel statüde yer aldığı görülmektedir. Katılımcıların baskın ayak özelliklerine göre dağılımı incelendiğinde, %63,16'sının sağ ayaklı, %36,84'ünün ise sol ayaklı olduğu belirlenmiştir. Bu durum, futbol popülasyonunda sağ ayak baskınlığının yaygınlığı ile tutarlıdır.

Katılımcıların oynadıkları mevkilere bakıldığında en yüksek oranla orta saha oyuncularının (%38,60) yer aldığı, bunu sırasıyla forvet (%28,07), defans (%22,81) ve kalecilerin (%10,53) izlediği görülmektedir. Bu dağılım, çalışmanın merkezinde yer alan çeviklik ve karar verme becerileri gibi bilişsel-fiziksel becerilerin daha yoğun gözlemlenebileceği mevkilere odaklanıldığını göstermektedir.

4.2.Laboratuvar Geçerliliği Analizleri

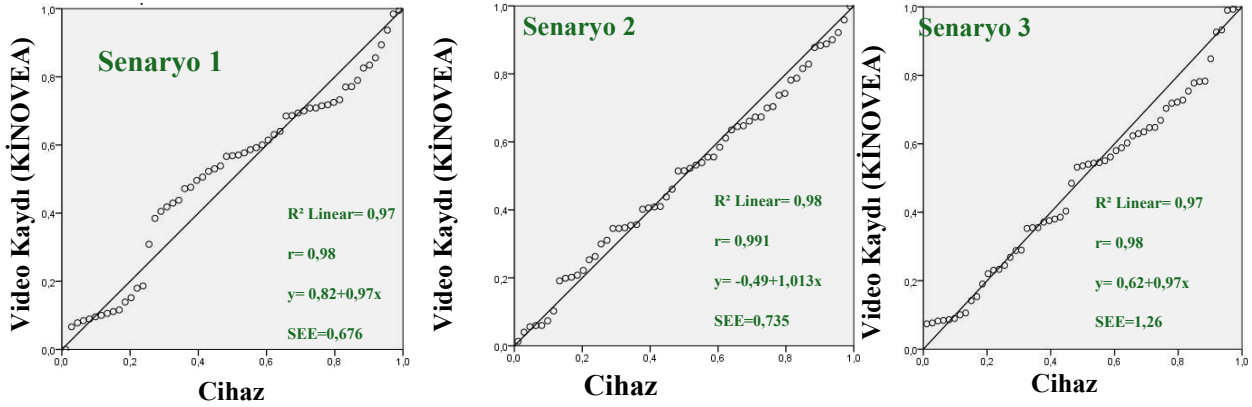
Tablo 3.Farklı Senaryonun Geçerliliği Analizleri

		Video $\bar{X} \pm SS$	Cihaz $\bar{X} \pm SS$	Systematic bias $\pm$ random error (sn)	SKK (95% CI)	TEE (raw) (95% CI)	TEE (%) (95%CI)	Bağımsız Değişken T testi t	p	Cohen's d
Senaryo1 (sn)	5D	12,51 $\pm$ 1,88	13,05 $\pm$ 1,87	0.28 $\pm$ 0.66	0,99	0,25	1,9	1,53	0,129	0,293
	10D	27,49 $\pm$ 4,91	28,30 $\pm$ 4,94	0.63 $\pm$ 1.01	0,99	0,65	2,31	0,87	0,383	0,164
	15 D	48,82 $\pm$ 5.32	49,07 $\pm$ 5.39	0.41 $\pm$ 2.58	0.99(0.99-1.00)	0,71	1,45	0,27	0,786	0,046
Senaryo2 (sn)	5D	14,26 $\pm$ 1,81	14,96 $\pm$ 1,86	0.87 $\pm$ 1.44	0,99	0,24	1,68	1,27	0,207	0,381
	10D	31,02 $\pm$ 3,53	30,58 $\pm$ 3,57	0.81 $\pm$ 0.26	0,99	0,47	1,52	1,42	0,159	0,123
	15 D	59,95 $\pm$ 7,66	60,24 $\pm$ 7,64	0.78 $\pm$ 0.27	0.99(0.99-0.99)	1,01	1,69	0,48	0,633	0,103
Senaryo3 (sn)	5D	15,93 $\pm$ 2,52	16,55 $\pm$ 2,50	0.56 $\pm$ 0.27	0,99	0,33	2,04	1,59	0,115	0,247
	10D	36,06 $\pm$ 7,04	36,99 $\pm$ 7,16	0.90 $\pm$ 0.21	0,99	0,94	2,57	0,94	0,351	0,13
	15 D	61,82 $\pm$ 7,74	63,08 $\pm$ 8,48	0.27 $\pm$ 2.52	0.99(0.98-0.99)	1,09	1,7	2,42	0,101	0,155

*P<0,05 **P<0,001 $\bar{X}$: Ortalama SKK: Intraclass Correlation Coefficient, VK: Coefficient Variation, Cohen's d : Etki büyüklüğü

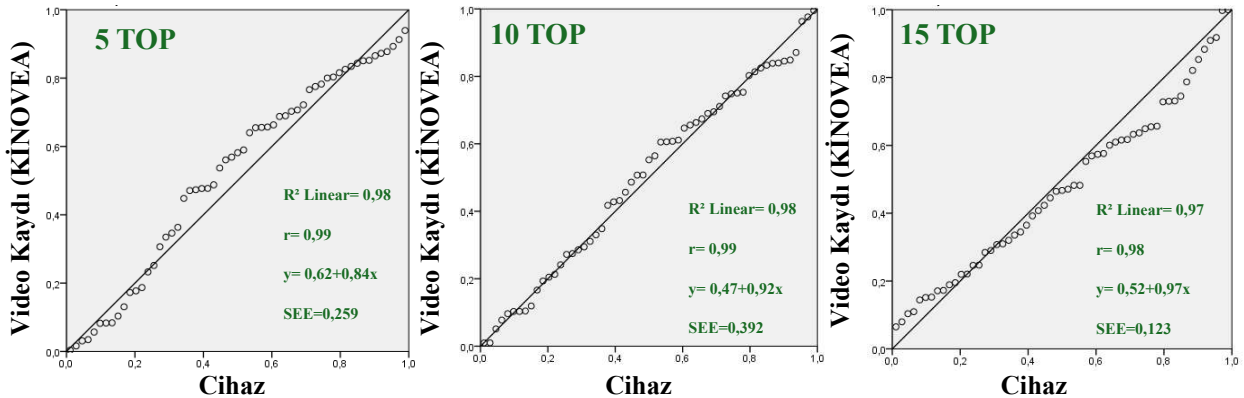
Tablo 3 incelendiğinde, Video ve cihaz ölçümleri arasındaki karşılaştırma sonuçları incelendiğinde, her üç senaryoda da Video ve cihazdan elde edilen değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Sistematik bias değerleri düşük düzeydedir (–1,2 ila –0,3 sn aralığında) ve rastgele hata değerleri de sınırlıdır. SKK (ICC) katsayıları tüm senaryolarda 0,99 (95% CI: 0,98–1,00) aralığında bulunmuş olup, ölçümler arasında “mükemmel” düzeyde uyum olduğunu göstermektedir. TEE değerleri hem ham (raw) hem de yüzde (%) olarak düşük düzeydedir (0,24–1,09 sn; %1,45–2,57), bu da ölçümlerin hata payının kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu işaret etmektedir. Bağımsız değişken t testi sonuçları ise tüm senaryolarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir (p>0,05). Cohen's d etki büyüklüğü değerleri 0,046–0,381 arasında değişmekte olup “küçük etki” düzeyindedir. Genel olarak sonuçlar, cihaz ile video tabanlı ölçüm yönteminin yüksek düzeyde uyum ve geçerlilik sergilediğini, ayrıca cihazın ölçümlerinin video analizine alternatif olarak güvenle kullanılabileceğini göstermektedir

Grafik 1.Senaryolar Bazında Cihaz ve Video Kaydı Arasındaki Regresyon Analizi



Grafik incelendiğinde, cihaz ve video kayıtları (KiNOVEA) arasındaki doğrusal ilişki her üç senaryoda da oldukça yüksek bulunmuştur. Senaryo 1 ve Senaryo 3'te R^2 değerleri 0,97, Senaryo 2'de ise 0,98 olarak tespit edilmiştir. Buna paralel olarak korelasyon katsayıları (r) Senaryo 1 ve 3'te 0,98, Senaryo 2'de ise 0,991 düzeyindedir. Regresyon denklemleri cihaz ile video kayıtlarının ölçümlerinin neredeyse birebir örtüştüğünü göstermekte, eğim katsayılarının 0,97–1,013 arasında değişmesi cihazın ölçümlerinin video analizine yakın değerler verdiğini ortaya koymaktadır. SEE (standard error of estimate) değerleri incelendiğinde ise hata payının düşük düzeyde kaldığı görülmektedir (Senaryo 1=0,676; Senaryo 2=0,735; Senaryo 3=1,26). Tüm bu bulgular, cihaz ile video kaydı arasında güçlü ve anlamlı bir ilişki olduğunu, cihazın geçerli ve güvenilir ölçümler sunduğunu göstermektedir.

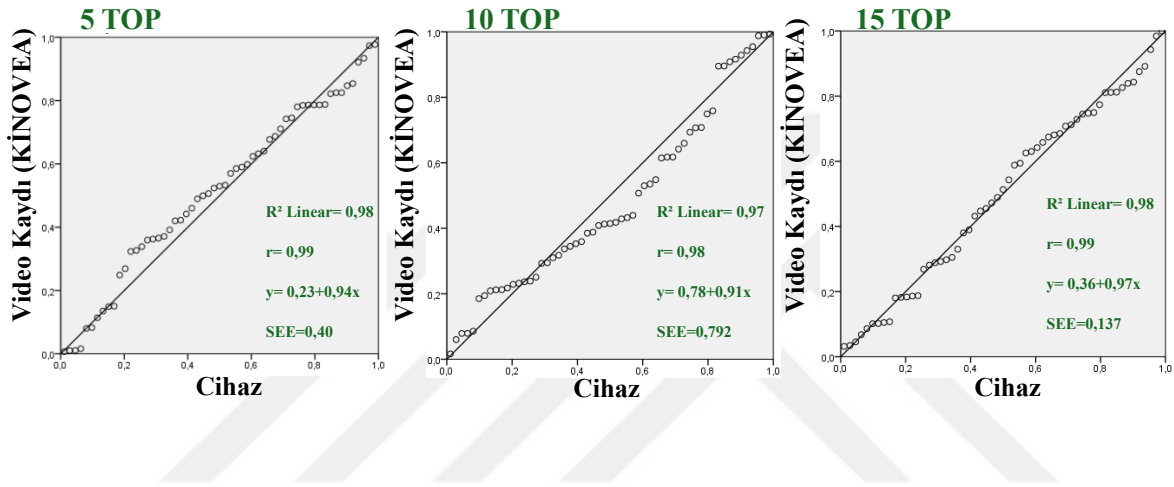
Grafik 2.Senaryo 1 5-10-15 Değişkenleri Bakımından Cihaz ve Video Kaydı Arasındaki Regresyon Analizi



Grafik incelendiğinde, Senaryo 1 kapsamında cihaz ve video kayıtları (KiNOVEA) arasında 5, 10 ve 15 top değişkenlerinde yüksek düzeyde doğrusal ilişki gözlenmiştir. Tüm koşullarda R^2

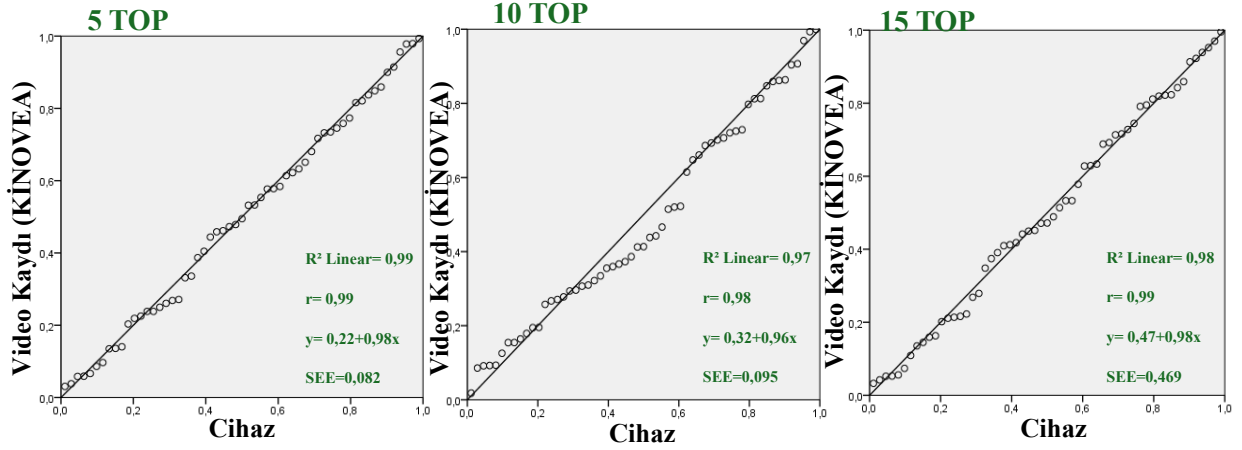
değerleri 0,97–0,98 aralığında bulunmuş, korelasyon katsayıları ise 0,98–0,99 düzeyinde gerçekleşmiştir. Regresyon denklemleri, cihaz ölçümlerinin video kayıtları ile yüksek uyum içinde olduğunu, eğim katsayılarının 0,84–0,97 arasında değişerek ölçümlerin neredeyse birebir örtüştüğünü göstermektedir. SEE değerleri oldukça düşük düzeyde (5 top: 0,259; 10 top: 0,392; 15 top: 0,123) bulunmuş olup, cihazın hata payının minimal olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, cihazın farklı tekrar sayıları altında da video analizi ile yüksek geçerlilik ve güvenilirlik gösterdiğini desteklemektedir.

Grafik 3. Senaryo 2 5-10-15 Değişkenleri Bakımından Cihaz ve Video Kaydı Arasındaki Regresyon Analizi



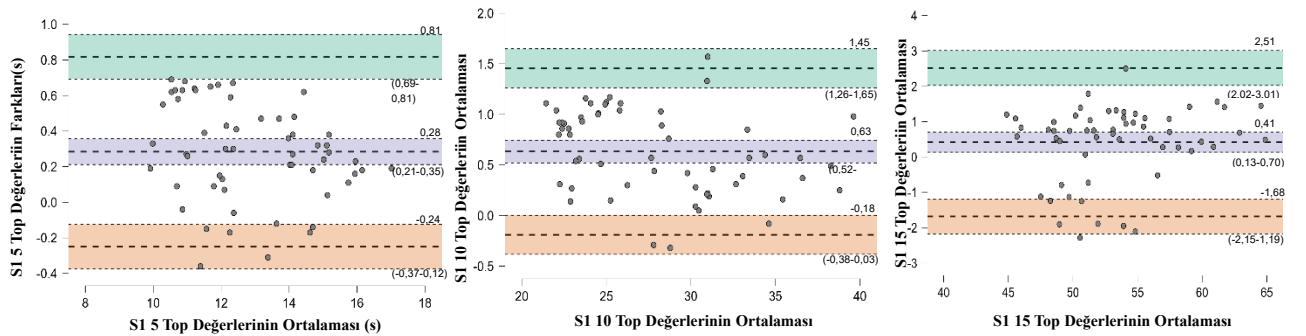
Senaryo 2 kapsamında cihaz ile video kayıtları (KiNOVEA) arasında yapılan regresyon analizleri incelendiğinde, 5, 10 ve 15 top koşullarında oldukça yüksek düzeyde doğrusal ilişki saptanmıştır. R^2 değerleri 0,97–0,98 arasında, korelasyon katsayıları ise 0,98–0,99 düzeyinde bulunarak güçlü bir ilişkiyi göstermektedir. Regresyon denklemleri, cihaz ölçümlerinin video kayıtları ile yüksek uyum içinde olduğunu ve eğim katsayılarının 0,91–0,97 arasında değişerek ölçümlerin neredeyse birebir örtüştüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca SEE değerleri (5 top: 0,40; 10 top: 0,792; 15 top: 0,137) düşük düzeyde olup, cihazın ölçüm hata payının minimal olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, cihazın farklı tekrar sayılarında da video analizine benzer şekilde güvenilir ölçümler sağladığını desteklemektedir.

Grafik 4. Senaryo 3 5-10-15 Değişkenleri Bakımından Cihaz ve Video Kaydı Arasındaki Regresyon Analizi



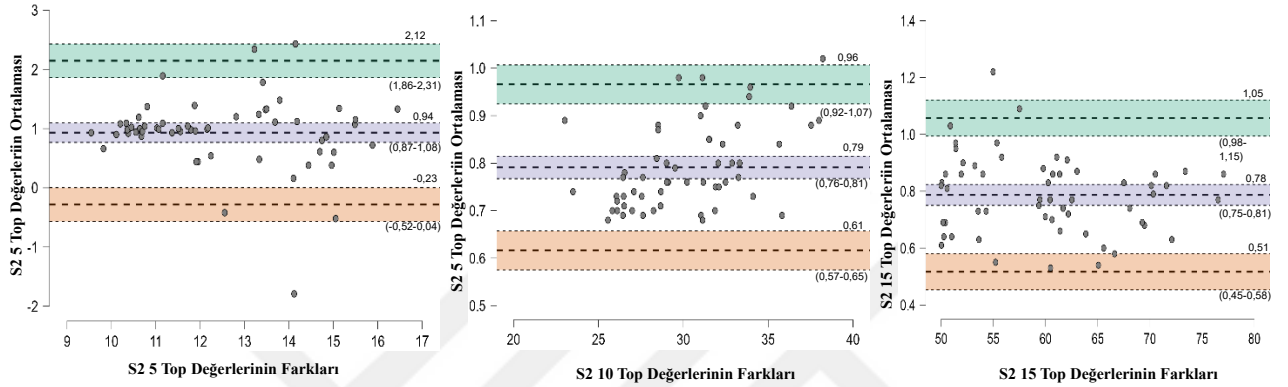
Senaryo 3 kapsamında 5, 10 ve 15 TOP değişken grupları için Cihaz ve Video Kaydı (Kinovia) arasındaki doğrusal regresyon analizlerini sunmaktadır. 5 TOP değişkenleri için yapılan analizde, R^2 ve r değerlerinin 0.99 gibi son derece yüksek seviyelerde olması, değişkenler arasında neredeyse mükemmel bir pozitif doğrusal ilişkinin varlığını göstermektedir. Bu durum, Video Kaydı varyansının yaklaşık %99'unun Cihaz değişkeni tarafından açıklandığını ifade etmektedir. Regresyon denklemi $y=0.22+0.96x$ ve standart tahmin hatası SEE 0.082 ile en düşük hata payına sahiptir. 10 TOP grubunda da R^2 0.97 ve r 0.98 değerleriyle çok güçlü bir ilişki mevcuttur; denklemi $y=0.32+0.96x$ ve SEE 0.095'tir. Son olarak, 15 TOP değişkenlerinde de R^2 0.98 ve r 0.99 değerleriyle yine çok güçlü bir ilişki gözlemlenirken, regresyon denklemi $y=0.47+0.96x$ ve SEE değeri 0.469 ile diğer iki gruba göre daha yüksek bir hata payına sahiptir. Sonuç olarak, bu senaryodaki tüm değişken grupları, Cihaz ve Video Kaydı arasında istisnai derecede güçlü bir doğrusal ilişki sergilemektedir; özellikle 5 TOP grubu, açıklama gücü ve tahmin hassasiyeti açısından en üstün performansı göstermektedir.

Grafik 5. Senaryo 1 5-10-15 Değişkenleri Blant Altman Analizine Göre Değerlendirilmesi



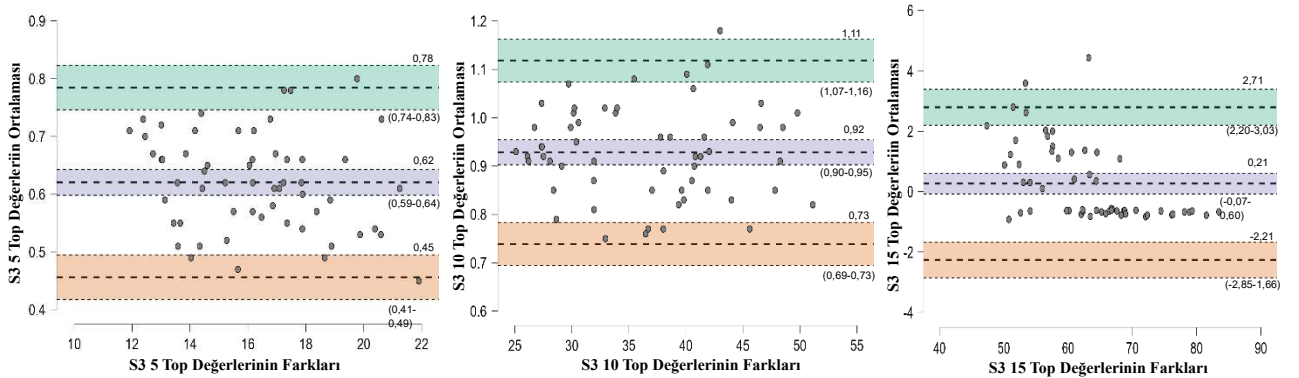
Grafik 5’ de görüldüğü üzere her iki ölçüm yöntemindeki Senaryo 1’de 5 YD , 10 YD ve 15 YD herhangi bir sistematik fark bulunmazken (sırasıyla; 0.28 s, 95 %CI 0.21-0.35 ; 0.63s, 95 %CI 0.52-0.74; 0.41 s 95 %CI 0.13-0.70) bulunmazken, Alt uyumluluk sınırları (c) ve üst uyumluluk sınırları (sırasıyla; 0.81, 95 %CI 0.69-0.94; 1.45s, 95 %CI 1.26-1.64; 2.51 s, 95 %CI 2.02- 3.01) dar olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 6. Senaryo 2 5-10-15 Değişkenleri *Blant Altman Analizine Göre Değerlendirilmesi*



Grafik 6’ da görüldüğü üzere her iki ölçüm yöntemindeki Senaryo 2’de 5 YD , 10 YD ve 15 YD herhangi bir sistematik fark bulunmazken (sırasıyla; 0.94 s, 95 %CI 0.87-1.08 ; 0.79s, 95 %CI 0.76-0.81; 0.78 s 95 %CI 0.75-0.81) bulunmazken, Alt uyumluluk sınırları (sırasıyla; -0.23s, 95 %CI -0.52- -0.04; 0.61s, 95 %CI 0.57-0.65; 0.51 s, 95 %CI 0.45- 0.58) ve üst uyumluluk sınırları (sırasıyla; 2.12, 95 %CI 1.86-2.31; 0.96s, 95 %CI 0.92-1.07; 1.05 s, 95 %CI 0.98- 1.12) dar olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 7. Senaryo 3 5-10-15 Değişkenleri *Blant Altman Analizine Göre Değerlendirilmesi*



Grafik7’ de görüldüğü üzere her iki ölçüm yöntemindeki Senaryo 3’de 5 YD , 10 YD ve 15 YD herhangi bir sistematik fark bulunmazken (sırasıyla; 0.62 s, 95 %CI 0.59-0.64 ; 0.92s, 95 %CI 0.90-0.95; 0.21 s 95 %CI -0.07-0.60) bulunmazken, Alt uyumluluk sınırları (sırasıyla; 0.45s, 95 %CI 0.41- 0.49; 0.73s , 95 %CI 0.69-0.78; -2.21s, 95 %CI -2.85- -1.66) ve üst uyumluluk sınırları (sırasıyla; 0.78, 95 %CI 0.74-0.83; 1.11s, 95 %CI 1.07-1.16; 2.20 s, 95 %CI 2.20- 3.03) dar olduğu tespit edilmiştir.

4.3.SAHA GEÇERLİLİĞİ ANALİZLERİ

Tablo 4 . Tüm Senaryoların 5 TOP Değişkenine göre Planlı Yön Değiştirme Testleri ile Korelasyonlarının İncelenmesi

		T testi	Illinois Testi	PYD
S1 5 TOP	r	0,282	0,609	0,600
	p	0,34	p<0,001	p<0,001
	N	57	57	57
S2 5 TOP	r	0,344	0,528	0,579
	p	0,009	p<0,001	p<0,001
	N	57	57	57
S3 5 TOP	r	0,437	0,611	0,615
	p	0,001	p<0,001	p<0,001
	N	57	57	57

Tablo 4 incelendiğinde, planlı yön değiştirme testleri ile 5 TOP değişkeni arasındaki korelasyonlar farklı senaryolar bazında değerlendirilmiştir. S1 senaryosunda 5 TOP ile T testi arasında düşük düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki olduğu görülmektedir ($r=0,282$; $p=0,34$). Buna karşın, Illinois Testi ($r=0,609$; $p<0,001$) ve PYD ($r=0,600$; $p<0,001$) değişkenleri ile anlamlı ve güçlü pozitif korelasyonlar saptanmıştır.

S2 senaryosunda 5 TOP ile T testi arasında orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=0,344$; $p=0,009$). Illinois Testi ($r=0,528$; $p<0,001$) ve PYD ($r=0,579$; $p<0,001$) değişkenleri ise yine anlamlı ve güçlü düzeyde pozitif ilişkiler göstermektedir.

S3 senaryosunda ise 5 TOP ile T testi arasındaki korelasyonun daha da güçlendiği ve anlamlı olduğu belirlenmiştir ($r=0,437$; $p=0,001$). Benzer şekilde Illinois Testi ($r=0,611$; $p<0,001$) ve PYD ($r=0,615$; $p<0,001$) değişkenleri ile oldukça güçlü ve anlamlı ilişkiler ortaya konmuştur.

Genel olarak, 5 TOP değişkeni ile Illinois Testi ve PYD arasında tüm senaryolarda güçlü ve anlamlı korelasyonlar bulunurken, T testi ile olan ilişkinin görece daha zayıf olduğu ancak özellikle S2 ve S3 senaryolarında anlamlı hale geldiği görülmektedir.

Tablo 5. Tüm Senaryoların 10 TOP Değişkenine göre Planlı Yön Değiştirme Testleri ile Korelasyonlarının İncelenmesi

		T testi	Illinois Testi	PYD
S1 10 TOP	r	0,306	0,577	0,584
	p	0,21	p<0,001	p<0,001
	N	57	57	57
S2 10 TOP	r	0,335	0,497	0,521
	p	0,011	0,001	p<0,001
	N	57	57	57
S3 10 TOP	r	0,473	0,685	0,666
	p	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	N	57	57	57

Tablo 5 incelendiğinde, 10 TOP değişkeni ile planlı yön değiştirme testleri arasındaki korelasyonların senaryolara göre farklılık gösterdiği görülmektedir. S1 senaryosunda 10 TOP ile T testi arasında düşük düzeyde ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki vardır ($r=0,306$; $p=0,21$). Buna karşın Illinois Testi ($r=0,577$; $p<0,001$) ve PYD ($r=0,584$; $p<0,001$) değişkenleri ile güçlü ve anlamlı pozitif korelasyonlar elde edilmiştir.

S2 senaryosunda 10 TOP ile T testi arasında orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($r=0,335$; $p=0,011$). Illinois Testi ($r=0,497$; $p=0,001$) ve PYD ($r=0,521$; $p<0,001$) değişkenleri ise anlamlı ve güçlü düzeyde pozitif ilişkiler göstermektedir.

S3 senaryosunda 10 TOP ile T testi arasındaki korelasyonun daha da güçlendiği ve istatistiksel olarak oldukça anlamlı hale geldiği görülmektedir ($r=0,473$; $p<0,001$). Benzer şekilde Illinois Testi ($r=0,685$; $p<0,001$) ve PYD ($r=0,666$; $p<0,001$) değişkenleri ile yüksek düzeyde pozitif ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Genel olarak, 10 TOP ile Illinois Testi ve PYD arasında tüm senaryolarda güçlü ve anlamlı ilişkiler görülürken, T testi ile olan ilişkinin görece daha zayıf olduğu; ancak S2 ve S3 senaryolarında anlamlılık düzeyine ulaştığı söylenebilir.

Tablo 6. Tüm Senaryoların 15 TOP Değişkenine göre Planlı Yön Değiştirme Testleri ile Korelasyonlarının İncelenmesi

		T testi	Illinois Testi	PYD
S1 15 TOP	r	0,268	0,256	0,263
	p	0,043	0,055	0,048
	N	57	57	57
S2 15 TOP	r	0,433	0,555	0,578
	p	0,001	p<0,001	p<0,001
	N	57	57	57
S3 15 TOP	r	0,403	0,569	0,553
	p	0,002	p<0,001	p<0,001
	N	57	57	57

Tablo 6 incelendiğinde, 15 TOP değişkeni ile planlı yön değiştirme testleri arasındaki ilişkilerin senaryolara göre farklılık gösterdiği görülmektedir. S1 senaryosunda 15 TOP ile T testi arasında düşük düzeyde ancak anlamlı bir korelasyon tespit edilmiştir ($r=0,268$; $p=0,043$). Illinois Testi ($r=0,256$; $p=0,055$) ve PYD ($r=0,263$; $p=0,048$) ile olan ilişkiler ise düşük düzeyde olup, Illinois Testi ile anlamlılığa ulaşmamıştır.

S2 senaryosunda 15 TOP ile T testi arasında orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=0,433$; $p=0,001$). Benzer şekilde Illinois Testi ($r=0,555$; $p<0,001$) ve PYD ($r=0,578$; $p<0,001$) değişkenleri ile anlamlı ve güçlü pozitif korelasyonlar saptanmıştır.

S3 senaryosunda da 15 TOP ile T testi arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki görülmektedir ($r=0,403$; $p=0,002$). Illinois Testi ($r=0,569$; $p<0,001$) ve PYD ($r=0,553$; $p<0,001$) değişkenleriyle de güçlü ve anlamlı pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Genel olarak, 15 TOP değişkeni ile planlı yön değiştirme testleri arasındaki ilişkiler S1 senaryosunda daha düşük düzeyde iken, S2 ve S3 senaryolarında orta düzeyde ve anlamlı hale

gelmiştir. Özellikle Illinois Testi ve PYD değişkenleriyle güçlü korelasyonların ortaya çıkması dikkat çekicidir.

Tablo 7.Profesyonel ve Amatör Sporcuların Çeviklik Testleri

	Profesyonel (n:24)	Amatör (n:33)	Bağımsız Değişken T Testi			
	X ± ss	X ± ss	%Fark	t	p	Cohen's d
Illinois Testi	16,00 ± 1,17	17,03 ± 1,02	6,42	4,14	0.001	0,94
T Testi	9,05± 0,44	9,90± 0,8	8,9	4,73	0.001	1,316

x : Ortalama, ss: Standart Sapma

Tablo 7, profesyonel ve amatör sporcuların çeviklik testlerinden elde ettikleri sonuçların karşılaştırmalı analizini sunmaktadır. Bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre, hem Illinois Testi hem de T Testi'nde profesyonel ve amatör sporcular arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Illinois Testi'nde profesyonel sporcuların ortalama süresi 16.00 saniye iken, amatör sporcuların ortalama süresi 17.03 saniyedir.

Aradaki %6.42'lik fark, $p < 0.001$ değeriyle istatistiksel olarak anlamlıdır ve Cohen's d etki büyüklüğü (0.94) bu farkın büyük bir etki düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, T Testi'nde profesyonel sporcular 9.05 saniyelik ortalama skorla amatör sporcuların 9.90 saniyelik ortalamasından %8.9 daha hızlıdır.

Bu fark da $p < 0.001$ değeriyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve Cohen's d (1.316) değeriyle çok büyük bir etki büyüklüğüne işaret etmektedir.

Bu bulgular, profesyonel sporcuların çeviklik testlerinde amatör sporculara kıyasla hem istatistiksel olarak anlamlı hem de pratik olarak kayda değer derecede üstün bir performans sergilediğini açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 8. Amatör ve Profesyoneller Arasında Bilişsel Testlerin Geçerliliğinin İncelenmesi

		Amatör $\bar{X} \pm SS$	Profesyonel $\bar{X} \pm SS$	% Fark	Bağımsız Değişken T testi t	p	Cohen's d
Senaryo1 (sn)	5D	13,01±1,51	11,91±0,72	8,46	-2,73	0,008	0,92
	10D	32,51±4,04	28,89±1,33	11,13	-2,81	0,007	1,2
	15 D	54,61± 5,5	45,58 ± 2,59	14,71	-0,09	0,001	1,86
Senaryo2 (sn)	5D	14,06±1,71	12,82±0,88	8,82	-6,75	0,004	0,57
	10D	35,31± 3,72	30,97±1,83	12,29	-5,14	0,001	1,48
	15 D	63,81 ± 6,56	55,46 ± 3,49	13,08	-3,83	0,002	1,59
Senaryo3 (sn)	5D	18,11± 1,94	15,41±1,31	14,92	-3,9	0,001	1,63
	10D	42,06±4,61	35,01±2,74	16,76	-5,23	0,000	1,85
	15 D	67,93 ± 7,33	56,95 ± 5,23	19,68	-3,48	0,001	1,72

*P<0,05 **P<0,001 $\bar{X}$: Ortalama Cohen's d : Etki büyüklüğü

Tablo 6, bilişsel testlerin amatör ve profesyonel sporcular arasındaki performans farklılıklarını üç ayrı senaryo ve test süresi (5D, 10D, 15D) kapsamında değerlendirmektedir. Bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre, profesyonel sporcuların bilişsel testlerde amatörler kıyasla daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Senaryo 1'de, hem 5D (p=0.008) hem de 10D (p=0.007) testlerinde istatistiksel olarak anlamlı ve büyük bir etki büyüklüğüne sahip farklılıklar saptanmıştır (Cohen's d sırasıyla 0.92 ve 1.2), ancak 15D testi için p değeri 0.92 olduğundan gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Senaryo 2'de ise, incelenen tüm sürelerde (5D, 10D, 15D) profesyonellerin performansı amatörlerden anlamlı ölçüde daha iyidir; bu farklar orta düzeyden çok büyük etki büyüklüklerine kadar değişmektedir (Cohen's d değerleri 0.57 ile 1.59 arasında). Son olarak, Senaryo 3'te incelenen tüm testlerde p<0.001 seviyesinde çok yüksek anlamlılıklar ve Cohen's d değerleri 1.63 ile 1.85 arasında değişen çok büyük etki büyüklükleri saptanmıştır. Bu bulgular, testlerin zorluk seviyesi arttıkça amatör ve profesyonel sporcular arasındaki bilişsel performans farkının daha da belirginleştiğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu bilişsel testler amatör ve profesyonel sporcuları başarıyla ayırt edebilmekte ve profesyonellerin neredeyse tüm koşullarda amatörlerden daha üstün bilişsel becerilere sahip olduğunu desteklemektedir.

4.5. LABORATUVAR GÜVENİLİRLİK ANALİZLERİ

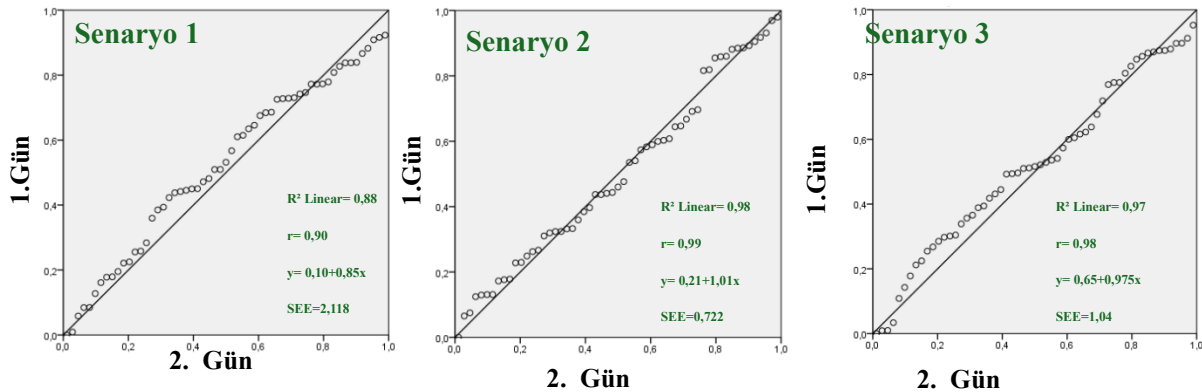
Tablo 9. Senaryoların Test- Tekrar Test Verilerine Ait Analiz Sonuçları

	1. gün (Cihaz) $\bar{X} \pm SD$	2. gün (Cihaz) $\bar{X} \pm SD$	Systematic bias $\pm$ random error (sn)	ICC (95% CI)	CV (%)	TEE (raw) (95% CI)	TEE (%) (95% CI)	Paired Samples T testi t p	Cohen's d
Senaryo 1	52,53 $\pm$ 4,95	49,07 $\pm$ 5,39	0,41 $\pm$ 1,96	0,92(0,92 -0,96)	% 3,47	0,71	1,32	-16,343 0,001	1,16
Senaryo 2	60,24 $\pm$ 7,64	59,45 $\pm$ 7,49	0,78 $\pm$ 1,42	0,99(0,96 -0,99)	% 0,96	1,01	1,68	-6,149 0,001	0,82
Senaryo 3	63,31 $\pm$ 8,44	62,16 $\pm$ 8,48	0,26 $\pm$ 2,52	0,98(0,96 -0,99)	% 3,00	1,12	1,79	-8,385 0,001	1,11

*P<0,05 **P<0,001 $\bar{X}$: Ortalama ICC: Intraclass Correlation Coefficient, CV: Coefficient Variation, Cohen's d : Etki büyüklüğü

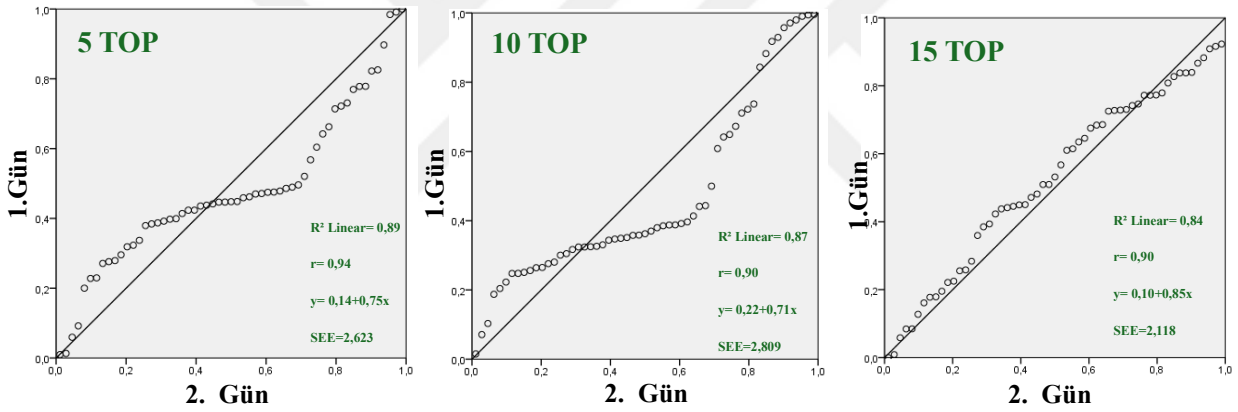
Tablo 9, üç farklı senaryo için 1. Gün ve 2. Gün verileri arasındaki test-tekrar test güvenilirliğini ve uyumunu değerlendiren analiz sonuçlarını sunmaktadır. Analizler, tüm senaryolarda ICC (Intraclass Correlation Coefficient) değerlerinin 0.92 ile 0.99 arasında olduğunu göstermektedir ki bu, ölçümlerin zaman içindeki tutarlılığının son derece güvenilir olduğunu kanıtlamaktadır. Bununla birlikte, Paired Samples T Testi sonuçları, her üç senaryo için de $p < 0.001$ değeriyle 1. Gün ve 2. Gün ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu farklılıklar, Cohen's d etki büyüklüğü değerleri (1.16, 0.82, 1.11) ile de desteklenmekte ve farkların sadece istatistiksel değil, pratik olarak da önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgular, ölçümler yüksek derecede güvenilir olmakla birlikte, bir öğrenme etkisi veya sistematik bir değişim gibi faktörlerin, iki ölçüm noktası arasında bir kaymaya neden olduğunu göstermektedir.

Grafik 8. Senaryolara Ait 1. Gün ve 2. Gün Verilerinin Regresyon Analizi Sonuçları



Grafikten elde edilen bulgular, üç farklı senaryoda 1. Gün ve 2. Gün verileri arasındaki doğrusal ilişkiyi incelemektedir. Her üç senaryoda da değişkenler arasında pozitif ve güçlü bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. Senaryo 1'de, R2 değeri 0.84 ve r değeri 0.90 ile 2. Gün verilerindeki değişimin %84'ünün 1. Gün verileriyle açıklandığı görülmektedir. Regresyon denklemi $y=0.10+0.85x$ ve standart tahmin hatası SEE 2.118 olarak belirlenmiştir. Senaryo 2 ise, R2 değeri 0.98 ve r değeri 0.99 ile en güçlü ilişkiyi sunuyor; Denklemi $y=0.23+1.01x$ ve SEE değeri 0.722 ile en düşük hata payına sahip. Son olarak, Senaryo 3'te R2 0.97 ve r 0.98 olarak saptanmıştır. Denklemi $y=0.65+0.975x$ ve SEE değeri 1.04 olan bu senaryo da oldukça güçlü bir ilişkiyi ortaya koymaktadır. Genel olarak, tüm senaryolar veriler arasında kuvvetli bir doğrusal bağımlılık olduğunu ve özellikle Senaryo 2'nin en yüksek tahmin gücüne sahip olduğunu göstermektedir.

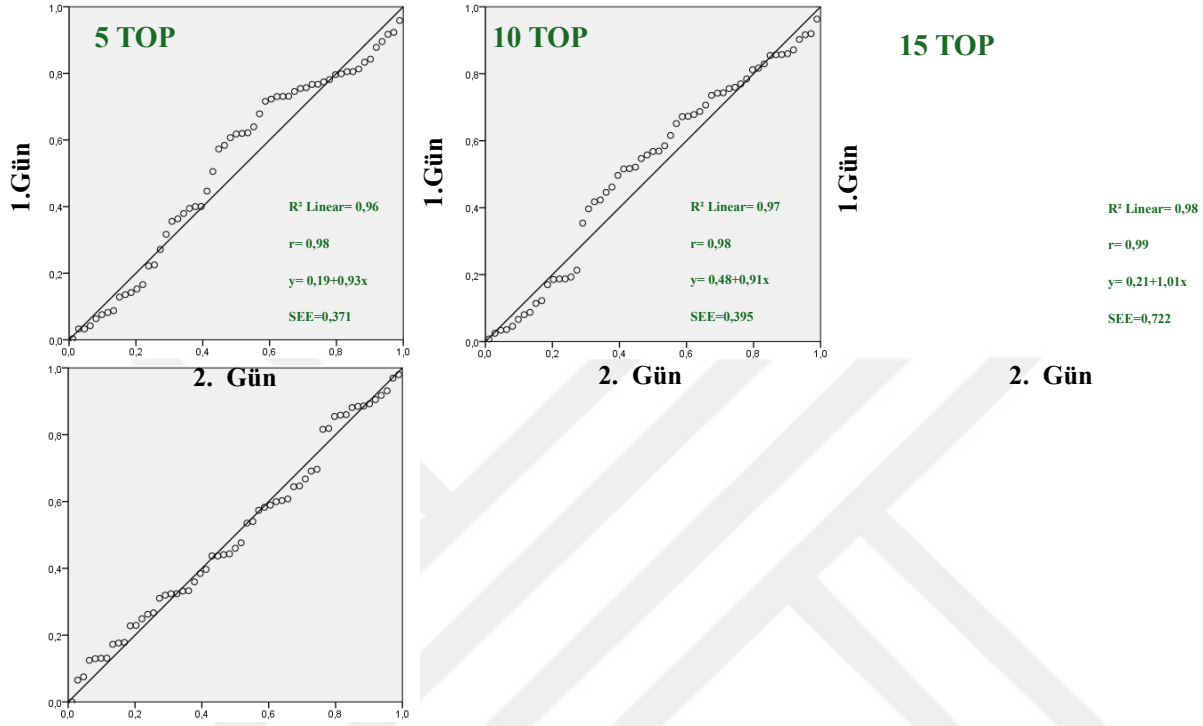
Grafik 9. Senaryo 1'in 1. Ve 2. Gün Bazında 5-10-15 Değişkenlerinin Regresyon Analizi



sunulan regresyon analizleri, Senaryo 1 kapsamında 5, 10 ve 15 TOP değişken grupları için 1. Gün ve 2. Gün verileri arasındaki ilişkiyi incelemektedir. 5 TOP değişkenleri için yapılan analizde, R2 değerinin 0.89 ve r değerinin 0.94 olduğu görülmektedir ki bu, 2. Gün verilerindeki varyansın büyük bir kısmının 1. Gün verileriyle açıklandığına işaret eden çok güçlü bir pozitif doğrusal ilişkiyi göstermektedir. Bu grubun regresyon denklemi $y=0.14+0.75x$ ve standart tahmin hatası SEE 2.623'tür. Benzer şekilde, 10 TOP değişkenleri de R2 0.87 ve r 0.90 değerleriyle güçlü bir ilişki sergilemektedir; denklemi $y=0.22+0.71x$ ve SEE değeri 2.809'dur. Son olarak, 15 TOP değişkenleri için R2 değeri 0.84 ve r değeri 0.90 olarak saptanmıştır ve denklemi $y=0.10+0.85x$ şeklindedir. Bu grup, SEE değeri 2.118 ile en düşük tahmin hatasına sahip olmasıyla dikkat çekmektedir. Genel olarak, tüm gruplar 1. Gün ve 2. Gün verileri

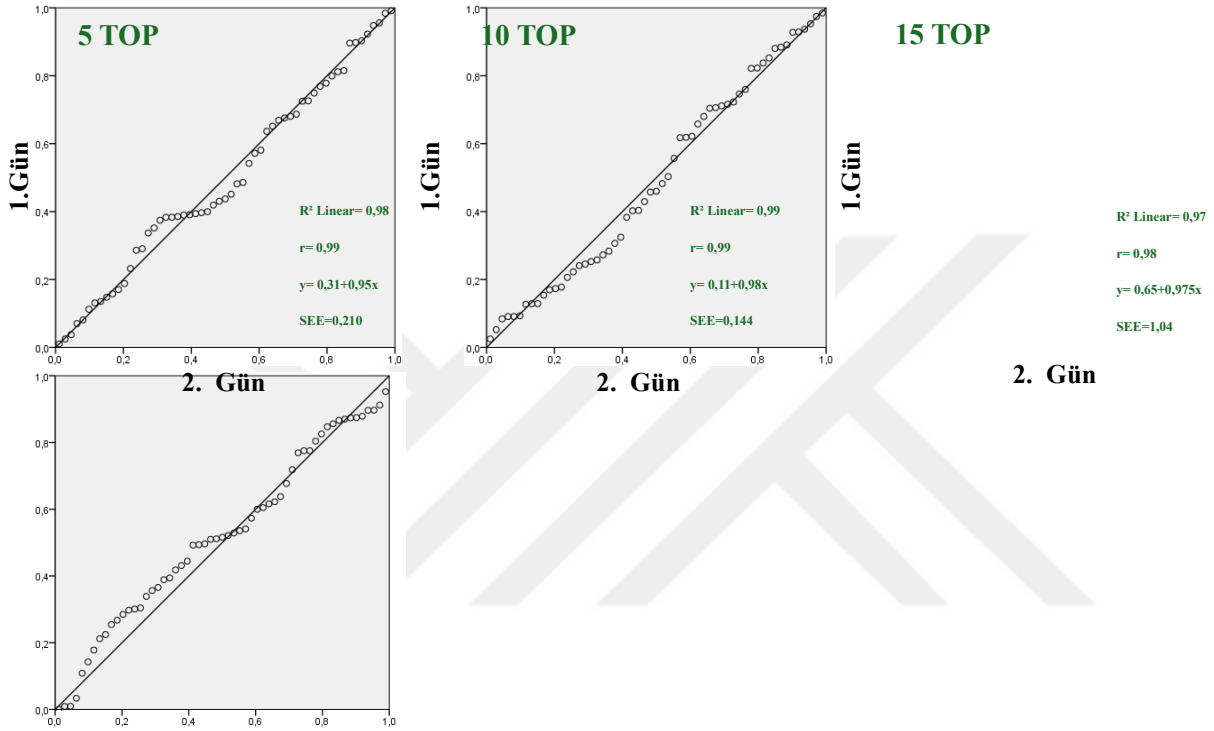
arasında güçlü bir pozitif doğrusal ilişki göstermekle birlikte, 5 TOP grubu en yüksek açıklama gücüne sahipken, 15 TOP grubu en hassas tahminleri sunmaktadır.

Grafik 10. Senaryo 2'in 1. Ve 2. Gün Bazında 5-10-15 Değişkenlerinin Regresyon Analizi



Senaryo 2 kapsamında 5, 10 ve 15 TOP değişkenlerinin 1. Gün ve 2. Gün verileri arasındaki doğrusal ilişkiyi gösteren regresyon analizi sonuçlarını sunmaktadır. 5 TOP değişkenleri için yapılan analizde, R^2 değeri 0.96 ve r değeri 0.98 ile iki değişken arasında oldukça güçlü bir pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durum, 2. Gün verilerindeki varyansın yaklaşık %96'sının 1. Gün verileri tarafından açıklandığını göstermektedir. Regresyon denklemi $y = 0.19 + 0.93x$ ve standart tahmin hatası SEE 0.371 ile en düşük hata payına sahiptir. Benzer şekilde, 10 TOP değişkenlerinde de R^2 değeri 0.97 ve r değeri 0.98 olarak saptanmıştır. Bu grubun denklemi $y = 0.48 + 0.91x$ ve SEE değeri 0.395'tir. En güçlü ilişki ise, R^2 değeri 0.98 ve r değeri 0.99 olan 15 TOP grubunda gözlemlenmiştir; bu bulgu, 2. Gün verilerinin varyansının %98'inin 1. Gün verileriyle açıklandığını göstermektedir. Ancak, bu grubun SEE değeri 0.722 ile diğer iki gruba göre daha yüksek bir hata payına sahiptir. Sonuç olarak, Senaryo 2'deki tüm değişken grupları 1. Gün ve 2. Gün verileri arasında son derece güçlü ve anlamlı ilişkiler sergilemektedir; 15 TOP grubu en yüksek açıklama gücüne sahipken, 5 TOP grubu en hassas tahminleri sağlamaktadır.

Grafik 11. Senaryo 3'in 1. Ve 2. Gün Bazında 5-10-15 Değişkenlerinin Regresyon Analizi

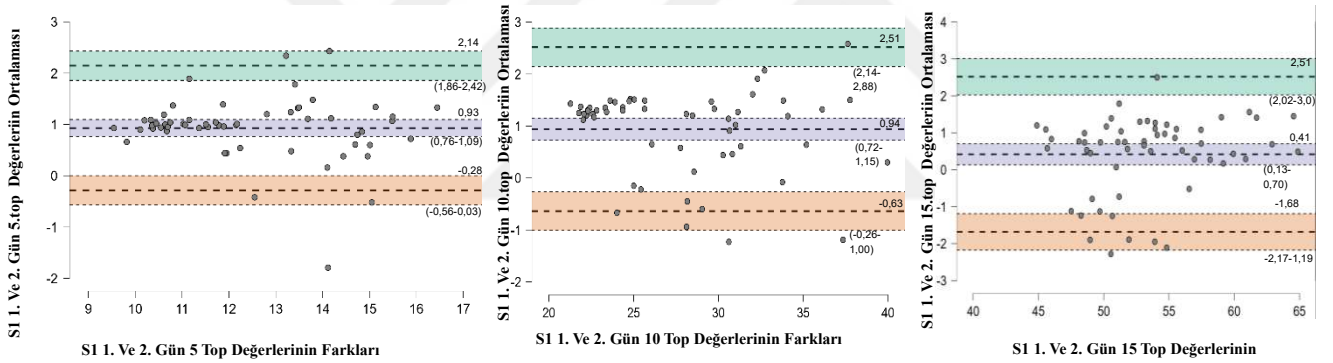


Sunulan regresyon analiz grafikleri, 1. Gün ve 2. Gün verileri arasındaki ilişkiyi 5 TOP, 10 TOP ve 15 TOP olmak üzere üç farklı değişken grubu için ayrıntılı bir şekilde değerlendirmektedir. Her bir grafik, gözlemlenen verilerin (daireler) regresyon doğrusuna ne kadar uyum sağladığını görsel olarak sunarken, regresyon modelinin açıklama gücü ve değişkenler arasındaki korelasyon nicel verilerle desteklenmektedir. Genel olarak, tüm değişkenler için 1. Gün ve 2. Gün verileri arasında pozitif ve güçlü bir doğrusal ilişki gözlenmektedir.

İlk olarak, 5 TOP değişkenine ilişkin regresyon analizi, 1. Gün ve 2. Gün verileri arasında son derece güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu modelin R^2 (Belirlilik Katsayısı) değeri 0,98 olup, 2. Gün verilerindeki değişimin %98'inin 1. Gün verileri tarafından açıklandığını belirtir. r (Korelasyon Katsayısı) değeri de 0,99 ile pozitif ve çok güçlü bir korelasyonu teyit etmektedir. Regresyon denklemi $y = 0,31 + 0,95x$ olarak belirlenirken, SEE (Standart Tahmin

Hatası) değeri 0,210 olarak hesaplanmıştır. İkinci olarak, 10 TOP değişkeni için yapılan analiz, en yüksek uyumu sergileyen durumu yansıtmaktadır. Bu modelde R2 ve r değerleri 0,99 ile mükemmel bir doğrusal ilişkiye işaret eder. Regresyon denklemi $y=0,11+0,98x$ şeklindedir ve bu değişken grubu için SEE değeri 0,144 ile diğerlerine göre daha düşüktür, bu da tahminlerin en hassas olduğu durumu belirtir. Son olarak, 15 TOP değişkeni için gerçekleştirilen analizde de güçlü bir ilişki devam etmektedir. R2 değeri 0,97, r değeri 0,98 olarak hesaplanmıştır. Regresyon denklemi $y=0,65+0,975x$ iken, SEE değeri 1,04 olarak bulunmuştur. Bu değer, diğer iki senaryoya göre daha yüksek olup, tahminlerdeki hata payının görece daha geniş olduğunu göstermektedir. Bu analizler, tüm senaryolarda 1. Gün verilerinin 2. Gün verilerini açıklama gücünün oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Grafik 12. S1'e göre 5-10-15 Değişkenlerinin 1.ve 2. Gün Verilerinin Blant Altman Analizi Sonuçları

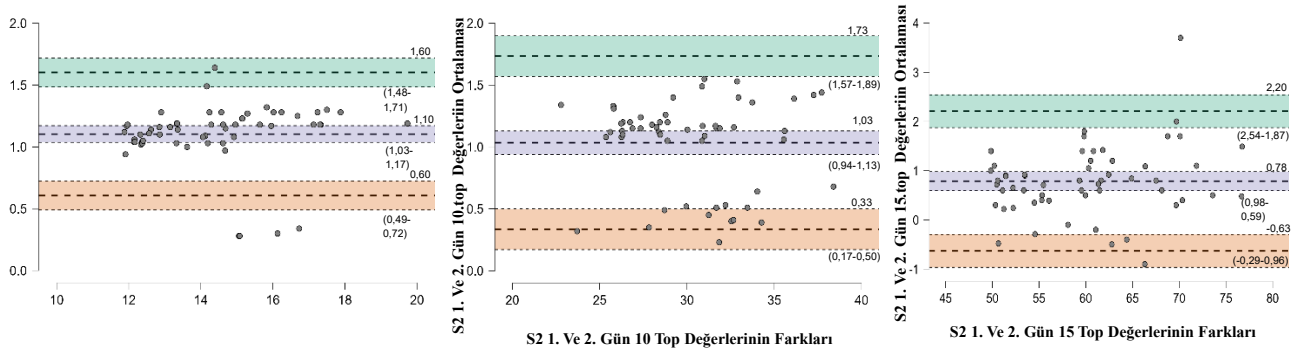


Grafik 12'de görüldüğü üzere Senaryo 1'e göre Test-Tekrar Test sonuçlarında 5 YD , 10 YD ve 15 YD herhangi bir sistematik fark bulunmazken (sırasıyla; 0.93 s, 95 %CI 0.76-1.09 ; 0.94s, 95 %CI 0.72-1.15; 0.41 s 95 %CI 0.13-0.70) bulunmazken, Alt uyumluluk sınırları (sırasıyla; -0.28s, 95 %CI -0.56- 0.03; -0.63s, 95 %CI -0.26-1.00; -1.68 s, 95 %CI -2.15- -1.19) ve üst uyumluluk sınırları (sırasıyla; 2.14, 95 %CI 1.86-2.42; 2.51s, 95 %CI 2.14-2.88; 2.51 s, 95 %CI 2.02- 3.01) dar olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 13. S2 'ye göre 5-10-15 Değişkenlerinin 1.ve 2. Gün Verilerinin Blant Altman Analizi Sonuçları

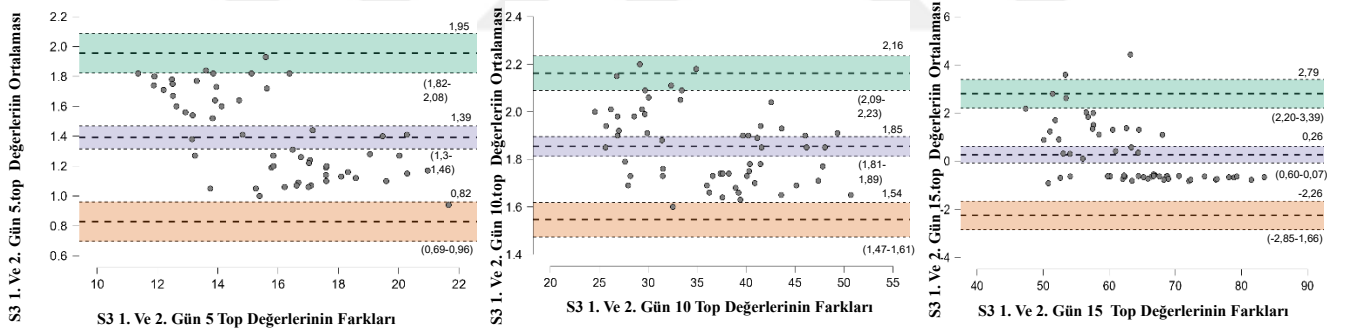
S2 1. Ve 2. Gün 5.top Değerlerinin Ortalaması

S2 1. Ve 2. Gün 5 Top Değerlerinin Farkları



Grafik 13’ de grüldüğü üzere Senaryo 2’ye göre Test-Tekrar Test sonuçlarında 5 YD , 10 YD ve 15 YD herhangi bir sistematik fark bulunmazken (sırasıyla; 1.10 s, 95 %CI 1.03-1.17 ; 1.03 s, 95 %CI 0.94-1.13; 0.78 s 95 %CI 0.59-0.98) bulunmazken, Alt uyumluluk sınırları (sırasıyla; 0.60s, 95 %CI 0.49- 0.72; 0.33s, 95 %CI 0.17-0.50; -0.63 s, 95 %CI -0.29- -0.96) ve üst uyumluluk sınırları (sırasıyla; 1.60, 95 %CI 1.48-1.71; 1.73 s, 95 %CI 1.57-1.89; 2.20 s, 95 %CI 1.87- 2.54) dar olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 14. 5-10-15 Değişkenlerinin 1.ve 2. Gün Verilerinin Blant Altman Analizi Sonuçları



Grafik 14’ de grüldüğü üzere Senaryo 3’e göre Test-Tekrar Test sonuçlarında 5 YD , 10 YD ve 15 YD herhangi bir sistematik fark bulunmazken (sırasıyla; 1.39 s, 95 %CI 1.30-1.46 ; 1.85 s, 95 %CI 1.81-1.89; 0.26 s 95 %CI 0.07-0.60) bulunmazken, Alt uyumluluk sınırları (sırasıyla; 0.82s, 95 %CI 0.69- 0.96; 1.54s, 95 %CI 1.47-1.61; -2.26 s, 95 %CI -2.85- -1.66) ve üst uyumluluk sınırları (sırasıyla; 1.95, 95 %CI 1.82-2.08; 2.16 s, 95 %CI 2.09-2.23; 2.79 s, 95 %CI 2.20-3.39) dar olduğu tespit edilmiştir.

5.TARTIŞMA

Bu araştırmanın temel amacı, görüntü işleme tabanlı yerli bir reaktif çeviklik ölçüm sisteminin geliştirilmesi ve bu sistemin hem laboratuvar hem saha koşullarında geçerlik ve güvenilirliğinin belirlenmesidir.

Araştırma sonucunda, geliştirilen sistemin yüksek düzeyde geçerli ve güvenilir sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Laboratuvar ortamında elde edilen veriler, sistemin yüksek hızlı video analizine dayalı ölçümlerle çok güçlü korelasyonlar ($r=0,98-0,99$; $R^2=0,97-0,98$) gösterdiğini ortaya koymuştur. SKK değerlerinin $0,98-0,99$ aralığında bulunması ve ortalama bias değerlerinin $-1,2$ ile $-0,3$ saniye arasında kalması, ölçümlerin yüksek doğruluk ve tekrar edilebilirlik düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca TTH değerlerinin $\%2$ 'nin altında kalması, cihazın hata payının ihmal edilebilir düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürde Reaktif Çeviklik testlerinin geçerlilik ve güvenilirliği hakkında yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Bunlar genelde ışıklı uyaranlar, video analiz tabanlı sistemler ve Sanal Gerçeklik Tabanlı sistemlerdir.

Çalışmada geliştirilen reaktif çeviklik ölçüm sisteminin laboratuvar geçerliliğine ilişkin analizler, cihazdan elde edilen ölçüm değerleri ile yüksek hızlı video analizinden elde edilen referans veriler arasında oldukça güçlü korelasyonlar olduğunu göstermiştir ($r=0,98-0,99$; $R^2=0,97-0,98$). yanlılık katsayılarının 1 'e çok yakın olması ($\beta=0,97-1,01$) ölçümlerin neredeyse birebir doğrulukta olduğunu ortaya koyarken, ortalama sapma değerlerinin (bias) $-1,2$ ila $-0,3$ saniye aralığında bulunması sistematik hatanın oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca SEE değerlerinin $0,4-1,2$ saniye aralığında değişmesi, cihazın ölçüm duyarlılığının yüksek olduğunu kanıtlamaktadır. Bu bulgular, cihazın laboratuvar ortamında yüksek ölçüm geçerliliğine sahip olduğunu güçlü biçimde desteklemektedir. Literatürde ölçüm geçerliliği üzerine yapılan çalışmalarda, ölçüm sisteminin “altın standart” bir referansla anlamlı ilişki göstermesinin temel kriter olduğu belirtilmektedir (Atkinson & Nevill, 1998; Hopkins, 2000). Bu bağlamda, cihazın video analiziyle yüksek düzeyde ilişki göstermesi, ölçüm geçerliliği açısından beklenen bilimsel eşğin üzerinde bir sonuçtur. Benzer şekilde Abe ve ark. (2022) tarafından futbol kalecileri için geliştirilen G-RAT testinde $ICC=0,94$, Hoffman (2020) tarafından BlazePod sisteminde $ICC=0,83-0,88$ değerleri rapor edilmiştir. Çalışmamızda ise ICC 'nin $0,98-0,99$ aralığında bulunması, sistemin geçerlilik düzeyinin mevcut ticari

sistemlerden daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, Bland–Altman analizlerinde elde edilen düşük bias ve dar güven aralıkları da cihazın ölçüm doğruluğunu destekleyen bulgulardır. Benzer şekilde Morral-Yepes ve ark. (2022), reaktif çeviklik testlerinde düşük SEE ve dar güven aralıklarının cihaz duyarlılığını artırdığını, ölçüm güvenilirliğini güçlendirdiğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, çalışmamızda elde edilen laboratuvar geçerlilik bulguları uluslararası standartlarla tutarlıdır ve cihazın “altın standart” yöntemlere yakın düzeyde güvenilir ölçüm sağladığını göstermektedir.

Laboratuvar güvenilirliği açısından değerlendirildiğinde, test–tekrar test analizleri cihazın yüksek düzeyde ölçüm tutarlılığı sağladığını göstermektedir. Elde edilen ICC değerlerinin 0,92–0,99 aralığında, varyasyon katsayılarının (%CV) %10’un altında ve TEE değerlerinin %2 civarında bulunması, sistemin hem mutlak hem göreceli güvenilirliğini doğrulamaktadır. Atkinson ve Nevill (1998), bir testin güvenilir sayılabilmesi için ICC’nin 0,80’in üzerinde, CV’nin ise %10’un altında olması gerektiğini vurgulamışlardır; bu eşikler dikkate alındığında geliştirilen sistemin güvenilirlik açısından “çok yüksek düzeyde” kabul edilebileceği görülmektedir. Bununla birlikte, 1. ve 2. gün ölçümleri arasında anlamlı farklar ($p<0,001$) ve büyük etki büyüklükleri (Cohen’s $d=0,82-1,16$) bulunması, muhtemel bir öğrenme ya da uyum etkisine işaret etmektedir. Hopkins (2000), test–tekrar-test uygulamalarında yüksek ICC’ye rağmen istatistiksel farkların gözlenmesinin öğrenme etkisi, uygulama temposu veya çevresel faktörlerden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Bu bulgu, çalışmamızda elde edilen yüksek güvenilirlik düzeyiyle çelişmemekte; aksine sistemin ölçüm kapasitesinin yüksek olduğunu, ancak sporcuların test ortamına alışma süreçlerinin performansı etkileyebileceğini göstermektedir. Horička ve ark. (2024) tarafından geliştirilen “Defensive Reactive Agility Test”te ICC=0,91 bulunmuş, fakat yön değiştirme varyasyonlarına göre güvenilirlikte dalgalanmalar olduğu rapor edilmiştir. Çalışmamızda her üç senaryoda da ICC değerlerinin 0,96’nın üzerinde bulunması, sistemin farklı bilişsel yük düzeylerinde dahi yüksek ölçüm tutarlılığı sergilediğini göstermektedir. Hoffman (2020) BlazePod sisteminde iki farklı oturumdan elde edilen verilerin arasında ki güvenilirliklerinde ICC=0,83–0,88 aralığında değerler rapor ederken, Abe ve ark. (2022) G-RAT testinde yine iki farklı seanstan elde edilen verileri arasında ICC=0,94 olarak bulmuştur. Bu bulgular, çalışmada geliştirilen sistemin geçerlik katsayılarının mevcut ticari sistemlerden daha yüksek olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, elde edilen sonuçlar laboratuvar güvenilirliği açısından geliştirilen sistemin bilimsel olarak geçerli ve uygulamada tekrarlanabilir ölçümler sunduğunu ortaya koymaktadır.

Saha geçerliliğine ilişkin bulgular, profesyonel ve amatör futbolcular arasında reaktif çeviklik performansı açısından anlamlı farklar bulunduğunu ortaya koymuştur ($p < 0,05$). Demografik değişkenlerde fark bulunmamasına rağmen profesyonel grubun tepki süresi ve toplam süre açısından üstünlük göstermesi, cihazın saha ortamında “ayırıcı geçerlilik” (discriminant validity) sağladığını göstermektedir. Özellikle zorluk düzeyi arttıkça gruplar arasındaki farkın büyümesi (Cohen’s d : 0,92–1,85), sistemin performans seviyeleri arasında güçlü bir ayırım yapabildiğini kanıtlamaktadır. Planlı Yön Değiştirme Testlerinden elde edilen verilerin amatör ve profesyoneller bazında yüzdesel olarak farklıları değerlendirildiğinde (t testi: %6,42 ve Illinois testi: %8,9) yüksek farkların olmadığı görülmüştür. Planlı yön değiştirme testlerinde uyaran sayısının azlığı, sürenin kısalığı ve aslında yön değiştireceği uyaranların belirsizliğinin bulunmaması tam anlamıyla çeviklik testine uymamaktadır. Bu sebepten dolayı yüzdesel olarak farkın düşük bulunması bilişsel faktörlerin tam anlamıyla ön planda bulunmamasından kaynakladığı düşünülmektedir. Nitekim GİT-RÇ cihazında yer alan 3 Senaryo bazında Yüzdesel farklılıklar değerlendirildiğinde ise (sırasıyla: %14,71 , %13,08 ve %19,68) PYD testlerinden reaktif çeviklik test sonuçlarının daha yüzdesel olarak farklı olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise RÇ senaryolarında fiziksel hazır bulunuşluğun yanı sıra bilişsel performans daha da devreye girmiştir. PYD testlerinde bilişsellüğün yanında fiziksel iyi oluş hali yer alırken RÇ testlerinde ise fiziksel yeterlilik yanında bilişsel faktörlerin baskın olması RÇ testlerinin Profesyonel ve Amatörleri ayırt edebilmesini sağlamıştır.

Hopkins (2000), spor bilimlerinde kullanılan ölçüm araçlarının değerlendirilmesinde güvenilirlik (reliability) ve geçerlik (validity) kavramlarının ayrı ancak birbiriyle ilişkili iki temel boyut olduğunu vurgulamaktadır. Araştırmacı, geçerliğin çoğu durumda “altın standart (gold standard)” bir referans ölçümle karşılaştırılarak değerlendirildiğini belirtmektedir. Ancak performans temelli testlerde veya yeni geliştirilen sistemlerde çoğu zaman böyle bir referansın bulunmadığını ifade etmektedir. Bu nedenle Hopkins (2000), altın standart bir ölçümün mevcut olmadığı durumlarda, geçerliğin dolaylı biçimde yapısal geçerlik (construct validity) yaklaşımıyla incelenmesi gerektiğini önermektedir.

Bu yaklaşıma göre, bir test veya ölçüm aracının teorik olarak ölçmesi gereken özelliği gerçekten ölçüp ölçmediği, farklı performans düzeylerine sahip bireyleri ne ölçüde ayırt edebildiği üzerinden değerlendirilebilir. Hopkins (2000), eğer bir test profesyonel ve amatör sporcuları ya da yüksek ve düşük performans gruplarını istatistiksel olarak anlamlı biçimde ayırt edebiliyorsa, bu durumun testin yapısal geçerliliğini desteklediğini belirtmektedir. Başka bir

ifadeyle, ölçüm aracı performans düzeyi yüksek olan bireylerde daha yüksek, düşük olanlarda ise daha düşük skorlar üretiyorsa, ölçümün kavramsal temeli güçlenmiş olur.

Hopkins ayrıca, bu tür geçerlik analizlerinde yalnızca ortalamalar arasındaki farkın değil, farkın büyüklüğünün (etki büyüklüğü, effect size) de dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Çünkü farkın istatistiksel anlamlılığının yanı sıra, pratikteki anlamlılığının da ölçüm aracının ayırt ediciliği ve dolayısıyla geçerliği üzerinde önemli bir göstergedir.

Hopkins'in (2000) ortaya koyduğu bu metodolojik yaklaşım, "altın standart" bir ölçümün bulunmadığı durumlarda bile, bir cihazın veya testin geçerli sayılabilmesi için performans düzeylerine göre bireyleri yüksek doğrulukla ayırt edebilmesinin yeterli bir gösterge olduğunu savunmaktadır. Bu bağlamda, geliştirilen cihazın profesyonel ve amatör sporcuları yüksek doğrulukla ayırt edebilmesi, ölçüm sisteminin yapısal geçerliliğini destekleyen güçlü bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Literatürde benzer bulgulara rastlanmaktadır; Trajković ve ark. (2020), elit futbolcuların reaktif çeviklik testlerinde amatörlere göre anlamlı derecede daha hızlı tepki verdiğini rapor etmiş, Scanlan ve ark. (2015) ise karar verme süresinin morfolojik değişkenlerden daha güçlü bir belirleyici olduğunu göstermiştir. Ayrıca Young ve Farrow (2013), çevikliğin fiziksel hızdan bağımsız olarak bilişsel süreçlerle yakından ilişkili olduğunu vurgulamışlardır.

Ayrıca Planlı Yön Değiştirme testleri (Ttesti, Illinois Testi ve PYD) ile RÇ senaryoları (Senaryo 1 , Senaryo 2 Ve Senaryo 3) arasında korelasyon analizi yapıldığında (S1: 0,268; 0,256; 0,263 S2: 0,433; 0,555; 0,578 S3: 0,403 ; 0,569 ; 0,553) orta düzey ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise geliştirilen senaryoların var olan testler ile düşük derece ilişki göstermesi birbirileri ile alakalarının olmadığını ve birbiri yerine kullanamayacağı yorumuna sebep olurdu. Ayrıca düşük korelasyon ile testler arasında birbirini açıklamalarına engel olabilirdi. Öte yandan yüksek derece de uyum olması da testlerin geliştirilen senaryolara ihtiyacın olmayacağını ve GİT-RÇ cihazı yerine var olan testler ile RÇ ölçümleri alınabileceği düşüncesini ortaya çıkarabilecektir. Bundan dolayı orta derece ilişki göstermesi; senaryoların var olan PYD testlerinden bağımsız olmadığını gözler önüne sermiştir.

Çalışmamızda cihazın bilişsel yükü içeren reaktif senaryolarla bu farkı güçlü biçimde tespit edebilmesi, literatürdeki bu yaklaşımlarla tam bir uyum göstermektedir. Bu bulgular, sistemin yalnızca laboratuvar koşullarında değil, saha ortamlarında da sporcu düzeylerini başarıyla ayırt edebilen geçerli bir ölçüm aracı olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca cihazın düşük maliyet, taşınabilirlik ve yazılım esnekliği gibi özellikleri, FitLight, BlazePod ve SpeedCourt gibi

yüksek maliyetli sistemlere pratik bir alternatif oluşturmakta ve literatürde eksikliği hissedilen yerli sistem ihtiyacına yanıt vermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, geliştirilen sistemin laboratuvar geçerliliği, laboratuvar güvenilirliği ve saha geçerliliği sonuçları literatürdeki referans değerlerin üzerinde olup, cihazın hem bilimsel hem pratik açıdan güvenilir bir ölçüm aracı olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen yüksek korelasyon katsayıları, düşük hata payları, güçlü ICC değerleri ve saha ayırt ediciliği; Atkinson & Nevill (1998) ve Hopkins (2000)'in ölçüm güvenilirliği kriterleriyle tam bir uyum göstermektedir. Ayrıca, profesyonel ve amatör sporcular arasında gözlenen anlamlı performans farkları cihazın yalnızca teorik değil, uygulamalı geçerliliğini de desteklemektedir. Bu bağlamda, sistemin reaktif çeviklik ölçümlerinde hem akademik araştırmalarda hem saha uygulamalarında kullanılabilecek güvenilir ve özgün bir teknoloji olduğu sonucuna varılmaktadır.

Çalışmada kullanılan 5, 10 ve 15 top senaryoları, çeviklik performansını farklı bilişsel ve fizyolojik yük düzeylerinde değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. 5 top senaryosu, düşük uyarı yoğunluğu ile tamamen reaktif çevikliğin bilişsel bileşenini temsil etmekte; sporcunun görsel uyarıyı algılama, karar verme ve motor tepki süreçlerini enerji sistemlerinden bağımsız biçimde değerlendirmektedir. Bu durum, çevikliğin bilişsel doğasına odaklanan bir ölçüm yaklaşımını ortaya koymaktadır.

10 top senaryosu ise hem reaktif çeviklik hem de anaerobik enerji sistemlerinin katkısını içeren orta düzeyde bir yüklenme sunmaktadır. Bu aşamada performans, yalnızca karar verme hızıyla değil, aynı zamanda kısa süreli enerji depolarının verimli kullanımına bağlı olarak şekillenmektedir.

Son aşamada uygulanan 15 top senaryosu ise artan uyarı frekansı ve yoğun tekrar nedeniyle sporcunun anaerobik kapasitesinin baskın hale geldiği, yorgunluk faktörlerinin belirginleştiği bir test ortamını temsil etmektedir. Bu nedenle beş top testi bilişsel çevikliği, on top testi bilişsel ve fizyolojik performansın birleşimini, on beş top testi ise enerji sistemlerinin dayanıklılığını ölçen bir form olarak değerlendirilebilir. Bulgular, özellikle on top senaryosunda en dengeli performans dağılımının elde edilmesiyle, orta düzeyde bilişsel ve fizyolojik yükün çeviklik performansını en doğru biçimde yansıttığını göstermiştir. Bunun sebebi ise: Futbolcularda KAH %85 ortalamalarında olduğundan dolayı 10 top senaryosu ortalama olarak KAH değerleri sporcuların yüzdesel olarak aynı aralıklardadır. Bu durum 10 top senaryosunun fizyolojik yükünü futbola sdaha çok yansıtacağı düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlar, literatürdeki çeviklik tanımları ve ölçüm yaklaşımlarıyla güçlü bir paralellik göstermektedir. Sheppard ve Young (2006), çevikliği “algısal karar verme ile yön değiştirme becerisinin etkileşimi” olarak tanımlarken; Young ve Farrow (2013), çevikliğin yalnızca fiziksel bir yeti değil, çevresel farkındalık ve anlık karar üretme süreçlerinin ürünü olduğunu vurgulamıştır. Scanlan ve ark. (2014), karar verme süresinin çeviklik performansına etkisinin morfolojik özelliklerden daha belirleyici olduğunu rapor etmiş; Hornikova ve ark. (2021) takım sporlarında algısal-bilişsel becerilerin reaktif çeviklikle güçlü korelasyon gösterdiğini belirtmiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgular, bu yaklaşımları destekler niteliktedir. Özellikle 5–10–15 top senaryolarına dayalı sonuçlar, çevikliğin bilişsel karar verme, motor hız ve enerji sistemlerinin ortak etkisiyle şekillendiğini göstermiştir. Lee ve ark. (2024) orta düzey uyaran içeren SAQ antrenmanlarının tepki süresini anlamlı biçimde geliştirdiğini; Stankovic ve ark. (2023) ise görsel uyaran temelli açık beceri çalışmalarının orta düzey bilişsel yükte en yüksek performans gelişimini sağladığını bildirmiştir. Bu bağlamda, on top senaryosunda gözlenen istikrarlı performans değerleri, literatürde “optimum bilişsel-fizyolojik yük dengesi” olarak ifade edilen duruma karşılık gelmektedir. Dolayısıyla takım sporları (futbol, basketbol, hentbol vb.) gibi hem bilişsel hem de fiziksel talepleri yüksek olan branşlarda, orta düzey uyarana sahip testlerin çeviklik performansını en doğru biçimde yansıttığı söylenebilir. Bu sonuç, reaktif çevikliğin doğasına ve literatürdeki çağdaş yaklaşımlara tam bir uyum göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen güvenilirlik sonuçları da bu yapıyı destekler niteliktedir. ICC değerlerinin 0,96–0,99 aralığında, varyasyon katsayılarının (%CV) %10’un altında bulunması sistemin yüksek tutarlılık düzeyini göstermektedir. Horička ve ark. (2024) tarafından geliştirilen “Defensive Reactive Agility Test”te ICC=0,91 olarak bildirilmiş, ancak yön değiştirme varyasyonlarına göre güvenilirlikte dalgalanmalar olduğu belirtilmiştir. Bu bulgularla karşılaştırıldığında, geliştirilen sistemin farklı senaryolarda dahi yüksek tutarlılık göstermesi, bilişsel yük düzeyine duyarlı ölçüm yapabildiğini kanıtlamaktadır.

Ayrıca sistemin profesyonel ve amatör grupları anlamlı biçimde ayırt edebilmesi, sporcu performansını analiz etmede güçlü bir araç olduğunu doğrulamaktadır. Atkinson ve Nevill (1998) ile Hopkins (2000)’in belirttiği üzere, altın standart referans bulunmadığında sınıf içi ayırma gücü yüksek sistemlerin geçerli ve güvenilir kabul edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, sistemin profesyonel düzeydeki oyuncularla amatörler arasında performans farkını istatistiksel olarak ortaya koyabilmesi, onun hem bilimsel hem pratik geçerliliğini pekiştirmektedir.

Reaktif çeviklik, yalnızca yön değiştirme hızına değil, aynı zamanda bilişsel ve algısal süreçlere bağlı olarak anlık karar verebilme ve bu kararı motor bir yanıtla sonuçlandırabilme becerisini kapsar (Sheppard ve Young, 2006). Bu bağlamda çalışmamızda geliştirilen sistem, klasik çeviklik testlerinden farklı olarak sporcuya görsel bir uyaran sunmakta ve bu uyarıya karşı verilen motor tepki süresini ölçmektedir. Literatürde sıkça kullanılan Illinois, T-Testi veya Pro-Agility gibi testler (Pauole et al., 2000; Bloomfield et al., 2007) yalnızca planlı yön değiştirme üzerine odaklanmaktadır. Bu durum, çevikliğin algısal boyutunu göz ardı etmektedir. Çalışmamızda geliştirilen sistem ise bu eksikliği önemli ölçüde gidermektedir.

Literatürde reaktif çeviklik testlerinin geçerlik ve güvenilirliğine yönelik yapılan çalışmalarda benzer şekilde dışsal uyaranların kullanımının sporcu performansını daha doğru yansıttığı vurgulanmaktadır (Scanlan et al., 2014; Hornikova et al., 2021). Örneğin, Scanlan ve arkadaşları, basketbolcularda karar verme süresinin reaktif çeviklik performansı üzerindeki etkisinin morfolojik değişkenlerden daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu durum, çalışmamızda elde edilen bulgularla da paralellik göstermektedir. Özellikle sistemimizin sunduğu görsel uyaranlara karşı verilen yanıt süresi ile genel çeviklik skoru arasında yüksek düzeyde korelasyon bulunması, sistemin hem algısal hem de motor tepkiyi içeren bütüncül bir değerlendirme sunduğunu ortaya koymuştur.

Bununla birlikte, ölçüm güvenilirliği üzerine yapılan istatistiksel değerlendirmelerde, “Bir ölçüm sisteminin geçerlik ve güvenilirliği belirlenirken altın standart bir yöntem bulunmadığı durumlarda, sınıf içi ayırt ediciliği sağlayabiliyorsa sistem geçerli ve güvenilir” (Atkinson & Nevill, 1998; Hopkins, 2000) yaklaşımı esas alınmaktadır. Bu bağlamda, geliştirilen sistemin profesyonel ve amatör sporcular arasında anlamlı düzeyde fark yaratabilmesi ($p < 0,05$) ve performans seviyelerini istatistiksel olarak ayırt edebilmesi, cihazın hem teorik hem pratik geçerliğini güçlü biçimde desteklemektedir. Dolayısıyla sistem, yalnızca akademik doğruluk açısından değil, saha koşullarında performans düzeylerini belirleme ve yetenek seçimi amacıyla da kullanılabilir niteliktedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen sistem, klasik çeviklik testlerinden farklı olarak sporcunun yalnızca yön değiştirme hızını değil, aynı zamanda görsel uyaranlara karşı anlık karar verme ve motor tepki süresini ölçebilmektedir. Bu yönüyle araştırma, çevikliğin yalnızca atletik bir beceri olmadığını; algısal farkındalık, karar verme hızı ve tepki süresi gibi bilişsel süreçlerin de ölçüm kapsamına alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Çalışmada kullanılan Intel RealSense D455 Derinlik kamerası ve Unity tabanlı yazılım entegrasyonu sayesinde sporcunun hareketleri üç

boyutlu derinlik verisiyle analiz edilmiş ve tepkiler saniye düzeyinde hesaplanmıştır. Bu durum, klasik planlı yön değiştirme testlerinin aksine, bilişsel yük altında gerçek zamanlı performans ölçümüne olanak tanımış ve sistemin özgünlüğünü ortaya koymuştur. Ayrıca sistemin taşınabilirliği, düşük maliyeti ve yerli üretim özellikleri sayesinde spor bilimleri laboratuvarlarında ve saha ortamlarında kullanılabilirliği artırılmıştır. Bu açıdan çalışma, hem metodolojik hem teknolojik olarak mevcut literatürdeki sistemlerden farklılaşmaktadır.

Sonuç olarak geliştirilen reaktif çeviklik test sistemi, yalnızca çevikliğin atletik performans boyutunu değil, aynı zamanda bilişsel karar verme, tepki hızı ve enerji sistemlerinin etkileşimini de ölçebilmektedir. Elde edilen bulgular, sistemin altın standart ölçüm araçlarına yakın doğrulukta sonuçlar verdiğini, aynı zamanda saha uygulamalarında profesyonel ve amatör sporcular arasında ayırt edici güce sahip olduğunu göstermektedir. Literatürdeki güncel çeviklik modelleriyle tam uyum içinde, orta düzey uyaranın çeviklik performansını en doğru biçimde temsil ettiği görülmüştür. Bu nedenle, özellikle takım sporlarında 10 top senaryosunun değerlendirme standardı olarak benimsenmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım, hem bilişsel hem fizyolojik dengenin en iyi temsil edildiği, aynı zamanda reaktif çevikliğin özünü yansıtan bir test yapısı olarak literatüre önemli katkı sağlamaktadır.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma kapsamında geliştirilen görüntü işleme tabanlı reaktif çeviklik test sistemi ile sporcularda bilişsel ve motorik performans bütünleşik bir biçimde değerlendirilmiş, sistemin güvenilirlik ve geçerlik özellikleri istatistiksel yöntemlerle ortaya konmuştur. Klasik çeviklik testlerinin (Illinois, T-Testi vb.) yalnızca yön değiştirme hızını ölçerek bilişsel bileşenleri dışarıda bıraktığı dikkate alındığında, geliştirilen bu sistem hem algısal karar verme sürecini hem de çevik yön değiştirme becerisini birlikte analiz ederek literatüre özgün bir katkı sunmuştur.

Bu çalışma, reaktif çeviklik kavramının yalnızca yön değiştirme becerisine indirgenemeyeceğini, aksine bilişsel süreçler ve motorik yanıtların bütünleşik bir yapıda değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Geliştirilen görüntü işleme tabanlı sistem, hem geçerlilik hem de güvenilirlik açısından güçlü istatistiksel kanıtlar sunmuş, profesyonel ve amatör sporcular arasındaki farkları ayırt edebilmiş ve performans ölçümlerinde bilişsel bileşenlerin önemini vurgulamıştır.

Bulgular, klasik çeviklik testlerinin sınırlarını aşarak, modern sporun gerektirdiği algısal ve karar verme süreçlerini de içine alan daha gerçekçi bir değerlendirme modeli sunmaktadır. Düşük maliyetli, taşınabilir ve kullanıcı dostu yapısıyla geliştirilen bu sistem, yalnızca akademik çalışmalar için değil, aynı zamanda kulüpler, performans merkezleri ve altyapı programlarında da uygulanabilir potansiyele sahiptir. Böylece, ülkemizde spor bilimleri alanında yerli imkânlarla geliştirilen yenilikçi bir teknolojinin ortaya konulması, literatüre ve uygulamaya özgün bir katkı sağlamaktadır.

Bu tez çalışması yalnızca bir ölçüm aracı geliştirmekle kalmamış, aynı zamanda reaktif çevikliğin performans bilimindeki çok boyutlu yapısını ortaya koyarak yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmaların bu sistemi farklı branşlara, yaş gruplarına ve cinsiyetlere uyarlaması, işitsel ve çoklu-duyusal uyaranlarla zenginleştirmesi ve yapay zekâ destekli analizlerle derinleştirmesi, sporcu performansının değerlendirilmesinde yeni ufuklar açacaktır. Böylece hem bilimsel hem de pratik düzeyde spor performans testlerine çağdaş bir yaklaşım kazandırmak mümkün olacaktır.

Araştırmada elde edilen temel bulgular şu şekilde özetlenebilir:

1. **Sistemin güvenilirliği oldukça yüksektir.** Test-tekrar test analizleri sonucunda ICC değerleri .92 ile .99, Cronbach Alpha değerleri .95'in üzerinde bulunmuş, varyasyon katsayıları %0,96-3,47 aralığında seyretmiştir. Tipik test hatalarının (TEE) %1–3 düzeyinde kalması ve çoğu durumda en küçük anlamlı değişimin (SWC) altında yer alması, Hopkins (2000; 2015) tarafından önerilen güvenilirlik ölçütlerini karşılamaktadır. Bu sonuç, sistemin farklı günlerde yapılan ölçümlerde yüksek derecede tutarlı ve tekrarlanabilir çıktılar sunduğunu ortaya koymaktadır.
2. **Geçerlik analizleri sistemin doğruluğunu desteklemiştir.** Cihaz ile yüksek hızlı video analizi arasında elde edilen korelasyon katsayıları mükemmele yakın düzeydedir ($r=0.92-0.98$). Bland–Altman analizlerinde tüm senaryolarda güven aralıklarının kabul edilebilir düzeyde olması, sistemin saha koşullarında güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Bu bulgu, Atkinson & Nevill (1998) ve Buchheit et al. (2012) tarafından video analizinin “altın standart” olduğu yönündeki yaklaşımla uyumludur.
3. **Profesyonel futbolcular reaktif çeviklikte amatörlerden anlamlı derecede üstündür.** Senaryo 1’de %14,71 (Cohen’s $d=1.86$), Senaryo 2’de %13,08 ($d=1.59$) ve Senaryo 3’te %19,68 ($d=1.72$) oranında daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (tüm

karşılaştırmalar $p<.001$). Bu bulgular yalnızca istatistiksel değil, aynı zamanda pratik açıdan da yüksek öneme sahiptir ve Trajković et al. (2020) ile Williams & Ford'un (2008) elit sporda bilişsel çevikliğin belirleyici rolünü vurgulayan çalışmalarını desteklemektedir.

4. **Planlı çeviklik testleri de (Illinois, T-Test) profesyonelleri ayırt etmiştir.** Illinois testinde yaklaşık 2,3 saniyelik fark ($d=2.15$), T-Test'te ise 1,1 saniyelik fark ($d=1.49$) saptanmış ve her iki testte de profesyonellerin performansı anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p<.001$). Bununla birlikte reaktif testlerde gözlenen farkların daha belirgin olması, Sheppard & Young'ın (2006) çeviklik modelinde öne sürüldüğü üzere, algısal ve bilişsel bileşenlerin elit sporculuğu açıklamada kritik rol oynadığını göstermektedir.
5. **Sistemin pratik avantajları dikkat çekicidir.** Projeksiyon tabanlı uyaranlar, derinlik kamerası ile temassız ölçüm ve kullanıcı dostu arayüz, sistemi hem akademik araştırmalar hem de saha uygulamaları için uygun kılmaktadır. Taşınabilirliği ve düşük maliyeti sayesinde FITLIGHT veya BlazePod gibi pahalı ticari cihazlara güçlü bir alternatif sunmaktadır. Bu yönüyle sistem, Appelbaum & Erickson'un (2016) görsel-bilişsel antrenman ve ölçüm cihazlarının erişilebilirliğine dair eleştirilerine yanıt niteliği taşımaktadır.

Bu sonuçlar doğrultusunda ileriye dönük hem bilimsel hem de pratik uygulamalara yönelik bazı öneriler geliştirilmiştir:

1. **Farklı Spor Branşlarında Uygulama:** Geliştirilen sistem, futbolda test edilmiş olmakla birlikte; basketbol, hentbol, tenis ve rugby gibi yüksek çeviklik ve ani karar verme gerektiren branşlarda da uygulanmalı ve branşa özgü karşılaştırmalar yapılmalıdır. Böylece sistemin duyarlılığı ve genellenebilirliği daha kapsamlı biçimde değerlendirilebilir.
2. **Yaş ve Cinsiyet Farklılıklarının İncelenmesi:** Araştırma yalnızca 18–30 yaş arası erkek futbolcularla sınırlıdır. Kadın sporcular ve farklı yaş gruplarıyla yapılacak benzer çalışmalar, reaktif çeviklikte cinsiyete ve yaşa bağlı farklılıkların ortaya konmasına katkı sağlayacaktır. Spasić et al. (2013) kadın sporcularda çevikliğin bilişsel yük altında farklılık gösterdiğini rapor etmiş, bu nedenle bu alan gelecekte önemli bir araştırma konusudur.

3. **Çoklu Duyusal Uyarılarla Zenginleştirme:** Mevcut sistem yalnızca görsel uyarılara dayalıdır. Gelecek çalışmalarda işitsel ve dokunsal uyarıların da entegre edilmesi, multisensory (çoklu-duyusal) reaktif çeviklik testlerinin geliştirilmesini sağlayacak ve spor ortamının gerçekçiliğini artıracaktır.
4. **Antrenman ve Gelişim Takibi Aracı Olarak Kullanım:** Sistem yalnızca test aracı değil, aynı zamanda gelişim takibi için de kullanılabilir. Sporcuların sezon öncesi ve sonrası ölçümlerinde cihazdan elde edilen veriler, antrenman yüklenmelerinin bilişsel ve motorik performansa etkisini nesnel olarak değerlendirmeye olanak sağlayacaktır.
5. **Yapay Zekâ Destekli Analiz:** Cihazdan elde edilen süre ve yön değiştirme verileri, makine öğrenmesi algoritmaları ile analiz edilerek sporcuların karar verme kalıpları çıkarılabilir. Bu yaklaşım, kişiye özel antrenman reçeteleri ve sakatlık risk tahmini gibi alanlarda yenilikçi uygulamalara kapı aralayabilir.
6. **Elit Kulüpler ve Milli Takımlar ile İşbirliği:** Sistem, üst düzey performans merkezlerinde validasyon çalışmalarına tabi tutularak ulusal spor ekosistemine entegre edilebilir. Bu tür işbirlikleri, ülkemizde spor bilimleri ve teknoloji entegrasyonunun gelişimine katkı sağlayacaktır.

7.KAYNAKLAR

- Abe, Y., Ambe, H., Okuda, T., Nakayama, M., & Morita, N. (2022). Reliability And Validity Of A Novel Reactive Agility Test With Soccer Goalkeeper-Specific Movements (G-Rat). *Sports*, 10(11), 169.
- Alvurdu, S., Et Al., Is Vertical Jump Associated With Change Of Direction Ability İn Soccer Players? A Pilot Study. *The Journal Of Eurasia Sport Sciences And Medicine*, 2019. 1(2): P. 57-64.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical Fitness, İnjuries, And Team Performance İn Soccer. *Medicine & Science İn Sports & Exercise*, 36(2), 278-285.
- Arrow, D., Young, W., Bruce, L. (2005). The Development Of A Test Of Reactive Agility For Netball: A New Methodology. *J. Sci. Med. Sport*. 8(1), 52-60.
- Aziz, A. R., Chia, M., Teh, K. C. (2000). The Relationship Between Maximal Oxygen Uptake And Repeated Sprint Performance Indices İn Field Hockey And Soccer Players. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 40, 195-200.
- Barnes JI, Schgllng Bk, Falvo Mj, Wegss Lw, Creasy Ak, Fry Ac (2007) Relationship Of Jumping And Agility Performance İn Female Volleyball Athletes. *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 21(4), 1192-196.
- Bayraktar I (2013) Elit Boksörlerin Çeviklik, Sürat, Reaksiyon Ve Dikey Sıçrama Yetileri Arasındaki İlişkiler. *Akademik Bakış Dergisi*, (35) 1-8.
- Brown, L. E. (2000). Isokinetics İn Human Performance. *Human Kinetics*.

- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., Ve Chaouachi, A. (2008). Understanding Change Of Direction Ability In Sport: A Review Of Resistance Training Studies. *Sports Medicine*, 38(12), 1045–1063. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00007>
- Cardoso, F.S.L., Afonso J., Roca A., & Teoldo I. (2021) The Association Between Perceptualcognitive Processes And Response Time In Decision Making In Young Soccer Players. *J Sports Sci*, 39(8), 926-935.
- Ceylan, L., Demirkan, E., Ve Küçük, H. (2016). Farklı Yaş Gruplarındaki Futbolcuların Sprint Zamanları Ve Tekrarlı Sprint Düzeylerinin İncelenmesi. *International Journal Of Science Culture And Sport*, 4(1), 188–199.
- Cirasun, V. (2022). Amatör Futbolcularda Dorsifleksiyon Açısının Bacak Hacmi, Denge, Sürat Ve Yön Değiştirme Performansı İle İlişkisi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi*.
- Chow, C. G. G., Kong, Y. H., & Wong, C. L. (2022). Reactive-Agility İn Touch Plays An Important Role İn Elite Playing Level: Reliability And Validity Of A Newly Developed Repeated Up-And-Down Agility Test (Srat). *Journal Of Sports Science And Medicine*, 21, 413–418.
- Clemente, F. M., Akyildiz, Z., Garrett, J., Beato, M., Yildiz, M., Birlik, S., & Moran, J. (2023). Testing the peak running speed in analytical and contextual-based scenarios: Applied research in young adult soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 41(14), 1372–1382. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2273085>
- Clemente, F. M., Silva, A. F., Kawczyński, A., Yıldız, M., Chen, Y. S., Birlik, S., ... & Akyildiz, Z. (2022). Physiological and locomotor demands during small-sided games are related to match demands and physical fitness? A study conducted on youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 138.
- Clemente, F. M., Akyildiz, Z., Garrett, J., Beato, M., Yildiz, M., Birlik, S., & Moran, J. (2023). Testing the peak running speed in analytical and contextual-based scenarios: Applied research in young adult soccer players. *Journal of sports sciences*, 41(14), 1372-1382.
- Çömük N, Erden Z (2010) Artistik Buz Pateninde Üçlü Sıçrayış Performansının Çeviklik Ve Reaksiyon Zamanı İle İlişkisi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 21(2),75-80.
- De Alcantara Dias, L. G., Menezes, N. M. S., De Moura Pereira, J., & Evangelista, K. C. M. (2021). A Percepção De Atletas Do Aliança Futebol Clube Acerca De Suas Trajetórias No Contexto Do Futebol De Mulheres Em Goiás. *Praxia-Revista On-Line De Educação Física Da Ueg*, 3, 1-17.
- Demir, O., & Kırıyıcı, F. (2023). Investigation Of The Relationship Of Cognitive Performance, Visual Reaction Time And Agility Parameters On Football Players. *Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 21(3), 107-116.
- Dinç, Z. F., Sevimli, D. & Uluöz, E. (2011). Ailelerin Çocuklarını Spor Ve Fiziksel Aktiviteye Yönlendirmelerine İlişkin Görüşleri. *Sport Sciences*, 6 (2), 93- 102. Retrieved From <https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsaspor/issue/20137/213791>
- Docherty, D., Robbins, D., & Hodgson, M. (2004). Complex Training Revisited: A Review Of Its Current Status As A Viable Training Approach. *Strength & Conditioning Journal*, 26(6), 52-57.

- Doğan, Döndü Günay (2001), Sporda Başarıyı Etkileyen Sosyal Faktörler Üzerine Bir Araştırma, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Draper Ja, Lancaster Mg (1985) The 505 Test: A Test For Agility In The Horizontal Plane. *Australian Journal Of Science And Medicine In Sports*, 17 (1): 15-18.
- Ebben, W. P., & Petushek, E. J. (2010). Using The Reactive Strength Index Modified To Evaluate Plyometric Performance. *The Journal Of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 1983-1987.
- Ebben, W. P., & Watts, P. B. (1998). A Review Of Combined Weight Training And Plyometric Training Modes. *Complex Training. Strength And Conditioning Journal*, 20(5), 18-27.
- Erdoğan, İ. (2008). Futbol Ve Futbol İncelemesi Üzerine. *İletişim Kuramı Ve Araştırması Dergisi*, 26 (2), 1-58.
- Eniseler, N. (2010). Bilimin Işığında Futbol Antrenmanı. *İzmir: Birleşik Matbaacılık*. 978-605-61373-0-3
- Fidan, N. (2012). Okulda Öğrenme Ve Öğretme. 3. Baskı, *Pegem Akademi*, Ankara.
- Gelder VI, Bartz Sd (2011) The Effect Of Acute Stretching On Agility Performance. *Journal Of Strength And Conditioning Research* Volume: 25 Issue: 11 Pages: 3014- 3021 Doi: 10.1519/Jsc.0b013e318212e42.
- Günay M, Yüce A.(2008) Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri, Gazi Kitap Evi, S.22, 44 Ankara.
- Hazır, T., Mahir, Ö. F., Ve Açıkada, C. (2010). Genç Futbolcularla Çeviklik İle Vücut Kompozisyonu Ve Aerobik Güç Arasındaki İlişki. *Spor Bilimler Dergisi*, 21, 146–153.
- Hoffman J (2006) Health Norms For Fitness, Performance, And. Usa: *Human Kinetics*.
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30(1), 1–15.
- Homberg Pm (2009) Agility Training For Experiencedathletes: A Dynamic Alsystem Sapproach. *Strength And Condition Journal*, S:31, 73-78.
- Horička, P., Paška, L., Popowczak, M., Koźlenia, D., Šimonek, J., & Domaradzki, J. (2024). The Validation Of The Defensive Reactive Agility Test In Top-Level Volleyball Male Players (Drat). *Applied Sciences*, 14(15), 6391.
- İnt. Kyn. 1, <https://Tosf.Gov.Tr/>, 11.04.2025
- İnt. Kyn. 2, <https://Www.Tusf.Org/>, 11.04.2025
- Kale, M., Asçi, A., Bayrak, C., & Açıkada, C. (2009). Relationships Among Jumping Performances And Sprint Parameters During Maximum Speed Phase In Sprinters. *The Journal Of Strength & Conditioning Research*, 23(8), 2272-2279
- Krolo, A., Gilic, B., Foretic, N., Sekulic, D., Et Al. (2020). Agility Testing In Youth Football Players; Evaluating Reliability, Validity, And Correlates Of Newly Developed Testing Protocols. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 17(1), 294.

- Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2003). Match Performance Of High-Standard Soccer Players With Special Reference To Development Of Fatigue. *Journal Of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Muratlı, S. (2007). Antrenman Bilimi Yaklaşımıyla Çocuk Ve Spor. Nobel Yayın: 523, Spor Ve Sağlık Yayınları Dizisi: 49.
- Müller M, Hilbert C, Brown E (2001) Speed, Quickness, And Agility Training For Senior Tennis Players, *National Strength And Conditioning Association*, 23(5), 62-66.
- Nunes, R. F. H., Almeida, F. A. M., Santos, B. V., Almeida, F. D. M., Nogas, G., Elsangedy, H. M., Krisnki, K., & Silva, S. G. D. (2012). Comparação De Indicadores Físicos E Fisiológicos Entre Atletas Profissionais De Futsal E Futebol. Motriz: *Revista De Educação Física*, 18, 104-112.
- Ocak, Yücel., Keskin, V., Tortop, Y., & Gölünük, S. (2011). Çocuklarını Yaz Spor Okullarına Gönderen Ailelerin Sosyo-Ekonomik Durumları Ve Beklentileri. *Spor Ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 13-22.
- Orendurff, M. S., Walker, J. D., Jovanovic, M., Tulchin, K. L., Levy, M., & Hoffmann, D. K. (2010). Intensity And Duration Of Intermittent Exercise And Recovery During A Soccer Match. *The Journal Of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2683-2692.
- Öztürk, Ö. (2012). The Effects Of Graphic Organizers On Reading Comprehension Achievement Of Efl Learners. *Pamukkale University*, 32, 37-45.
- Pion, J., Segers, V., Fransen, J., Debuyck, G., Deprez, D., Haerens, L., Vaeyens, R., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2015). Generic Anthropometric And Performance Characteristics Among Elite Adolescent Boys In Nine Different Sports. *European Journal Of Sport Science*, 15(5), 357-366.
- Pauole K, Madole K, Garhammer J, Lacourse M, Rozenek R (2000) Reliability And Validity Of The T-Test As A Measure Of Agility, Leg Power, And Leg Speed In College-Aged Men And Women. *J Of Strength And Conditioning Research*, 14 (4), 443-50.
- Rumpf, M. C., Cronin, J., Pinder, S., Oliver, J., & Hughes, M. (2016). Effect Of Different Training Methods On Sprint, Agility, And Jump Performance In Youth Athletes: A Metaanalysis. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 30(4), 123-136.
- Saygın Ö, Polat Y, Karacabey K (2005) Çocuklarda Hareket Eğitiminin Fiziksel Uygunluk Özelliklerine Etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi*, 19(3), 205-212.
- Scanlan, A., P. Tucker, And V. Dalbo, The Importance Of Open-And Closed-Skill Agility For Team Selection Of Adult Male Basketball Players. *The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness*, 2015. 55(5): P. 390-396.
- Serpell, B.G., M. Ford, And W.B. Young, The Development Of A New Test Of Agility For Rugby League. *The Journal Of Strength & Conditioning Research*, 2010. 24(12): P. 3270-3277.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility Literature Review: Classifications, Training And Testing. *Journal Of Sports Sciences*, 24, 919-932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>

- Silva, A. F., Oliveira, R., Ceylan, H. I., Akyildiz, Z., González-Fernández, F. T., Nobari, H., ... & Clemente, F. M. (2022). Effects of a small-sided games training program in youth male soccer players: variations of the locomotor profile while interacting with baseline level and with the accumulated load. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 198.
- Silva, A. F., González-Fernández, F. T., Aquino, R., Akyildiz, Z., Vieira, L. P., Yıldız, M., ... & Clemente, F. M. (2022, July). Analyzing the within and between players variability of heart rate and locomotor responses in small-sided soccer games performed repeatedly over a week. In *Healthcare* (Vol. 10, No. 8, p. 1412). MDPI.
- Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., Vucetic, V. (2010). Reliability And Factorial Validity Of Agility Tests For Soccer Players. *J. Strength Cond. Res.* 24 (3): 679-686.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology Of Soccer: An Update. *Sports Medicine*, 35, 501-536.
- Trajković, N., Sporiš, G., Krističević, T., & Bogataj, Š. (2020). The Importance Of Reactive Agility Tests In Differentiating Adolescent Soccer Players. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 17(11), 3839.
- Tokgöz, G. (2023). Aktivasyon Sonrası Potansiyel (Pap) İçerikli Kuvvet Antrenmanlarının Futbolcuların Şut Hızı Ve Bazı Performans Değerlerine Etkisi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 6 (1-Cumhuriyet'in 100. Yılı Özel Sayısı), 377-388.
- Whitehead Jr, J. A., & Luther, D. S. (1975). Dynamics Of Laboratory Diapir And Plume Models. *Journal Of Geophysical Research*, 80(5), 705-717.
- Yıldız, M., Hamdi, Baysal, A., Keleş, G., Kayan, Ö., & Tekin, D. (2017). Kort Tenisi Ve Takım Sporlarında Sıçrama İle Çeviklik İlişkisi. *Spor Ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 175-182.
- Yıldız, M., & Fidan, U. (2018). Fittest Çok Fonksiyonlu Sportif Performans Ölçüm Ve Antrenman Sisteminin Geçerliliği. *Spor Bilimleri Dergisi*, 29(4), 187-195.
- Yıldız, M., & Fidan, U. (2018). Validity and reliability of badminton-specific Reactive Agility Test Badmintona özgü geliştirilen Reaktif Çeviklik Testinin geçerlik ve güvenilirliği. *Journal of Human Sciences*, 15(1), 594-603.
- Yıldız, M., 2015, Futbolcularda Bilateral Kuvvet Ve Denge İmbalansının Baskın Bacağa Dayalı Olarak Şut Hızı Ve İsabetine Etkisinin Araştırılması. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 97s. Eskişehir.
- Yıldız, M., Fidan, U. (2018). Badmintona özgü geliştirilen Reaktif Çeviklik Testinin geçerlik ve güvenilirliği. *Journal of Human Sciences*, 15(1): 594-603. doi:10.14687/jhs.v15i1.5211
- Yıldız, M., ve Çiğirdik, R. (2018). Elit ve sub-elit genç karatecilerin reaktif çeviklik ve planlı yön değiştirme becerilerinin karşılaştırılması. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 13(2): 192-199.
- Yılmaz, H., Seren, K., & Atasever, G. (2023). The Relationship Between Isokinetic Strength And Anaerobic Performance In Elite Youth Football Players. *Journal Of Rol Sports Sciences*, 4(2), 457-468.

- Young, W. B., & Farrow, D. (2013). A Review Of Agility: Practical Applications For Strength And Conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 35(5), 82–88.
- Young, W., & Farrow, D. (2006). A Review Of Agility: Practical Applications For Strength And Conditioning. *Strength And Conditioning Journal*, 28, 24-29. <https://doi.org/10.1519/00126548-200610000-00004>
- Young, W., R. James, And I. Montgomery, Is Muscle Power Related To Running Speed With Changes Of Direction? *Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness*, 2002. 42(3): P. 282-288.
- Yüce, A. & Sunay, H. (2019). Türkiye Ve İngiltere’de Yükseköğretim Düzeyinde Spor Eğitimi Sistemlerinin Karşılaştırılması. *Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17 (1), 125- 134. Doi: 10.33689/Spormetre.467625
- Zemková, E., Differential Contribution Of Reaction Time And Movement Velocity To The Agility Performance Reflects Sport-Specific Demands. *Human Movement*, 2016. 17(2): P. 94-101.



8.EKLER

8.1 Etik Kurul Onayı

EK-1



8.2. Bilgilendirme Formu

EK-2

Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

Arş. Gör. Sabri Birlik'in yüksek lisans tezi kapsamındaki “**Görüntü İşleme Tabanlı Reaktif Çeviklik Test Sisteminin Geliştirilmesi ile Güvenirlilik Ve Geçerliğinin Araştırılması**” adlı araştırmaya değerli katılımlılarınızı bekliyoruz. Araştırma kapsamında siz değerli katılımcılara öncelikle Demografik Bilgi Formu doldurtularak teste başlanacaktır. Ardından boy- kilo ölçümlerinizi alınmasının ardından Planlı Yön Değiştirme ve Reaktif Çeviklik testleri uygulanacaktır. Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmakta olduğunu bildiririz. Verilecek olan Bilgilendirme Formunu ve Test süresince bir baskı altında olmadan katılabileceğinizi bildiririz. Elde edilen veriler gizli kalacak ve kimse ile paylaşılmayacaktır. Araştırma hakkında detaylı bilgi almak istiyorsanız adresi üzerinden veya numaralı numaradan iletişime geçebilirsiniz. Test sonrasında durumunuz hakkında detaylı bilgi almak için yine aynı iletişim adreslerinden ulaşabilirsiniz.

Arş. Gör. Sabri BİRLİK

Araştırmacı

Bana araştırma öncesi yukarıda yapılan açıklamaları okudum, araştırmanın amaç ve kapsamını ve araştırmada gönüllü olarak üzerime düşen sorumluluklarımı anladım. Araştırmada oluşabilecek riskler ve faydalar tarafıma sözlü olarak anlatıldı. Kişisel bilgilerimin korunması konusunda güvence verildi. Bu koşullar altın araştırmaya tamamen kendi isteğimle katıldığımı, hiçbir baskı ve telkine maruz kalmadığımı açıkça belirtirim.

Ad – Soyad

e-mail

Telefon Numarası

İmza

8.3. Demografik Bilgi Formu

Afyon Kocatepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenman salonunda gerçekleştirilen ve Arş. Gör. Sabri Birlik tarafından yürütülen '<u>Görüntü İşleme Tabanlı Reaktif Çeviklik Test Sisteminin Geliştirilmesi ile Güvenirlik Ve Geçerliğinin Araştırılması</u>' konu başlıklı yüksek lisans tezine verdiğiniz değerli katkılardan dolayı teşekkür ederiz. Performans Testlerine geçmeden önce aşağıdaki Demografik Bilgi Formunu doldurmanızı rica ederiz.	
AD-SOYAD	
BOY – KİLO (Görevliler Tarafından Doldurulacaktır)	
OYNADIĞINIZ LİG SEVİYESİ	AMATÖR ☐ PROFESYONEL ☐
MEVKİ	
DENEYİM YILI	
SON 3 SEZONDA OYNADIĞINIZ RESMİ MAÇ SAYISI	
BASKIN AYAK	
EĞİTİM DURUMU	

9.ÖZGEÇMİŞ

