



■ Orijinal Makale / Original Article ■

Kadın Voleybolcularda Q Açısının Sıçrama ve İniş Mekanığı İle İlişkisi*

The Relationship of Q Angle with Jump and Landing Mechanics in Female

Volleyball Players

Burak TAŞ^{⊕ABCDE}

Dr., Serbest Araştırmacı

<https://orcid.org/0000-0003-4977-4886>

Eylem OK^{BDE}

Doktora Pr., Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Bölümü

<https://orcid.org/0000-0002-5414-518X>

Hakan AKDENİZ^{CD}

Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

<https://orcid.org/0000-0001-8171-1821>

Bergün MERİÇ BİNGÜL^{ACDE}

Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

<https://orcid.org/0000-0002-4001-9617>

A Çalışma Deseni (Study Design)- B Verilerin Toplanması (Data Collection)- C Veri Analizi (Statistical Analysis)- D Makalenin Hazırlanması (Manuscript Preparation)- E Maddi İmkânların Sağlanması (Funds Collection)

* Bu çalışma Bu çalışma 15. Ulusal Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi Kongresinde bildiri olarak sunulmuştur.

[⊕]Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Burak TAŞ, buraktass92@gmail.com,

Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, No, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutional Approval, Var/Yes

Özet

Sporculara yapılacak testler sırasında zamansal sınırlılıklar ortaya çıkmaktadır. Farklı yöntemlerin birbirleri yerine güvenle uygulanma durumu bilinmemektedir. Bu çalışmanın amacı, kadın voleybolcularda Q açısının sıçrama ve iniş mekaniği ile ilişkisini incelemektir. Araştırma grubunu İstanbul ve Kocaeli ilinde alt yapı düzeyinde oynayan 48 genç kadın sporcu oluşturmuştur. Araştırmaya katılan kadın voleybol sporcularına antropometrik ölçümler, Q açısı, İniş Hatası Puanlama Sistemi(LESS), Dikey Sıçrama (VJ) testleri uygulanmıştır. Q açısı ve LESS skorları Kinovea ücretsiz yazılımı ile belirlenmiştir. Dikey sıçrama yüksekliğinin hesaplanmasında My Jump 2 mobil uygulaması kullanılmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde Q açısı, LESS skorları ve VJ yüksekliği arasında pozitif ilişki bulunmamaktadır ($p>0,05$). Q açısı ile inişte ilk temastaki diz valgusu arasında pozitif ilişki bulunmuştur ($r=0,292$, $p<0,05$). Sıçramadan önce diz valgusu ile LESS skorları arasında pozitif ilişki bulunmuştur ($r=0,482$, $p<0,05$). Araştırma sonuçlarımız incelendiğinde Q açısı, LESS skorları ve VJ yüksekliği arasında ilişki bulunmamaktadır. Q açısı ile inişte ilk temastaki diz valgusunda pozitif ilişki bulunması Q açısının diz valgusuyla ilişkisinden kaynaklanmaktadır. LESS skoruyla sıçramadan önceki diz valgusu arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Bu da Q açısının ön çapraz bağ yaralanma risk göstergesi olan LESS skorları üzerindeki etkisini göstermektedir. Q açısını, azaltmak için yapılacak müdahaleler LESS skorlarını, sıçrama ve iniş mekaniğini etkileyebilir.

Anahtar Kelimeler: Q Açısı, LESS, sıçrama, iniş, voleybol.

Abstract

During the tests to be performed on athletes, temporal limitations arise. It is not known whether different methods can be safely applied instead of each other. The aim of this study is to investigate the relationship of Q angle with jump and landing mechanics in female volleyball players. The research group consisted of 48 young female athletes who played at the infrastructure level in Istanbul and Kocaeli provinces. Anthropometric measurements, Q angle, Landing Error Scoring System (LESS), Vertical Jump (VJ) tests were applied to the female volleyball athletes participating in the study. The Q angle and LESS scores were determined with the Kinovea free software. The My Jump 2 mobile application was used to calculate the vertical jump height. When the obtained data were examined, there was no positive relationship between Q angle, LESS scores, and VJ height ($p > 0.05$). A positive relationship was found between the Q angle and the knee deceleration at the first contact upon landing ($r = 0.292$, $p<0.05$). A positive relationship was found between knee valgus and LESS scores before deceleration ($r = 0.482$, $p<0.05$). When our research results are examined, there is no relationship between Q angle, LESS scores, and VJ height. The presence of a positive relationship between the Q angle and the knee valgus at the first contact upon landing is due to the relationship of the Q angle with the knee valgus. A positive relationship was found between the LESS score and the knee valgus before deceleration. This shows the effect of the Q angle on the LESS scores, which are an indicator of the risk of anterior cruciate ligament injury. Interventions to reduce the Q angle may affect LESS scores, jumps, and landing mechanics.

Keywords: Q angle, less, jump, landing, volleyball.

Extended Summary

Introduction and Aim: Volleyball is one of the popular team sports that combines offensive and defensive skills (González et al., 2020). The fact that athletes perform a large number of offensive and defensive techniques during the game carries the jumping performance to an important place for volleyball (Skazalski et al., 2018). The athlete's jumping performance is related to his performance both during the jumping phase and during the landing. For this reason, in order to improve and maintain jumping performance, athletes need to be protected from sports injuries as well as improve their motoric output (Gabbett, 2016). Frequent application of slam dunk and block movements may result in injuries caused by insufficient athletic performance or structural characteristics of athletes (Sarto et al., 2019). When the structural properties are taken into consideration, the Q angle on the lower appendage comes to the fore. The Q angle is also important in the volleyball branch, where non-contact lower limb injuries are often seen (Bere et al., 2015).

The Q angle, which plays a role in lower limb performance and is a risk factor for sports injuries, can be easily measured by coaches and therapists. The equipment is advantageous in terms of time and cost. The angle between the two imaginary lines is expressed as a Q angle as a result of the intersection of an imaginary line drawn to the center of the patella starting from the anterior iliac spine and an imaginary line passing through the tibia tuberosity starting from the center of the patella. This angle of 15 degrees in men and above 20 degrees in women is indicated as a risk factor (Giza and Micheli, 2005). An increase in the Q angle is associated with a negative alignment of the lower limb segments. The fact that the body segments are not in the correct alignment with each other can negatively affect the load transfer and reduce the force and power outputs (Bishop et al., 2016; Clark et al., 2008). In addition, excessive increases in Q angle can cause numerous injuries, such as patellofemoral pain, knee osteoarthritis, ankle sprains, and overuse injuries (Moghadam et al., 2017). There are different methods that can be applied cheaply and easily in a similar way, except for the Q angle, which is a performance and sports injury risk factor. The Landing Error Scoring System (LESS) is one of them. LESS, which is a reliable scanning tool for studying landing mechanics, is an easy-to-apply method in the field that does not require expensive equipment such as a Q angle (Markbreiter et al., 2015). When determining the risks for landing mechanics, applying static tests and dynamic tests together provides a better idea of the sequence of body segments (Tillin and Bishop, 2009). Tests and measurements that will be applied in athletes' busy schedules, such as preparation, in-season, and match periods, may cause temporal difficulties. For this reason, the relationship between the Q angle and LESS scoring, which gives a similar idea for determining the risks of lower limb injury, is of interest. It is not known whether having information about one of these tests is a representative and reliable alternative to the other. In addition, different results available in the literature show that the relationship between Q angle and jump performance is not clear. The aim of this research is to investigate the relationship of Q angle with jump and landing mechanics in female volleyball players.

Material & Method: The research group consisted of 48 young female athletes (age 14.75 ± 1.10 years, mass 58.23 ± 9.64 kg, height 164.47 ± 6.50 cm) playing at the infrastructure level in Istanbul and Kocaeli province. Female athletes who had not previously experienced sports injuries were selected for the study on the basis of volunteering and parental approval. The research was carried out during the intra-season period between 2023 and 2024. Anthropometric measurements, Q angle, Landing Error Scoring System (LESS), Vertical Jump (VJ) tests were applied to the female volleyball athletes participating in the study. The data obtained after these tests was examined and interpreted.

The tests of the athletes were carried out in the sports halls of the clubs they are affiliated with. When taking the measurements of the athletes, it was noted that the tests should not be performed on the day after the match and during the menstrual cycle periods in order not to adversely affect the results. The obtained data were analyzed with the IBM SPSS (version 25.0) statistical package program. The appropriateness of the data for a normal distribution was evaluated by the Shapiro-Wilk test. Pearson Correlation analysis was applied to the data conforming to the normal distribution. Spearman correlation analysis was applied for the results that did not correspond to the normal distribution. The statistical significance level was accepted as $p < 0.05$.

Result and Discussion: When the results of the Pearson correlation analysis and the level of statistical significance were examined, there was no correlation or statistically significant difference between the variables ($p > 0.05$). As a result of Spearman analysis, there is a positive correlation and statistically significant difference between Q angle and knee valgus at first contact upon deceleration ($p < 0.05$). There is a positive correlation and statistically significant difference between knee valgus and LESS scores before jumping ($p < 0.05$). Although the Q angle and LESS test can reveal the risks of lower limb injury, there was no correlation between the two as a result of our study. When the studies conducted so far have been

examined, the correlation between the Q angle and the LESS test has not been examined. Although both criteria provide an idea about the risk of non-contact injury, the absence of a significant correlation between them indicates that both tests cannot be evaluated as alternatives to each other. The Q angle has a positive relationship with the knee valgus during the first contact during landing, which is located on the LESS scale. This is due to the relationship between patellofemoral angle and increased knee valgus (Pantano et al., 2005). There is also a positive correlation between the participants' LESS scores and their knee valgus status before jumping. This result shows that whether athletes have a knee valgus before jumping or not has an effect on LESS scores. This supports the effect of the knee valgus and therefore the Q angle on the risk of ACL injury. The Q angle is also included among the performance criteria for power and deceleration. When the literature is examined, it has been stated that individuals with a low Q angle have the ability to produce better force (Daneshmandi et al., 2011). Chester et al. (2008) stated that increasing the patellofemoral angle reduces the neuromuscular response time and reflex response of the quadriceps femoris muscle. In support of this statement, Daugherty et al. (2021) stated that a lower patellofemoral knee angle is associated with better jumping. In another study conducted in a similar way (Caia et al., 2016), it was explained that the Q angle shows a strong relationship with the jump. Contrary to these studies, as a result of our research, there was no significant correlation between the Q angle and the height of the jump. Although it has been explained in previous studies that body segment decoupling also has an effect on performance, as a result of our research, there was no significant relationship between Q angle and VJ. There are different studies that show similarities with our research. Jones (2013) worked with young female university athletes in his study and stated that there is no relationship between the Q angles of athletes and VJ values in a similar way to our research. Contarlı and Özmen's decrees in their research (2021) that there is no significant relationship between patellofemoral angle and jump height in gymnasts support the result of our research. In addition, Jeffries (2011) stated that there is no difference between Q angle and bounce performance. This also shows parallels with our study. Our research group consists of young female volleyball players with an average age of 14.75 ± 1.10 years. It is thought that the age, gender, and training experience of the participants are effective in addressing these differences found in the literature and our research result.

1. GİRİŞ

Voleybol, hücum ve savunma becerilerini bir arada barındıran popüler takım sporlarından biridir (González et al., 2020). Sporcuların oyun esnasında çok sayıda hücum ve savunma tekniklerini gerçekleştirmesi, voleybol için sıçrama performansını önemli bir yere taşımaktadır (Skazalski et al., 2018). Sporcunun sıçrama performansı hem sıçrama fazında hem de iniş sırasındaki performansı ile ilişkilidir. Sıçrama fazında alt ekstremite kaslarında gerçekleşen yüksek kuvvet ve güç çıktıları artan yükseklik dolayısıyla iniş sırasında da artan yer darbe kuvvetine sebep olmaktadır (Bisseling et al., 2008). Voleybol branşının dinamiği gereği çok sayıda gerçekleştirilen sıçrama sayısı aynı zamanda yaralanma için de risk faktörü oluşturmaktadır (Bahr, 2014). Bu sebepten sıçrama performansının geliştirilmesi ve sürdürülebilmesi için sporcuların motorik çıktılarının geliştirilmesinin yanı sıra spor yaralanmalarından da korunması gerekmektedir (Gabbett, 2016).

Smaç ve blok hareketlerinin sıklıkla uygulanması sportif performansın yetersiz olmasından ya da sporcuların yapısal özelliklerinden kaynaklanan yaralanmalarla sonuçlanabilir (Sarto et al., 2019). Yapısal özellikler dikkate alındığında alt ekstremite üzerinde Q açısı ön plana çıkmaktadır. Alt ekstremite performansında rol oynayan ve spor yaralanmasında bir risk faktörü olan Q açısı antrenörler ve terapistler tarafından rahatlıkla ölçülebilmektedir. Ekipman, zaman ve maliyet açısından avantajlıdır. Temassız alt ekstremite yaralanmalarının sıklıkla görüldüğü voleybol branşında da Q açısı önem arz etmektedir (Bere et al., 2015). Anterior iliak spine üzerinden başlayarak patellanın merkezine çizilen hayali bir çizgi ile patella merkezinden başlayarak tibia tuberositasından geçen hayali çizginin kesişimi sonucunda iki hayali çizgi arasındaki açı Q açısı olarak ifade edilmektedir. Erkeklerde bu açı 15 derece, kadınlarda da 20 derecenin üzerinde olması bir risk faktörüdür (Giza ve Micheli, 2005). Q açısının artması alt ekstremite segmentlerinin olumsuz dizilimi ile ilişkilidir. Vücut segmentlerinin birbirleri ile doğru dizilim içerisinde olmaması yük aktarımını olumsuz etkileyerek kuvvet ve güç çıktılarını azaltabilmektedir (Bishop et al., 2016; Clark et al., 2008). Aynı zamanda Q açısının artması diz valgusu ile de doğrudan ilişkilidir. Bu durum ön çapraz bağ (ÖÇB) için risk teşkil etmektedir. Yüksek açılara sahip kişilerde diz eklemine gerçekleşen dinamik hareketlerde ön çapraz bağ yüksek strese maruz kalmaktadır. ÖÇB üzerindeki stresin tekrar edilmesi zaman içerisinde gerilme, yırtılma, kopmaya sebep olabilmektedir (Withrow et al., 2006; McLean et al., 2004). Ek olarak Q açısındaki aşırı artış patellofemoral ağrı, diz osteoartriti, ayak bileği burkulmaları, aşırı kullanım yaralanmaları gibi çok sayıda yaralanmalara neden olabilmektedir (Moghadam, et al., 2017).

Spor yaralanmalarının oluşmasındaki nedenlerin incelenmesi ve risk faktörlerinin belirlenmesi sporcu sağlığı ve performansı için önemli bir yere sahiptir (Meeuwisse et al., 2007). Bu durum cinsiyetler göre

incelendiğinde erkek sporculara göre kadın sporcular daha riskli durumdadır. Kadınların daha geniş bir pelvise sahip olması, toplam kas kütlelerinin erkeklere göre daha az olması onları daha dezavantajlı hale getirmektedir. Bu durumların neticesinde de kadınlarda Q açısı etkilenecek dizlerde valgus eğilimi artar, anatomik ve biyomekanik olarak olumsuz durumlar meydana gelebilmektedir (Ercan, 2021). Artan diz valgusu sebebiyle sıçrama ve iniş mekanikleri olumsuz etkilenmektedir. İniş mekanikliğinde meydana gelebilecek diz valgusu bölgesel yaralanma riskinin haricinde omurganın lumbar bölgesindeki kaslarda fazladan gerilime neden olarak omurga ve pelviste lateral yönlü hareketlerle sonuçlanabilir (Baik et al., 2021).

Performans ve spor yaralanma risk faktörü olan Q açısının haricinde benzer şekilde ucuz ve kolay uygulanabilen farklı yöntemlerde bulunmaktadır. İniş Hatası Puanlama Sistemi (LESS) bunlardan biridir. İniş mekanikliğinin incelenmesinde güvenilir bir tarama aracı olan LESS, Q açısı gibi pahalı ekipman gerektirmeyen sahada kolay uygulanabilen bir yöntemdir (Markbreiter et al., 2015). İniş mekanikleri için riskler belirlenirken statik testler ile dinamik testlerin birlikte uygulanması vücut segmentlerinin dizilimi hakkında daha iyi fikir sahibi olunmasını sağlamaktadır (Tillin ve Bishop, 2009).

Sporcuların hazırlık, sezon içi ve maç dönemleri gibi yoğun programlarında uygulanacak test ve ölçümler zamansal olarak zorluk çıkarabilmektedir. Bu sebepten dolayı alt ekstremitte yaralanma risklerinin belirlenmesinde benzer fikir veren Q açısı ve LESS skorlamasının aralarındaki ilişki merak edilmektedir. Bu testlerden biri hakkında bilgi sahibi olmanın diğeri içinde temsil edilebilir ve güvenilir alternatif olup olmadığı bilinmemektedir. Ayrıca literatürde var olan farklı sonuçlar Q açısının sıçrama performansı ile ilişkisinin net olmadığını göstermektedir. Bu araştırmanın amacı kadın voleybolcularda Q açısının sıçrama ve iniş mekanikliği ile ilişkisinin incelenmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmamızda, deneysel model kullanarak kadın voleybolcularda Q açısının sıçrama ve iniş mekanikliği ile ilişkisi incelenmiştir.

Araştırma Grubu

Araştırma grubunu İstanbul ve Kocaeli ilinde alt yapı düzeyinde oynayan 48 genç kadın sporcu (yaş 14,75±1,10 yıl, vücut ağırlığı 58,23±9,64 kg, boy 164,47±6,50 cm) oluşturmuştur. Araştırmaya daha önce spor yaralanması yaşamamış kadın sporcular gönüllük ve veli onayı esasına dayanarak seçilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmaya katılan kadın voleybol sporcularına antropometrik ölçümler, Q açısı, İniş Hatası Puanlama Sistemi (LESS), Dikey Sıçrama (VJ) testleri uygulanmıştır. Bu testler sonrası elde edilen veriler incelenerek yorumlanmıştır.

Verilerin Toplanması

Araştırma 2023-2024 yılları arasında sezon içi dönemde gerçekleştirilmiştir. Sporcuların testleri bağlı buldukları kulüplerin spor salonlarında gerçekleştirilmiştir. Sporcuların ölçümleri alınırken sonuçların olumsuz etkilenmemesi için testlerin maç sonrası gün ve menstrüel döngü dönemlerinde olmamasına dikkat edilmiştir.

Antropometrik Ölçümler: Sporcuların boy ve vücut ağırlığı ölçümleri ayakkabısız ve üzerlerinde şort tişört varken alınmıştır. Boy ölçümünde stadiometre, vücut ağırlığı ölçümünde tanita marka tartı kullanılmıştır. Bacak uzunlukları alınırken sporcu minder üzerine sırt üstü yattıktan sonra sporcudan ayak bileğini plantar fleksiyon pozisyonunda tutması istenmiştir. Bu pozisyonda anterior iliac spine ile ayak parmak ucu arasındaki mesafe kayan kaliper ile ölçülerek My Jump 2 mobil uygulamasına işlenmiştir. Sporcuların 90 derece diz fleksiyonunda oturma yüksekliği ölçülürken sporcunun dizi gonyometre ile 90 derecede olacak şekilde çömelme pozisyonundayken anterior iliac spine ile yer arasındaki mesafe kayan kaliper ile ölçülmüştür.

Q Açısı Ölçümleri: Q açısı elde edilmeden önce sporcuların anterior iliac spine, patella ortası ve tibia tuberositasından işaretleme yapılmıştır. Sonrasında sporcular ayakta doğal duruşlarında hareketsiz ve dik dururken Iphone 13 Pro telefon kamerası ile fotoğrafları elde edilmiştir. Elde edilen fotoğraflar Kinovea yazılımına aktarılarak Q açıları hesaplanmıştır.

İniş Hatası Puanlama Sistemi (LESS): LESS testi için 30 cm yüksekliğinde kutu kullanılmış ve her sporcu kendi boyunun yarısı uzunluğundaki mesafeye düşme sıçraması yaptıktan sonra en yükseğe sıçramıştır. Sporcular bu sıçramayı 3 kere tekrar etmiştir. Test önden ve yandan Iphone 13 Pro markalı telefon kamerasıyla 60fps çekim hızı ve HD video kayıt seçeneği ile kaydedilmiştir. Kamera lensi yerden 122

cm yükseklikte olacak şekilde sıçrama alanına önden ve yandan 345 cm mesafede tripod yardımı ile yerleştirilmiştir. Bu test sırasında herhangi bir sözel motivasyon ya da komut verilmemiştir.

Dikey Sıçrama (VJ) Testi: Sporcular düz ve kaygan olmayan bir zeminde iki ayak arası mesafesini istediği şekilde ayarlayarak öne adım almadan oldukları yerden en yüksek mesafeye sıçrama gerçekleştirmiştir. Sıçrama sırasında sporcular kollarını istedikleri gibi kullanmıştır. Her sporcu, sıçrama testleri arasında 10 sn bekleyerek en yüksek mesafeye sıçramış ve sıçramalar Iphone 13 Pro markalı telefon kamerası ile 60 fps çekim hızında HD video seçeneği ile kayıt altına alınmıştır. Elde edilen video kayıtları My Jump 2 mobil uygulaması ile analiz edilerek sporcuların sıçrama yükseklikleri elde edilmiştir.

Verilerin Analizi

Elde edilen veriler IBM SPSS (version 25.0) istatistik paket programıyla analiz edilmiştir. Verilerin normal Dağılıma uygunlukları Shapiro Wilk testiyle değerlendirilmiştir. Normal dağılıma uygun verilerde Pearson Korelasyon analizi uygulanmıştır. Normal dağılıma uygunluk göstermeyen sonuçlarda Spearman Korelasyon analizi uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların Testlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

ÖZELLİKLER	n	X ± Ss
Q Açısı ° (derece)	48	24,56 ± 5,86
LESS Skoru	48	5,39 ± 1,19
VJ (cm)	48	30,25 ± 6,53

LESS= İniş Hatası Puanlama Sistemi, VJ= Dikey Sıçrama

Tablo 1’de sporcuların Q açısı, LESS skoru ve VJ yüksekliklerinin ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Katılımcıların Q açısı ortalama $24,56 \pm 5,86$ derece, LESS skoru ortalama $5,39 \pm 1,19$ puan, VJ yüksekliği ortalama $30,25 \pm 6,53$ cm olarak bulunmuştur.

Tablo 2. Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

ÖZELLİKLER	Q Açısı	VJ	LESS
Q Açısı	r	1	0,001
	p		0,992
VJ	r	0,001	1
	p	0,992	0,790
LESS	r	0,000	0,039
	p	0,999	0,790

LESS= İniş Hatası Puanlama Sistemi, VJ= Dikey Sıçrama

* $p < 0,05$

Tablo 2’de katılımcıların Pearson korelasyon analizi sonuçları ve istatistiksel anlamlılık düzeyi incelendiğinde değişkenler arasında istatistiksel açıdan bir ilişki (korelasyon) bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 3. Spearman Korelasyon Analizi Sonuçları

ÖZELLİKLER	LESS	İnişte İlk Temasta Diz Valgusu	Sıçramadan Önce Diz Valgusu	
Q Açısı	r	0,000	0,292*	-0,095
	p	0,999	0,044*	0,519
LESS	r	1	0,171	0,482*
	p		0,245	0,001*
İnişte İlk Temasta Diz Valgusu	r	0,171	1	0,144
	p	0,245		0,329
Sıçramadan Önce Diz Valgusu	r	0,482*	0,144	1
	p	0,001*	0,329	

LESS= İniş Hatası Puanlama Sistemi, VJ= Dikey Sıçrama

* $p < 0.05$

Tablo 3'te katılımcılardan elde edilen verilerin Spearman analizi sonucunda Q açısı ile inişte ilk temasta diz valgusu arasında pozitif korelasyon ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p < 0,05$). Sıçramadan önce diz valgusu ile LESS skorları arasında istatistiksel açıdan bir ilişki (korelasyon) bulunmuştur ($p < 0,05$).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Vücut segmentlerinin anormal hizalanması sonucunda oluşan biyomekanik değişiklikler eklemler üzerine eklenen yükü arttırmakta, kasların mekanik verimliliğini azaltarak nöromüsküler fonksiyonu bozmaktadır. Nöromüsküler fonksiyonun bozulmasıyla birlikte ekstremitelerin kontrolü değişebilmektedir (Daneshmandi, 2011). Hareket sırasında ekstremitelerin kontrolünün bozulmasıyla birlikte yaralanma riski artabilmektedir (Hewett ve Myer, 2011). Kadınlar yapısal özelliklerinden kaynaklı olarak erkek sporculara göre daha fazla risk altındadır. Kadınlar geniş bir pelvis ve zayıf kas kütlesi sonucunda alt ekstremitede Q açıları olumsuz etkilenerek daha yüksek diz valgusuna maruz kalmaktadır (McLean et al., 2005; Nowak, 2012). Yapılan sistematik inceleme ve meta analizde artan Q açısı ile birlikte nöromüsküler yanıt ve kuadriseps femoris kasının refleks yanıt süresinin etkilenebileceği öne sürülmüştür (Chester et al., 2008). Artan Q açısıyla birlikte diz valgusundaki artış diğer vücut segmentlerini de etkileyerek yük aktarımını artırabilir (Aquino et al., 2022; Daneshmandi et al., 2011). Ayrıca Q açısındaki artışa bağlı olarak ön çarpaz bağ (ÖÇB) üzerine binen stres artarak yaralanma riski de artmaktadır (Barber-Westin et al., 2010; Kathleen et al., 2005; Chester et al., 2008; Sendur et al., 2000). Yüksek Q açısı sonucunda diz valgusunun artışı ile iniş sırasında da destek yapılarıdaki gerilim ve ÖÇB üzerine binen stres artarak yaralanma riski ortaya çıkmaktadır (Numata et al., 2018; Hughes et al., 2010; Hewett et al., 2005). ÖÇB yaralanma riskinin ortaya konduğu LESS testiyle de bu değerlendirme yapılabilmektedir. Temassız ÖÇB yaralanma riskini belirlemek için LESS testi güvenilir bir tarama aracıdır (Hanzlikova ve Loiser 2020; Padua et al., 2009; Padua et al., 2011). Q açısı ve LESS testi alt ekstremitte yaralanma risklerini ortaya koyabilmelerine rağmen çalışmamızın sonucunda ikisi arasında korelasyon bulunmamıştır. Bu zamana kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde Q açısı ve LESS testi arasında korelasyon inceleyen çalışmaların olmadığı görülmüştür. Her iki ölçüt temassız ÖÇB yaralanma riski hakkında fikir vermesine rağmen aralarında anlamlı bir korelasyonun bulunmaması iki testin de birbirleri yerine alternatif olarak değerlendirilemeyeceğini göstermektedir.

Araştırma sonuçlarımız incelendiğinde aralarında korelasyon elde edilen değişkenler de bulunmaktadır (Tablo 3). Q açısının LESS skalasında yer alan inişte ilk temas sırasındaki diz valgusu ile pozitif yönlü ilişkisi bulunmaktadır. Bu da patellofemoral açının artan diz valgusu ile ilişkisinden kaynaklanmaktadır (Pantano et al., 2005). Ayrıca katılımcıların LESS skorları ile sıçramadan önceki diz valgus durumları arasında da pozitif yönlü korelasyon bulunmaktadır (Tablo 3). Elde edilen bu sonuç sporcuların sıçramadan önce diz valgusuna sahip olup olmama durumlarının LESS skorları üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Bu da diz valgusunun dolayısıyla Q açısının ÖÇB yaralanma riski üzerindeki etkisini desteklemektedir.

Q açısı ayrıca güç ve sıçrama için de performans kriterleri arasında yer almaktadır. Literatür incelendiğinde düşük Q açısına sahip bireylerin daha iyi kuvvet üretebilme yeteneğine sahip oldukları belirtilmiştir (Daneshmandi et al., 2011). Chester et al., (2008) patellofemoral açının artışının quadriceps femoris kasının nöromusküler yanıt süresini ve refleks tepkisini azalttığını ifade etmiştir. Bu ifadeyi destekler nitelikte Daugherty et al., (2021) düşük patellofemoral diz açısının daha iyi sıçrama ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada da (Caia et al., 2016) Q açısının sıçrama ile güçlü bir ilişki gösterdiğini açıklamıştır. Yapılan bu çalışmaların aksine araştırmamız sonucunda Q açısıyla sıçrama yüksekliği arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır (Tablo 2). Vücut segmentleri diziliminin performans üzerinde de etkili olduğu önceki çalışmalarda açıklanmış olsa da araştırmamızın sonucunda Q açısı ile VJ arasına anlamlı ilişki bulunmamıştır (Tablo 2). Araştırmamızla benzerlik gösteren farklı çalışmalar bulunmaktadır. Jones (2013) çalışmasında üniversiteli genç kadın sporcularla çalışmış ve araştırmamızla benzer şekilde sporcuların Q açıları ile VJ değerleri arasında ilişki bulunmadığını ifade etmiştir. Contarlı ve Özmen'in araştırmasında (2021) cimnastikçilerde patellofemoral açı ile sıçrama yüksekliği arasında anlamlı ilişki bulunmadığı açıklamaları araştırmamızın sonucunu destekler niteliktedir. Ayrıca Jeffries (2011) Q açısı ve sıçrama performansı arasında ilişki olmadığını belirtmiştir. Bu da çalışmamızla paralellik göstermektedir. Araştırma grubumuzu 14,75±1,10 yıl yaş ortalamasına sahip genç kadın voleybolcular oluşturmaktadır. Literatürde bulunan bu farklılıklar ve araştırma sonucumuz üzerinde katılımcıların yaş, cinsiyet ve antrenman deneyiminin etkili olduğu düşünülmektedir. Araştırma sonuçlarımız incelendiğinde Q açısı, LESS skorları ve VJ yüksekliği arasında korelasyon bulunmamaktadır. Q açısı ile inişte ilk temastaki diz valgusunda pozitif korelasyon bulunmaktadır. Bu sonuç Q açısının diz valgusuyla ilişkisinden kaynaklanmaktadır. Bir diğer sonuçta LESS skoruyla sıçramadan önceki diz valgusu arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Bu da Q açısının-diz valgusunun ÖÇB yaralanma risk göstergesi olan LESS skorları üzerindeki etkisini göstermektedir.

5. SINIRLIKLAR VE ÖNERİLER

İstanbul ve Kocaelinde oynayan 48 kadın voleybol sporcusu araştırmamızın sınırlıklarını oluşturmaktadır. Katılımcıların yaş ve cinsiyetleri araştırmanın sınırlıklarındandır.

Öneriler;

- ÖÇB yaralanma risk belirleyicisi LESS skorlarında azalma için Q açısının iyileştirilerek diz valgus pozisyonunun düzeltilir.
- İniş mekanığını düzeltmeye yönelik düzeltici egzersizler spor yaralanma riskini azaltabilir.

6. ÇIKAR ÇATIŞMASI VE ETİK KURUL ONAY

Çıkar çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması olmadığı bildirilmiştir.

Finansal destek: Yazarlar tarafından finansal destek olmadığı bildirilmiştir.

Etik Onayı: Makalede, ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde **Spor ve Rekreasyon Araştırmaları Dergisinin** hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk makale yazarlarına aittir.

Etik Kurul Onayı: Bu araştırmanın yapılabilmesi için Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığından 2022/345 numaralı projeye KÜ GOKAEK-2023/01.01 numaralı karar numarası ile araştırma izni alınmıştır.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan ve katılımcıların velilerinden bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

7. KAYNAKÇA

- Aquino, M. R., Resende, R. A., Kirkwood, R. N., Souza, T. R., Fonseca, S. T., & Ocarino, J. M. (2022). Spatial-temporal parameters, pelvic and lower limb movements during gait in individuals with reduced passive ankle dorsiflexion. *Gait & Posture*, 93, 32-38.
- Organ, D. W. (1988). *Organizational citizenship behavior: The good soldier syndrome*. Canada: Lexington Books.
- Bahr, M. A., & Bahr, R. (2014). Jump frequency may contribute to risk of jumper's knee: a study of interindividual and sex differences in a total of 11 943 jumps video recorded during training and matches in young elite volleyball players. *British journal of sports medicine*, 48(17), 1322-1326.
- Baik, S. M., Cynn, H. S., & Kim, S. H. (2021). Understanding and exercise of gluteus medius weakness: A systematic review. *Physical Therapy Korea*, 28(1), 27-35.
- Barber-Westin, S. D., Smith, S. T., Campbell, T., & Noyes, F. R. (2010). The drop-jump video screening test: retention of improvement in neuromuscular control in female volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3055-3062.
- Bere, T., Kruczynski, J., Veintimilla, N., Hamu, Y., & Bahr, R. (2015). Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British journal of sports medicine*, 49(17), 1132-1137.
- Bishop, C., Edwards, M., & Turner, A. (2016). Screening movement dysfunctions using the overhead squat. *Professional Strength & Conditioning*.
- Bisseling, R. W., Hof, A. L., Bredeweg, S. W., Zwerver, J., & Mulder, T. (2008). Are the take-off and landing phase dynamics of the volleyball spike jump related to patellar tendinopathy?. *British journal of sports medicine*, 42(6), 483-489.
- Caia, J., Weiss, L. W., Chiu, L. Z., Schilling, B. K., Paquette, M. R., & Relyea, G. E. (2016). Do lower-body dimensions and body composition explain vertical jump ability?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(11), 3073-3083.
- Chester, R., Smith, T. O., Sweeting, D., Dixon, J., Wood, S., & Song, F. (2008). The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC musculoskeletal disorders*, 9, 1-14.
- Clark, M. A., Lucett, S., & Corn, R. J. (2008). *NASM essentials of personal fitness training*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Contarlı, N., & Özmen, T. (2021). Relationship between Q angle, dynamic balance and vertical jump height in gymnasts. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(3), 32-43.
- Daneshmandi, H., Saki, F., Shahheidari, S., & Khoori, A. (2011). Lower extremity Malalignment and its linear relation with Q angle in female athletes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3349-3354.
- Daugherty, H. J., Weiss, L. W., Paquette, M. R., Powell, D. W., & Allison, L. E. (2021). Potential predictors of vertical jump performance: lower extremity dimensions and alignment, relative body fat, and kinetic variables. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(3), 616-625.
- Ercan, S. (2021). Kadın Sporcuyla Özgü Yaralanmadan Korunma Stratejileri. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 6(3), 203-213.
- Gabbett, T. J. (2016). The training— injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *British journal of sports medicine*, 50(5), 273-280.
- Giza, E., & Micheli, L. J. (2005). Soccer injuries. *Epidemiology of Pediatric Sports Injuries: Team Sports*, 49, 140-169.
- Hanzlíková, I., & Hébert-Losier, K. (2020). Is the Landing Error Scoring System reliable and valid? A systematic review. *Sports Health*, 12(2), 181-188.
- Hewett, T. E., & Myer, G. D. (2011). The mechanistic connection between the trunk, hip, knee, and anterior cruciate ligament injury. *Exercise and sport sciences reviews*, 39(4), 161-166.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., ... & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 492-501.
- Hughes, G., Watkins, J., & Owen, N. (2010). Differences between the sexes in knee kinetics during landing from volleyball block jumps. *European Journal of Sport Science*, 10(1), 1-11.
- Jeffries, K. (2011). Effects of Q-Angle and Pelvic tilt on Broad Jump, Vertical Jump and 40 yard dash in NCAA Division I Athletes.
- Jones, B. R. (2013). The Effect of Q Angle on Vertical Jump in Female Athletes. Unpublished Master's Thesis. Baltimore, MD: The Goucher College.
- Markbreiter, J. G., Sagon, B. K., McLeod, T. C. V., & Welch, C. E. (2015). Reliability of clinician scoring of the landing error scoring system to assess jump-landing movement patterns. *Journal of sport rehabilitation*, 24(2), 214-218.

- McLean, S. G., Huang, X., Su, A., & Van Den Bogert, A. J. (2004). Sagittal plane biomechanics cannot injure the ACL during sidestep cutting. *Clinical biomechanics*, 19(8), 828-838.
- McLean, S. G., Huang, X., & Van Den Bogert, A. J. (2005). Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: implications for ACL injury. *Clinical biomechanics*, 20(8), 863-870.
- Meeuwisse, W. H., Tyreman, H., Hagel, B., & Emery, C. (2007). A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation. *Clinical journal of sport medicine*, 17(3), 215-219.
- Moghadam, H. Z., Hoseini, S. T., Hashemian, A. M., & Sharifi, M. D. (2017). The relation of Q angle and anthropometric measures with ankle sprain; a case-control study. *Emergency*, 5(1).
- Nowak, S. C. (2012). *The Effect of Gluteus Medius Muscle Activation on Lower Limb Three-Dimensional Kinematics And Kinetics in Male and Female Athletes during three Drop Jump heights*. University of Ottawa (Canada).
- Numata, H., Nakase, J., Kitaoka, K., Shima, Y., Oshima, T., Takata, Y., ... & Tsuchiya, H. (2018). Two-dimensional motion analysis of dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26, 442-447.
- Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett Jr, W. E., & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. *The American journal of sports medicine*, 37(10), 1996-2002.
- Padua, D. A., Boling, M. C., DiStefano, L. J., Onate, J. A., Beutler, A. I., & Marshall, S. W. (2011). Reliability of the landing error scoring system-real time, a clinical assessment tool of jump-landing biomechanics. *Journal of sport rehabilitation*, 20(2), 145-156.
- Pantano, K. J., White, S. C., Gilchrist, L. A., & Leddy, J. (2005). Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clinical Biomechanics*, 20(9), 966-972.
- Sarto, F., Grigoletto, D., Baggio, E., Paoli, A., & Marcolin, G. (2019). Do lower limb previous injuries affect balance performance? An observational study in volleyball players. *Physical therapy in sport*, 37, 49-53.
- Sendur, O. F., Gurer, G., Yildirim, T., Ozturk, E., & Aydeniz, A. (2006). Relationship of Q angle and joint hypermobility and Q angle values in different positions. *Clinical rheumatology*, 25, 304-308.
- Skazalski, C., Whiteley, R., & Bahr, R. (2018). High jump demands in professional volleyball—large variability exists between players and player positions. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(11), 2293-2298.
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports medicine*, 39, 147-166.
- Withrow, T. J., Huston, L. J., Wojtys, E. M., & Ashton-Miller, J. A. (2006). The effect of an impulsive knee valgus moment on in vitro relative ACL strain during a simulated jump landing. *Clinical biomechanics*, 21(9), 977-983.