

**T.C.**  
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**FARKLI BRANŞLARDAKİ ELİT BAYAN SPORCULARIN 2. ve 4. (2D:4D)  
PARMAKLARININ ORANININ SPORTİF PERFORMANSA ETKİ EDEN BAZI  
BİYOKİMYASAL ve ENDOKRİNOLOJİK PARAMETRELERLE İLİŞKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Çağrı ÇELENK**

**Tez Danışmanı**

**Yrd. Doç. Dr. İbrahim CİCİOĞLU**

**Yardımcı Tez Danışmanı**

**Prof. Dr. İlhan Yetkin**

**ANKARA**

**Nisan 2011**

**T.C.**  
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**FARKLI BRANŞLARDAKİ ELİT BAYAN SPORCULARIN 2. ve 4. (2D:4D)  
PARMAKLARININ ORANININ SPORTİF PERFORMANSA ETKİ EDEN BAZI  
BİYOKİMYASAL ve ENDOKRİNOLOJİK PARAMETRELERLE İLİŞKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Çağrı ÇELENK**

**Tez Danışmanı**

**Yrd. Doç. Dr. İbrahim CİCİOĞLU**

**Yardımcı Tez Danışmanı**

**Prof. Dr. İlhan Yetkin**

**Bu Tez Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından  
20/2009/03 Nolu Proje İle Desteklenmiştir**

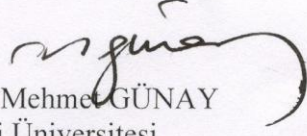
**ANKARA**


**Nisan 2011**


T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

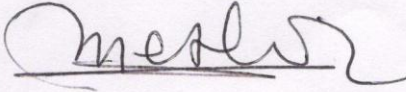
Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı Doktora Programı  
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından  
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

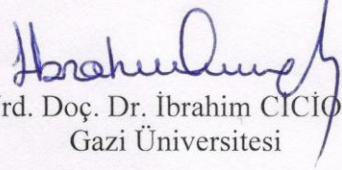
Tez Savunma Tarihi : 18/04/2011

  
Prof. Dr. Mehmet GÜNAY  
Gazi Üniversitesi  
Jüri Başkanı

  
Prof. Dr. Kadir GÖKDEMİR  
Gazi Üniversitesi

  
Prof. Dr. Gülfem ERSÖZ  
Ankara Üniversitesi

  
Prof. Dr. İlhan YETKİN  
Gazi Üniversitesi

  
Yrd. Doç. Dr. İbrahim CİCİOĞLU  
Gazi Üniversitesi

## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL VE ONAY</b> .....	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>II</b>
<b>ŞEKİLLER VE RESİMLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>TABLolar</b> .....	<b>V</b>
<b>SEMBOLLER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>VII</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>5</b>
2.1. El Bilek Kemiklerinin Embriyolojisi .....	5
2.2. El Anatomisi.....	7
2.2.1. Ossa Manus (El Kemikleri) .....	7
2.2.2. El Parmak Kemikleri (Ossa Digitorum, Phalanges).....	7
2.2.3. Parmak Gelişimi.....	9
2.3. Vücut Gelişiminde Etkili Genlerden Hox Genleri.....	10
2.4. Bayanlarda 2D:4D Oranı ile Testosteron ve Östrojen Arasındaki İlişki .....	10
2.5. Sağ ve Sol Elde 2D:4D Farklılıkları.....	11
2.6. Endokrin Sistem ve Egzersiz .....	12
2.6.1. Kortizol (C) .....	14
2.6.2. DHEA-S (Dehidroepiandrosteron Sülfat) .....	18
2.6.3. Tirod Stimüle Edici Hormon (TSH) .....	19
2.6.4. Serbest Testosteron (ST).....	20
2.6.5. Estradiol (E2) .....	22
2.6.6. Progesteron (P) .....	23
2.6.7. GH (Growth Hormon) .....	24
2.6.8. Aldosteron .....	27
2.6.9. ADH (AVP) Arjinin Vazopressin .....	29
2.7. Çalışmada Değerlendirmeye Alınan Vitamin ve Mineraller .....	31
2.7.1. Vitamin D .....	31
2.7.2. B12 Vitamini .....	33
2.7.3. Ferritin (Demir) .....	35
2.7.4. Folik Asit .....	38
2.8. Sportif Performans ve Sportif Performansı Etkileyen Faktörler .....	39
<b>3. GEREÇ ve YÖNTEM</b> .....	<b>42</b>
3.1. Denek Seçimi .....	42
3.2. Araştırmada Uygulanan Ölçüm ve Testler .....	42
3.2.1. Boy ve Vücut Ağırlığı .....	42
3.2.2. Vücut Kompozisyonu .....	43
3.2.3. 30 m. Sprint .....	43
3.2.4. Wingate Testi .....	43
3.2.5. Kan Analizi .....	44
3.2.6. Radyolojik Ölçümler .....	45
3.2.6.1. 2D:4D Oranının Belirlenmesi .....	45
3.3. Verilerin Analizi .....	46
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>48</b>

5. TARTIŞMA .....	60
6. SONUÇ .....	78
7. ÖZET .....	79
8. SUMMARY .....	80
9. KAYNAKLAR .....	81
10. EKLER .....	98
11. ÖZGEÇMİŞ .....	100
12. TEŞEKKÜR .....	101

**RESİMLER VE ŞEKİLLER**

Resim 1. 100 m. Rekortmeni Usain BOLT ve Bayrak Yarışı Şampiyonu Jamaika Milli Takımı Atletleri .....	5
Resim 2. El Bilek Radyografisinin Görüntülenmesi.....	45
Resim 3. El Bilek Radyografisinin Görüntülenmesi.....	45
Şekil 1. Elin Embriyolojik Gelişimi .....	6
Şekil 2. Sol El İskeletinin Dorsal Görünüşü.....	8

## TABLOLAR

<b>Tablo 1:</b> Grupların Tanımlayıcı İstatistik Değerleri .....	48
<b>Tablo 2:</b> Grupların Sağ-Sol El 2D:4D Oranı Değerlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Branşlar Arası Karşılaştırması .....	48
<b>Tablo 3:</b> Grupların Hormon Değerlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Branşlar Arası Karşılaştırması .....	49
<b>Tablo 4:</b> Grupların Vitamin Mineral Düzeyi Değerlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Branşlar Arası Karşılaştırması .....	50
<b>Tablo 5:</b> Grupların Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Branşlar Arası Karşılaştırması.....	51
<b>Tablo 6:</b> Tüm Gruplar için Sağ El 2D:4D Oranı ile Hormonlar Arasındaki İlişki .....	52
<b>Tablo 7:</b> Tüm Gruplar İçin Sol El 2D:4D Oranı ile Hormonlar Arasındaki İlişki .....	52
<b>Tablo 8:</b> Sağ-Sol El 2. ve 4. Parmak Boyları İle E2 ve ST Hormonu İlişkisi.....	53
<b>Tablo 9:</b> Tüm Gruplar İçin Sağ ve Sol El 2D:4D Oranı İle Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerleri Arasındaki İlişki .....	53
<b>Tablo 10:</b> Grupların Hormon Değerlerinin Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerleri İle İlişkisi .....	54
<b>Tablo 11:</b> Grupların Vitamin ve Mineral Değerleri İle Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerleri İle İlişkisi .....	55
<b>Tablo 12:</b> Takım Sporcuları ve Ferdi Sporcuların Hormon Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması .....	56
<b>Tablo 13:</b> Takım Sporcuları ve Sedanterin Hormon Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması .....	56
<b>Tablo 14:</b> Ferdi Sporcular ve Sedanterin Hormon Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması .....	56
<b>Tablo 15:</b> Takım Sporcuları ve Ferdi Sporcuların Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması .....	57

<b>Tablo 16:</b> Takım Sporcuları İle Ferdi Sporcuların Vitamin ve Mineral Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması .....	57
<b>Tablo 17:</b> Takım Sporcuları ve Ferdi Sporcuların Sağ-Sol 2D:4D Oranı Karşılaştırması .....	57
<b>Tablo 18:</b> Takım Sporcuları ve Sedanterlerin Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması.....	58
<b>Tablo 19:</b> Takım Sporcuları ve Sedanterlerin Vitamin ve Mineral Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması .....	58
<b>Tablo 20:</b> Takım Sporcuları ve Sedanterlerin Sağ ve Sol 2D:4D Oranı Karşılaştırması .....	58
<b>Tablo 21:</b> Ferdi Sporcular ve Sedanterlerin Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması.....	59
<b>Tablo 22:</b> Ferdi Sporcular ve Sedanterlerin Vitamin ve Mineral Performans Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması .....	59
<b>Tablo 23:</b> Ferdi Sporcular ve Sedanterlerin 2D:4D Performans Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması .....	59



**SEMBOLLER ve KISALTMALAR**

<b>ADH (AVP)</b>	Antidiüretik (Arginin Vazopressin) Hormon
<b>ALD</b>	Aldesteron hormon
<b>AP</b>	Average Power
<b>ATP</b>	Adenozin trifosfat
<b>BKI</b>	Beden kitle indeksi
<b>C</b>	Kortizol (Cortisol)
<b>cm</b>	Santimetre
<b>DHEA-S</b>	DeHydroEpiAndrosteron Sülfat
<b>E2</b>	Estradiol, Östrojen
<b>FE</b>	Ferritin (Demir)
<b>GH</b>	Growth (büyüme) Hormon
<b>m</b>	Metre
<b>MaksVO<sub>2</sub></b>	Maksimal aerobik kapasite
<b>ml</b>	Mililitre
<b>mm</b>	Milimetre
<b>MP</b>	Minimum Power
<b>ng/dl</b>	Nanogram/desilitre
<b>nmol</b>	Nanomol
<b>P</b>	Progesteron
<b>PP</b>	Peak Power
<b>pg</b>	Pikogram
<b>ST</b>	Serbest Testeteron
<b>TSH</b>	Troid Stimulan Hormon
<b>µU</b>	Mikro Ünite
<b>VYY</b>	Vücut yağ yüzdesi

## 1. GİRİŞ

Her spor branşı için yetenek ve becerinin yanında fizyolojik ve fiziksel uygunluğun önemi de büyüktür. Bu nedenle farklı spor branşları için bilimsel temellere dayalı fiziksel ve fizyolojik profili araştıran çalışmalar gün geçtikçe çoğalmaktadır. Sporcuların fiziksel fizyolojik özelliklerini içeren fiziksel uygunluk değerleri, yetenek seçiminde de önem arz etmektedir. Uluslararası spor yarışmalarında başarılı olan ülkelerin bu başarılarındaki en büyük etken; altyapı, tesis, çalıştırıcı ve teknolojileriyle, çocukları en uygun oldukları yaşlarda yetenekli olabilecekleri spor branşları için seçmek ve yönlendirmek konusunda oldukça titiz ve sistemli çalışmalarıdır.

2. ve 4. parmak (2D:4D) oranı işaret parmağının (2D) uzunluğunun yüzük parmağının (4D) uzunluğuna oranıdır.

Hayvanlar dünyasında sosyal statüyü belirlemek için yapılan rekabetlerin neredeyse sadece erkek hayvanlar arasında olması, rekabetçi içgüdülerin gelişmesinde androjenlerin vazgeçilmez olabileceğini ortaya koyar. Deney hayvanları üzerine yapılan çalışmalar, doğmadan önce (prenatal dönemde) androjenlere maruz kalmanın, yetişkinlik döneminde daha fazla saldırgan davranışa doğru kalıcı değişiklikler meydana getirebileceğini ortaya koymuştur. Bu sebeple, spor müsabakaları gibi rekabetçi aktivitelere katılan bayanların, rahimde yüksek seviyede androjene maruz kalmış olabilecekleri konusunda ciddi şüpheler bulunmaktadır. 2. ve 4. parmak oranının (2D: 4D oranı) uterus içi androjen konsantrasyonları ile olumsuz şekilde ilişkili olduğu ve doğum öncesi androjene maruz kalmanın potansiyel bir işareti olarak kullanılabileceği konusunda güçlü deliller bulunmaktadır<sup>1</sup>.

İşaret parmağının yüzük parmağına olan oranı (2D:4D); bu oranın cinsiyet açısından dimorfik yapısının olduğu 50 yılı aşkın süredir rapor edilmektedir. Bu oranın erken fetal yaşam boyunca oluşturulabileceğine dair spekülatif kanıtlar bulunmaktadır ve prenatal cinsiyet hormonu ile 2D:4D arasında ilişkili olduğuna dair bazı çalışmalar mevcuttur<sup>2</sup>. Ayrıca bu oran yaşam boyunca sabit duruyor gibi görünmektedir<sup>3</sup>. Yapılan çalışmaların çoğunda erkeklerin düşük 2D:4D'ye sahip olma eğilimi vardır<sup>4</sup>.

Fink B. ve ark. yaptıkları çalışmada puberte dönemindeki cinsiyet hormonlarının aktif etkisi bayanlarda vücut şekli, erkeklerde beden kitle indeksi ve insan parmak uzunluğu örnekleri ile ilişkili olduğu ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışmaya göre genel olarak kadınlarda erkeklere oranla 2D:4D ile performans ilişkilerinin daha güçlü olduğu söylenebilir<sup>5</sup>.

Manning ve ark. kadınlarda genellikle 2. parmak, 4. parmaktan daha uzun olurken, erkeklerde 4. parmak 2. parmağa oranla daha uzundur. Cinsler arasındaki bu oran karakteristiğinin (2D:4D) inrauterin veya hayatın ilk iki yılında belirginleştiğine ve hormon konsantrasyonlarının bu gelişim üzerine bir etkisi olabileceğine ilişkin çalışma yapmışlardır<sup>6</sup>.

Urino genital sistemin gelişmesi parmakların gelişimi ile yakından ilgilidir. Çünkü her ikisi de aynı Homebox ya da Hox genleri grubunun kontrolü altındadır<sup>6</sup>.

Yapılan birçok çalışma parmak gelişiminin prenatal dönemde ve yaşamın ilk yıllarında maruz kalınan hormonlardan etkilendiğini tespit etmiştir. Yine bu çalışmalar düşük (2D:4D) oranının prenatal dönemde maruz kalınan testosteron oranının yüksekliğinden kaynaklandığı sonucuna varmıştır<sup>7,3</sup>.

Manning düşük (2D:4D) oranının muhtemelen 1. trimesterde testosteron hormonuna nispeten fazla maruz kalmaktan, yüksek (2D:4D) oranının ise östrojen hormonuna nispeten fazla maruz kalınması nedeniyle oluştuğunu bildirmektedir<sup>8</sup>. Cinsiyetler arasındaki bu oransal farklılık gebelik döneminde ortaya çıkar<sup>9</sup>.

Robinson ve arkadaşları eldeki 2. parmağın 4. parmağa olan oranının pozitif olarak östrojenle, negatif olarak testosteronla ilgili olduğunu tespit etmişlerdir<sup>10</sup>. Peters ve ark yaptıkları çalışmada erişkin erkek ve kadınların 2. ve 4. parmak uzunluklarının arasında fark olduğunu ve erkeklerin çoğunda yüzük parmağının boyunun, işaret parmağının boyundan nispeten büyük olduğunu belirtmektedir. Kadınlar için ise bu sonuç değişkenlik göstermektedir<sup>11</sup>.

Prenatal testosteron ile ilişkili olarak ortaya çıkan düşük 2D:4D oranının (yüksek prenatal testosteron) yüksek sportif performans ile ilişkili olduğu bulunmuştur. 2D:4D oranının dayanıklılık sporlarındaki hızı etkileyen bir faktör olarak altı çizilmektedir ama buna rağmen sprint hızı ile 2D:4D oranı arasında bir ilişki bilinmemektedir<sup>12</sup>.

2D:4D oranı çeşitli spor branşlarındaki performans (orta ve uzun mesafe koşuları) ve kardiyovasküler hastalıklar için belirleyicidir. 2D:4D oranı ile sportif performans ve kardiyovasküler hastalık riski arasındaki bağlantının sebebi; 2D:4D oranı ile 8-12. Haftalarda fetusun maruz kaldığı prenatal testosteron arasındaki ilişki olabilir<sup>13,3,8,14</sup>.

Düşük 2D:4D oranı birçok sportif branşta yüksek performans seviyesi ile ilişkilidir. Profesyonel futbolcuların 2D:4D oranı kontrol grubuna göre düşüktür; As takım oyuncularının genç takım ve alt yapı oyuncularına göre; milli oyuncuların milli olmayanlara göre daha düşük 2D:4D oranı vardır. Erkeklerde düşük 2D:4D oranının futbol dâhil olmak üzere pek çok sportif branşta yüksek beceri ile ilişkili olduğu rapor edilmektedir<sup>15</sup>.

Paul ve arkadaşları bayanlar üzerinde yaptığı çalışmada; herhangi bir spor dalında deneklerin yüksek başarı seviyesi ve koşu seviyesi ile 2D:4D oranı arasında önemli derecede negatif ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Yani deneklerde 2D:4D oranı düştükçe sportif performans artmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları düşük 2D:4D oranının kadın spor yeteneği ile ilişkisi olduğunu söyler. Bu oranın (2D:4D) potansiyel spor yeteneğini tahmin edebileceği gerçek olarak kabul edilebilir diye tespitte bulunmuşlardır<sup>4</sup>.

Manning ve arkadaşları 2D:4D oranının erkek ve kadınlarda prenatal testosteron ve dayanıklılık koşusu ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. 2D:4D oranı spor ve egzersiz ile ilişkilidir. Kuvvet ve fitness karışımını içeren spor ve egzersiz programlarında 2D:4D oranı ile zayıf bir ilişki bulunmaktadır. Bu çalışma prenatal testosteron oranının aerobik egzersiz yeterliliği belirlemede önemli olduğunu belirtmektedir<sup>16</sup>.

Sonuçların çelişkili olmasına ve küçük örneklem gruplarına dayalı olmasına rağmen çeşitli fenotipler (sperm sayısı, doğurganlık başarısı, cinsel eğilim, otizm, göğüs kanseri gelişme yaşı, miyokardiyal infarksiyonun gelişme yaşı, müzikal beceri, toksoplazma enfeksiyonuna karşı direnç gelişimi ve bilişsel yetenek ve kişilik özellikleri) 2D:4D ile ilişkilidir<sup>17</sup>. Futbol, atletizm ve orta mesafe koşu yeteneğinin 2D:4D ile ilişkili olduğu bildirilmiştir; ama şu ana kadar yapılan çalışmaların neredeyse tamamı erkek denekler üzerinde yapılmıştır<sup>3</sup>.

2D:4D oranı ile bayan spor yeteneği ilişkisini araştıran çalışma sayısının az olmasından yola çıkarak, bu çalışmada elit düzeyde spor yapan farklı branşlardaki bayan sporcuların, 2D:4D oranının sportif performans ve sportif performansla etki eden bazı hormon, vitamin ve mineral parametrelerle ilişkisi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

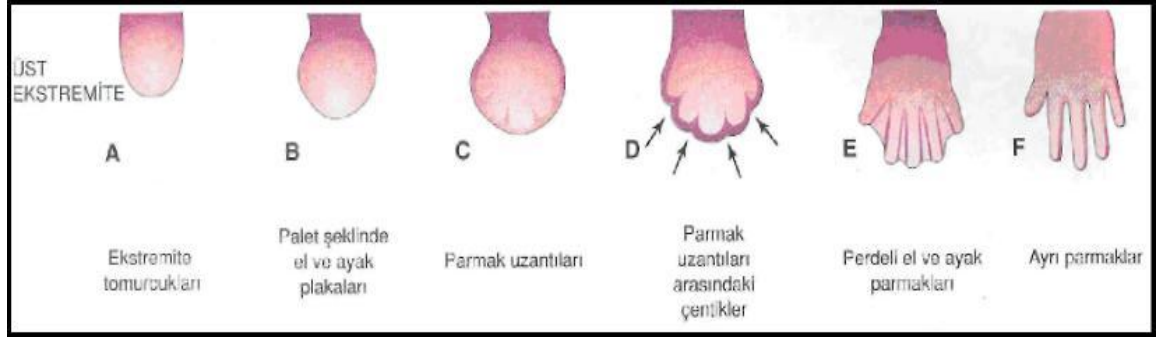


**Resim 1** 100 m. Rekortmeni Usain BOLT ve Bayrak yarışı şampiyonu Jamaika milli takımı atletleri

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. El-Bilek Kemiklerinin Embriyolojisi**

Üst ekstremiteler embriyal dönemin 26-27. günleri arasında oluşmaya başlar<sup>18,19</sup>. Dördüncü embriyonal haftanın sonuna doğru ekstremiteler tomurcukları görülmeye başlar. Üst ekstremitenin tomurcuklanması alt ekstremitenininkinden önce oluşur. Tomurcuklar büyüdükçe, mezenkimin aksiyel bölümü ekstremitenin blastemal iskeletinin oluşumunu, kıkırdaklaşmasını ve kemikleşmesini sağlamak için çoğalır ve yoğunlaşır. Büyüyen tomurcuktaki mezenkim içinde, önceleri kemiklerde başkalaşım yoktur ve tomurcuk mezenkim çevresindeki miyojenik dokudan kesin sınırlarla ayrılamaz. Bunun yanında, mezenkim içinde kıkırdaklaşma ve kemikleşme merkezleri görülmeye başlar ve bunlar iskelet elemanlarını oluşturur<sup>18</sup>.



**Şekil 1.** Elin embriyolojik gelişimi: A, 27. gün (Ekstremito tomurcukları). B, 32. gün (Ekstremito plakaları). C, 41. gün (Dijital çizgiler). D, 46. gün (Dijital çizgiler arasında çentiklenmenin oluşumu). E, 50. gün (Perdeli parmaklar). F, 52. gün (Parmakların ayrı yapılar halinde oluşumu) (Moore K.L. The Developing Human' dan değiştirilerek alınmıştır).

Altı haftalık bir embriyoda, ekstremito tomurcuklarının en uç bölümleri yassılaşılarak el ve ayak plakalarını oluştururlar. Bu plaklar, daha proksimaldeki segmentlerden birer sirküler darlık bölgesi ile ayırt edilirler. Daha sonra ortaya çıkan ikinci bir darlık, proksimal bölümü ikiye ayırır ve böylelikle ekstremitelerin iki ana bölümü belirgin hale gelmiş olur. Apikal ektodermal kabarıklık bölgesinde meydana gelen bir hücre ölümü süreci sayesinde, bu bölge beş parçaya ayrılır ve böylelikle el ve ayak parmaklarının oluşumunda ilk adım atılmış olur. Parmakların daha sonraki gelişimi, bu beş segmentin ektoderm etkisi altında uç bölümlere doğru ilerleyerek büyümeleri, mezenşimin yoğunlaşarak kıkırdak bir parmak çatısı oluşturması ve bu beş ince uzun segment arasındaki dokunun nekroze olmasıyla gerçekleşir<sup>20</sup>.

Doğum öncesi dönemde yumuşak doku içerisinde sert dokulara ait ilk gelişim mezenkim içerisindeki hücre yoğunlaşmasıdır. Sınırları belirsiz bu yoğunlaşma sahalarına skleroblastem adı verilmektedir. Kemik dokusu bu skleroblastemden gelişecektir. Ancak skleroblastemden kemik meydana gelmesi iki ayrı şekilde cereyan eder. Birincisinde önce bir kıkırdaksal taslak meydana gelir, sonra bu taslak

kemik haline dönüşür. Bu tip kemikleşme olayına indirek kemikleşme veya endokondral kemikleşme adı verilir. Bu kemikleşme türü uzun ve kısa kemiklerin büyümesi ve gelişmesinden sorumludur. Kol, bacak, el ve ayak parmak kemikleri gibi uzun kemikler ile kafa kaidesi kemikleri endokondral kemikleşmeyle meydana gelir<sup>21,22</sup>, Fetal dönemin 21-24. Haftaları arasında el ve el tırnağı gelişimi olur<sup>18,23,19</sup>.

Intrauterin 8. haftanın sonunda parmaklar tamamen ayrılmış olur ve normal kol yapısı oluşur.

## **2.2. El Anatomisi**

### **2.2.1. Ossa manus (el kemikleri)**

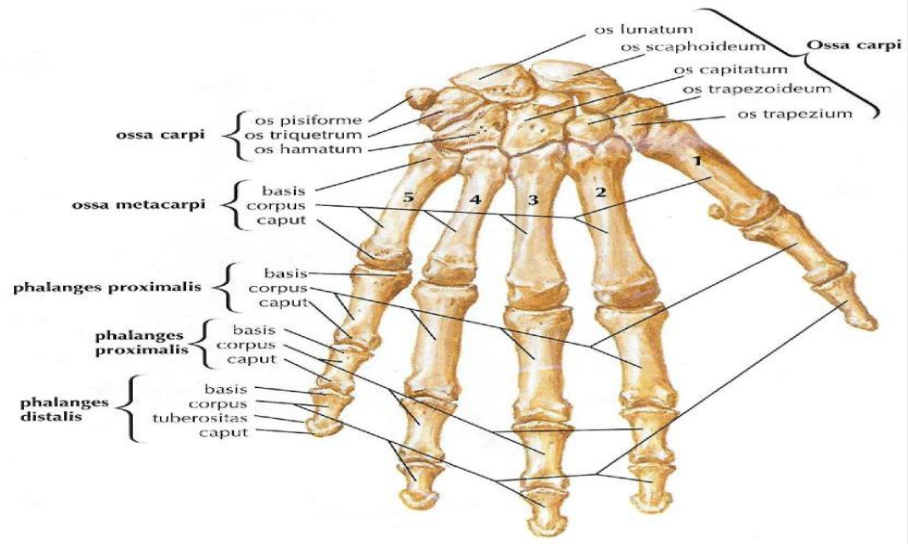
El iskeleti 27 kemikten ve üç bölgeden oluşmaktadır: 1) Carpus (el bileği), 2) Metacarpus (el tarağı), 3) Phalanges (el parmakları). Bu üç bölgeyi oluşturan kemikler ossa carpi (carpalia), ossa metacarpi (metacarpalia) ve ossa digitorum (phalanges) olarak adlandırılmaktadırlar<sup>21</sup>.

### **2.2.2. El Parmak Kemikleri (Ossa Digitorum, Phalanges)**

Başparmakta 2 diğer parmaklarda üçer adet olmak üzere her elde 14 adet bulunur. Proksimalden distale doğru 1., 2., ve 3. falanks diye isimlendirildiği gibi, phalanks proksimalis, phalanks media ve phalanks distalis olarak da isimlendirilir. Her bir falanksın iki ucu ve bir de gövdesi bulunur.

Birinci sıradaki kemikler, proksimalde metakarpal kemiklerle ve distalde bir sonraki falankslarla; ikinci sıradakiler, birinci ve üçüncü falankslarla, distal sıradakiler ise sadece proksimal uçları ile ikinci falanksla eklem yapar<sup>21</sup>.





**Şekil 2.** Sol el iskeletinin dorsal görünüşü. (FH Netter (Cumhur M, Çev. Ed.) İnsan Anatomisi Atlası'ndan alınmıştır).

Karpal kemikler birer merkezden kemikleşirler. Birinci yılda sırasıyla os capitatum ve os hamatum, üçüncü yılda os triquetrum, beşinci yılda sırasıyla os lunatum ve os trapezium, altıncı yılda os scaphoiedum, sekizinci yılda os trapezoideum, onikinci yılda ise os psiforme kemikleşmeye başlar. Metakarpal kemikler iki merkezden kemikleşirler. Birinci metakarpal kemikte falankslara benzer şekilde, biri gövdesinde diğeri proksimal ucunda olmak üzere iki kemikleşme merkezi vardır. Diğer metakarpal kemikler ise birisi gövdede, diğeri de distal ucunda olmak üzere iki merkezden kemikleşir. Falankslar biri gövdesinde diğeri de proksimal ucunda olmak üzere 2 merkezden kemikleşirler. Gövdelerindeki kemikleşme intrauterin hayatın 8. haftasında başlar. Birinci sıra kemiklerin proksimal uçlarında 3-4. yıllarda, 2. ve 3. sıra kemiklerinde ise 4-5. yıllarda kemikleşme başlar. Bu iki merkez her üç sırada da 18-20 yaşlarında birbirleriyle kaynaşır. Distal falankslar el kemiklerinin içerisinde ilk kemikleşmeye başlayanıdır ve diğer falankslarda gövdede görülen kemikleşme, bunlarda distal uçlarında görülür<sup>24</sup>.

### 2.2.3. Parmak Gelişimi

Gelişim dönemi boyunca maruz kalınan prenatal androjenlerin etkisini yansıttığı düşünülen kavramlardan bir tanesi parmak uzunluk oranlarıdır. Bunun altında yatan mekanizmalardan bir tanesi; *Hoxa* ve *Hoxd* genlerinin hem parmakların hem de gonadların gelişiminden sorumlu genler olması bir diğeri ise; androjen reseptöründeki alelik varyasyonudur<sup>25</sup>.

Üstekstremiteler embriyonal dönemin 26–27. günleri arasında oluşmaya başlar. Fetal dönemin 21-24 haftaları arasında el ve el tırnağı gelişimi olur<sup>18,19</sup>. Fetal ekstremitte gelişimi ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda kemik gelişimi ile hormonlar arasındaki ilişki ortaya konmuştur<sup>10,26</sup>.

Robinson ve arkadaşları 2. ve 4. parmak oranının pozitif olarak östrojen, negatif olarak prenatal testosteron ile ilişkili olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca Manning ve arkadaşları da erkek ve kadınlarda 2. ve 4. parmak uzunluklarını ölçmüşler ve bunların testosteron ve östrojen seviyeleri ile ilişkilerine bakmışlardır. Buldukları oranların testosteron ve sperm sayısı ile negatif, östrojen konsantrasyonu ile pozitif ilişkili olduğunu belirtmektedirler<sup>27</sup>.

Malas ve ark. 2. ile 4. parmak uzunluk parametrelerinin kızlardaki karşılaştırılmasında; kızlarda 2. parmağın 4. parmaktan daha uzun olduğu erkeklerde ise 4. parmağın 2. parmaktan daha uzun olduğu belirlendi. Ayrıca 2/4 parmak indeksindeki oranın kızlarda 2. parmak uzunluğu lehine daha fazla olduğu 2. parmağın kızlarda erkeklere göre daha uzun olduğunu göstermektedir. Cinsiyetler arasındaki 2. ve 4. parmak uzunluklarındaki farklılıkların yeni doğan ve çocukluk döneminde olduğu belirlendi<sup>28</sup>.

### 2.3. Vücut Gelişiminde Etkili Genlerden *Hox* Genleri

İnsanın oluşum ve daha sonraki gelişim süreci hala tam anlaşılammış, oldukça karmaşık bir olgudur. Bu süreçte hem genetik hem de çevresel faktörler rol oynamaktadır<sup>29</sup>.

Son on yıldır yapılan çalışmalarla, *Hox* (Homeobox) genlerinin vertebralıların vücut gelişiminde kendine özgü aktivitelerinin olduğu bildirilmiştir. En önemli görevleri gövde gelişimi olmakla birlikte bu genler apendiküler iskeletin gelişiminde de rol oynamaktadır. Bu nedenle, bu gen ailesinin işlevlerinin saptanmasında parmak gelişimi önemli bir rol oynamaktadır<sup>30</sup>.

Homeobox (*Hox*) karakteristik özelliği apendiküler iskeletin gelişiminde rol alıyor olmasıdır. Homeobox (*Hox*) gen ailesi vertebralılarda ekstremitelerin ve ürogenital sistemin gelişmesinde ve farklılaşmasında en etken faktördür. Apendiküler iskeleti oluşturacak ekstremitte tomurcuklarının ve genital sistemin başlangıcı olan genital şişkinliğin gelişmesi ve farklılaşması dört ana kümeden oluşan *Hox* genleri (*HoxA*, *HoxB*, *HoxC*, *HoxD* ) tarafından kontrol edilmektedir. Gelişim sürecinde *HoxD* genleri ekstremitelerin kıkırdak ve kemik yapısının gelişmesinde önemli rol oynarken, *HoxD* ve *HoxA* genleri beraberce hem parmakların gelişmesinde ve son şekillerini almasında, hem de genital şişkinlikten gelişecek yapıların farklılaşmasında gereklidir<sup>31,32,33,34,35</sup>.

### 2.4. Bayanlarda 2D:4D Oranı ile Testosteron ve Östrojen Arasındaki İlişki

2D:4D oranı uterus içi androjen konsantrasyonları ile olumsuz şekilde ilişkili olduğu ve doğum öncesi androjene maruz kalmanın potansiyel bir işareti olarak kullanılabileceği konusunda güçlü deliller bulunmaktadır<sup>1</sup>. Bu oranın erken fetal yaşam boyunca oluşturulabileceğine

dair spekülâtif kanıtlar bulunmaktadır ve prenatal cinsiyet hormonu ile 2D:4D oranı arasında ilişkili olduğuna dair bazı çalışmalar mevcuttur. Ayrıca bu oran yaşam boyunca sabit duruyor gibi görünmektedir. Yapılan çalışmaların çoğunda erkeklerin düşük 2D:4D oranına sahip olma eğilimi vardır<sup>4</sup>.

Fetusların testosteron konsantrasyonu ve annelerinin 2D:4D oranı ile ilgili yapılan bir çalışmada aralarında negatif bir ilişki olduğu açıklanmıştır. Bu, 2D:4D oranı düşük olan annelerin çocuklarının amniyotik sıvılarında yüksek oranda testosteron olduğu anlamına gelmektedir<sup>2</sup>.

Manning ve ark. kadınlarda genellikle 2. parmak, 4. parmaktan daha uzun olurken, erkeklerde 4. parmak 2. parmağa oranla daha uzundur. Cinsler arasındaki bu oran karakteristiğinin (2D:4D) inrauterin veya hayatın ilk iki yılında belirginleştiğine ve hormon konsantrasyonlarının bu gelişim üzerine bir etkisi olabileceğine ilişkin çalışma yapmışlardır<sup>6</sup>.

2. ve 4. parmak uzunluklarının ve cinsel dimorfizmin, prenatal dönemdeki testosteron ve östrojen konsantrasyonlarından etkilendiği bildirilmektedir. testosteron 4. parmağın prenatal gelişimini uyarırken, östrojen 2. parmağın gelişimine etki etmektedir. Bu yüzden erkeklerde düşük 2D:4D oranı doğum öncesi dönemde yüksek testosteron ve düşük östrojen seviyeleri ile karakterizedir. Kadınlarda ise yüksek 2D:4D oranı düşük prenatal testosteron ve yüksek östrojen ile karakterizedir<sup>3</sup>.

## **2.5. Sağ ve Sol Elde 2D:4D Farklılıkları**

Erkeklerin sağ el 2D:4D oranınının sol eldeki orana göre “daha erkeksi” olduğu gözlenmiştir. Bunun sağ el parmaklarının androjene sol elden daha duyarlı olmasından kaynaklanabileceği öne sürülmektedir<sup>3,6</sup>.

Bir infertilite kliniğinde yapılan bir çalışmada 2D:4D oranının östrojen konsantrasyonu ile pozitif ilişkili olduğu kaydedilmiştir. Bu sonuç, cinsiyet etkisinden bağımsız ve sağ elde anlamlıdır<sup>6</sup>. Bu bulgu sağ elde düşük, “erkeksi” orana sahip bireylerin daha düşük östrojen seviyelerine sahip olma eğiliminde olduğunu ve yüksek, “kadınsı” oranın yüksek östrojen konsantrasyonu ile ilişkili olduğunu gösterir. Bu ilişki prenatal dönemde östrojenin 2. parmak gelişimini uyardığını düşündürür<sup>36</sup>.

Pokrywka ve arkadaşlarının elit ve elit olmayan bayan sporcular üzerinde yaptıkları çalışmada, elit atletler kontrol grubuyla karşılaştırıldığında sol el 2D:4D oranı anlamlı bir şekilde düşük bulunmuştur. Bu sonuçtan dolayı düşük 2D:4D oranının bayanlardaki spor potansiyeli ile pozitif ilişkili olduğu yorumunu yapmışlardır<sup>1</sup>.

## 2. 6. Endokrin Sistem ve Egzersiz

Hormonlar, hedef hücrelerde yer alan reseptörleri uyararak fizyolojik ve metabolik fonksiyonları koordine eden uyarıcı moleküllerdir. **Hormon:** İç salgı bezleri tarafından üretilen, kan dolaşımına salgılanan ve sadece hedef (target) hücrelere etki yapabilen bileşiklere denir<sup>37</sup>.

Egzersiz şekli (statik egzersize karşı dinamik egzersiz, yatay ya da dikey pozisyonda egzersiz, çalışma performansında ilgili kasın kütlesi ve egzersizin süresi ve yoğunluğu gibi parametreler) plazma hormon seviyesini etkilemektedir. Stres hormonlarının salınımının egzersiz şiddetiyle arttığı iyi bilinmektedir ve yoğunluğu egzersizin süresine bağlıdır<sup>38.39</sup>.

Egzersizde hormonal sistemin temel görevi metabolizmayı ve kardiyovasküler sistemleri düzenlemektir. Egzersizde ve antrenmanda temel endokrin bez hipotalamus, hipofiz, troid, paratroid, adrenal bezler ve

gonadlardır. Fakat ayrıca kalp, böbrek, karaciğer, gastrointestinal organlarda hormon salgırlarlar<sup>37</sup>.

Yapılan çalışmalarda dayanıklılık ve kuvvet antrenmanlarının sağlıklı bireylerde Growth Hormon (GH) konsantrasyonunu arttırdığı gösterilmiştir. Nitekim GH salınımını arttırıcı güçlü fizyolojik faktörlerden bir tanesinin de egzersiz olduğu bilinmektedir<sup>40</sup>.

Antrenman yapan kişilerde maks VO<sub>2</sub> ve kalp atım hacminin arttığı, istirahat kalp atım hızının azaldığı, metabolik olarak da kan lipid düzeyi ve kan laktat konsantrasyonunun azaldığı bilinmektedir. Egzersiz ve yoğun antrenman gibi çeşitli stres durumları hormonal salınımı etkileyerek, bazı hormonların istirahat düzeylerinin artış ve azalmasına neden olmaktadır. Bu etkilerin nedeni kesin olarak bilinmese de, endokrin fonksiyonlarda meydana gelen uyumdan dolayı kaynaklandığı yönünde bilgiler mevcuttur<sup>37</sup>.

Egzersizin başlamasını izleyen 10-20 dakikalık süre zarfında artmaya başlayan hormon seviyesi, yaklaşık iki saat içinde başlangıç değerine geri döner. Egzersiz sonrası salınan GH oranını, yaş, cinsiyet, vücut yapısı, form durumu ve egzersizin şiddeti etkiler<sup>41</sup>.

Egzersizin şiddeti ile GH salınım cevabı arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. GH salınımı, dinlenim durumunda kadınlarda daha fazla olmakla beraber, egzersize verilen yanıtın her iki cinstede benzerlik gösterdiği bildirilmiştir<sup>42</sup>.

GH salgılanması, artan egzersize yanıt olarak hem antrene hem de sedanter bireylerde benzerlik göstermekle beraber; egzersiz sonrası toparlanma evresindeki ilk saatlerde sedanter bireylerdeki oranın daha yüksek kaldığı tespit edilmiştir. Bu durum sedanter bireylerin yaptığı egzersizi, antrene bireylere oranla daha fazla stres olarak algılaması olarak değerlendirilmektedir<sup>41</sup>.

Testosteron ise, kas büyümesi ve protein depolanması gibi anabolik etkileri nedeni ile egzersizle ilişkilendirilmiş diğer bir hormondur. Doğrudan kas doku sentezini uyarıyor olmasının yanında, karaciğerden İnsülin-benzeri büyüme faktörü (IGF-1)'nin sentez ve salgılanmasını sağlayıcı özelliği ile de dolaylı olarak GH etkisini arttırmaktadır. Antrene olmayan erkeklerde hem direnç hem de orta düzeydeki aerobik antrenmanlarda egzersizin 15-20 dakikasından sonra serum serbest testosteron seviyelerinde artış tespit edilmiş<sup>41</sup>. Diğer taraftan birkaç hafta devam eden düzenli direnç antrenmanlarının bazal testosteron seviyesini değiştiremeyeceği de gösterilmiştir<sup>43</sup>. Ancak, kuvvet antrenmanlarını izleyen dönemde kas liflerinin büyümesi ve kuvvet gelişimi için androjenlerin fizyolojik seviyede olmaları gerekmektedir.

Hem kadınlarda hem de erkeklerde düzenli egzersizin gonadların Folikül Stimulan Hormon (FSH) ve Luteinizan Hormon (LH)'a verdiği yanıtı azalttığı gösterilmiştir. Dayanıklılık sporu yapan erkeklerde, sedanter erkeklere oranla dinlenim testosteron seviyesinin %15-40 arasında azaldığı gösterilmiştir<sup>42</sup>.

Bu çalışmada değerlendirmeye alınan hormonlar ve özellikleri aşağıda sıralanmışlardır:

### **2.6.1. Kortizol ( C )**

Glikokortikoidlerin en iyi bilinen metabolik etkisi karaciğerde glikoneojenezisi (proteinler ve diğer bazı maddelerden karbonhidrat oluşumu) uyarma yeteneğidir. Kortizol aynı zamanda, vücutta tüm hücrelerin glikoz kullanım hızını orta derecede azaltır<sup>37</sup>. Kortizolün karbonhidrat metabolizmasını da düzenleyen en önemli etkisi, karaciğerde glukoneogenezi uyarıyor olmasıdır. Bu anlamda başta kas dokusu olmak üzere karaciğer dışı dokulardan amino asitlerin mobilizasyonunu uyarıcı etki yapar. Epinefrin ve glukagon gibi glikolitik hormonlar üzerindeki etkisi sayesinde glikozun mobilizasyonuna da imkan tanır. Kortizol aynı

zamanda, özellikle iskelet kas dokusunda glikoz kullanım hızını orta derecede azaltır. Glikoneojenez hızının artması ve hücrelerde glikoz kullanım hızında ılımlı azalma, sonucunda kan glikoz konsantrasyonunda artışa neden olur. Kortizolün bir diğer etkisi de yağ dokusundan yağ asitlerinin mobilizasyonunu hızlandırarak plazma serbest yağ asitlerinin konsantrasyonunu artırmasıdır. Dolayısıyla yağ asitlerinin enerji elde edilmesini sağlayacak metabolik tepkimelere katılabilmesi için gereken ön şartlardan bir tanesi de sağlanmış olur<sup>40,44,45</sup>. Kortizolün vücudun metabolik sistemlerine temel etkilerinden biri karaciğer hariç tüm vücut hücrelerinde protein depolarını azaltmasıdır. Kortizol plazmada serbest yağ asitlerinin konsantrasyonunu ve dolayısıyla enerji için kullanımını artırır. Enerji için yağ asitlerinin kullanılması vücutta glikoz ve glikojenin uzun süreli korunmasında önemli bir faktördür<sup>37</sup>.

Adrenal korteksten, en önemli örneklerini kortizolün oluşturduğu glukokortikoidler arasında kortizol ve kortikosteron da sayılabilir. Glukokortikoidlerin toplam metabolik etkilerinin % 95'i kortizol tarafından sağlanır<sup>46</sup>. Egzersiz sırasındaki hipoglisemiye ve şiddetli stresin diğer formları kortizol ve glukagon salgılanmasını tetikler. Bu stres hormonları kas proteinlerinin daha büyük ölçüde sentezlenmesini sağlayarak dolaşımda daha fazla aminoasit bulunmasına neden olmuştur. Kasta hâkim olan protein sentezinin baskılanması, karaciğer ve diğer dokulardaki protein yıkımı daha yaygın iken kortizol seçici olarak tip II kas fibrillerini indirirken, tip I kas fibrillerini yedekler<sup>37</sup>. Egzersizde kortizol salınım hızı fizyolojik stresin bir göstergesi olarak kabul edilmekle beraber, yapılan çalışmalarda verilen yanıtın bireysel farklılıklar gösterdiği ortaya konmuştur. Cinsiyet, yaş, duygulanım, antrenman durumu gibi değişkenler kortizol salınımını etkileyen unsurlardan bazılarıdır<sup>47</sup>.

Bazı hormonların egzersiz, antrenman ve dinlenme değerleriyle karşılaştırıldığında, kandaki oranlarında artma ya da azalma oluşmaktadır. Temel nedeni egzersiz olan bu artış ve azalmalar genellikle



endokrin bezinin salgıladığı hormon miktarındaki ayarlamaları yansıtır. Aynı zamanda kan seviyelerindeki değişimler, ayrıca metabolik devir oranlarında ve hemokonsantrasyon etkilerindeki değişimleri yansıtılabileceği unutulmamalıdır. Örneğin egzersiz sırasında verilen bir hormonun dolaşan plazma konsantrasyonundaki bir artış, hormon salgılama oranındaki bir artmadan veya düşük bir devirden (hormonun temizlenmesi) terleme ile su kaybından dolayı plazma hacminde oluşacak azalmadan veya bu etkenlerin biri veya birkaçının meydana getireceği oluşumdan dolayı meydana gelir. Bugünkü araştırma teknikleri dolaşan hormon seviyelerindeki değişimler hakkında daha kesin açıklamalar sunmaktadır<sup>48</sup>.

Kortizolün fiziksel aktiviteye verdiği cevap aktivitenin şiddetine ve süresine göre farklılık gösterir<sup>49</sup>. Sporcuların performanslarını optimum seviyeye çıkarmak için geniş kapsamlı ve farklı şiddetlerde egzersiz yapmaya ihtiyaçları vardır. Egzersizin şiddeti ve kapsamı sporcuların vücudunda birçok hormonal değişikliklere yol açmaktadır. Antrenmana çok hızlı cevap veren bu hormonlardan en önemlisi kortizoldür. Kısa dönemli yüksek şiddetli egzersizler ve uzun süreli submaksimal şiddetteki egzersizlerde plazma kortizol düzeyinin üçe katlandığı görülmüştür<sup>48</sup>. Plazma kortizol düzeyi ile egzersiz arasındaki ilişkinin irdelendiği çalışmalarda, en önemli belirleyicinin egzersiz süresi olduğu gösterilmiştir. Nitekim plazma kortizol düzeyinin uzun süreli egzersizlerde arttığı, buna karşın kısa süreli egzersizlerde plazma düzeyinin değişmediği ya da çok az değiştiği belirlenmiştir<sup>50</sup>. Egzersiz şiddetinin önemine yönelik araştırmaların yapıldığı çalışmalarda ise plazma kortizol konsantrasyonunun,  $VO_2$  max' nın %60'ı ve üzerinde yapılan egzersizlerden sonra anlamlı bir artış gösterdiği belirtilmiştir<sup>51</sup>.

Orta ve hafif şiddette yapılan egzersizlerde gözlenen değişikliklerin immünmodülasyonda rolü olup olmadığına literatürde bu konu ile ilgili görüş birliği bulunmamaktadır. Fakat uzun süreli ve yüksek

şiddetteki egzersizlerde kortizolün immünmodulasyonda rolü olması beklenir. Çünkü ılımlı orta şiddetteki bir egzersiz kortizolü %11 artırırken, şiddetli egzersiz, egzersizden hemen sonra %46, 1 saat sonrada %27 oranında anlamlı artışlara yol açmaktadır. Şiddetli egzersiz ve sonundaki yüksek kortizol seviyesi immünsupresyona neden olurken orta ve hafif şiddetteki egzersizler sonrası bu tip bir etki görülmemektedir<sup>52</sup>.

Ağır egzersiz sonrası fizyolojik bir yanıt olarak kabul edilen plazma kortizol konsantrasyonundaki artış, dinlenme döneminde bazal seviyesine geri döner. Ancak vücudun toparlanmasına izin verilmeden yapılan uzun süreli antrenmanlar, bazal kortizol seviyesinde yükselmelere ve uzun süreli yüksek kortizol konsantrasyonunun yol açabildiği olumsuz etkilerinin ortaya çıkmasına yol açabilir. Kortizolün immün sistemi baskılayıcı etkisi enfeksiyonlara eğilimi artırırken, iskelet kas dokusunda ki katabolik etkileri sportif performansı azaltma yanında sakatlıkların da daha kolay ortaya çıkmasına neden olabilir<sup>53</sup>.

Konuyla ilgili çalışmaların bütünüün bir arada değerlendirilmesinden sonra, sporcuların psikolojik durumları ile plazma kortizol seviyelerinin eş zamanlı olarak tespit edilmesinin antrenmana uyum yanında sürantrene tablosunun da belirleyicileri olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Antrenmana uyum göstermiş sporcularda yapılan çalışmalarda, bazal plazma kortizol seviyesinin düştüğü, egzersizi izleyen dönemde plazma kortizol seviyesinde görülen artışın bazal seviyeye dönüşünün daha çabuk olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle antrenmana uyum sağlamış sporcularda plazma kortizol seviyesinin, metabolik ve immun yanıtın engelleyecek seviyelere kadar çıkmayacağı bildirilmektedir<sup>54,53</sup>.

Kortizol aynı zamanda piruvatın glikoneojenik oluşumunu aktive ederek glikojen sentezini kolaylaştırır. Birçok düzenleyici hormonlar gibi kortizol da kaslara ve apidoz dokuya glikoz alınımasını engeller<sup>37</sup>.

Bilindiği gibi gerçekte kortizol hormonu vücut için gerekli bir hormondur. Bazı elit düzeydeki sporcular performanslarını artırmak için kortizol haplarını kullanmaktadırlar. Dayanıklılık sporlarında ağrıyı bloke ederek bir avantaj sağlayabilir. Aslında egzersiz esnasında kortizolun artırılmasında sakıncalı bir durum bulunmamaktadır. Fakat egzersizden sonrada kortizol düzeyi yüksek kalırsa o zaman bir problem ortaya çıkabilir<sup>48</sup>.

### **2.6.2. DHEA-S (Dehidroepiandrosteron Sülfat)**

Dehidroepiandrosteron (DHEA) ve esteri olan dehidroepiandrosteron sülfat (DHEA-S) adrenal bezler tarafından üretilir. Bunlar periferik hedef dokularda aktif seks steroidlerine dönüşen inaktif prekürsörlerdir. Bu hormonlar duygu durumu düzenlerler ve iyi hissetmeyi sağlarlar. Aynı zamanda nörosteroid etkileri vardır ve immün sistemi etkileyebilirler. Hayvan deneylerinde DHEA'nın diğer birçok etkisi de gösterilmiştir. Bunlar kansere karşı savunma sistemini güçlendirici, nörotropik ve genel yaşlanmadan koruyucu etkilerdir<sup>55</sup>.

Kortizol adrenal bezde en fazla yapılan steroiddir. DHEA ve DHEA-S yapımları yaklaşık olarak kortizolün yarısı kadardır. DHEA plazma düzeyi kortizolden çok az olduğu halde DHEA-S plazma düzeyi kortizolden oldukça fazladır. Bu durum DHEA-S'nin daha yavaş metabolize olmasına bağlıdır<sup>56</sup>.

Adrenal bezden, günlük 15-30 mg kadar salgılanan DHEA ve DHEA-S yanında bunlardan daha az miktarda olan androstenedion, 11 $\beta$ -hidroksiandrostenedion ve testosteron sekrete edilir. DHEA ve androstenedion zayıf androjenlerdir ve etkilerini periferde testosterona dönüşerek gösterirler<sup>57</sup>.

DHEA-S sentezinin kontrolü ve diüurnal ritmi ile ilgili çeşitli görüşler mevcuttur ve bunların çoğu sentez kontrolünün kortizole benzediği, diüurnal ritminin ise farklı olduğu yönündedir<sup>58,59,60</sup>.

DHEA-S seviyeleri, erkek ve kadınlarda pik yaptığı yaşlardan sonra her iki cinste de sürekli olarak azalma gösterir. 20-69 yaş arasında DHEA-S ortalama seviyeleri erkeklerde kadınlardan yüksektir<sup>61</sup>.

Bunu destekler şekilde De Peretti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada erişkin erkeklerde DHEA-S seviyeleri erişkin kadınlara göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur<sup>62</sup>.

DHEA ve DHEA-S seviyeleri hayatın çeşitli dönemlerinde farklılıklar gösterir<sup>63</sup> ve bu iki hormonun seviyeleri artan yaşla keskin bir düşüş gösterir<sup>64,65</sup>. Ayrıca DHEA ve DHEA-S seviyelerinde cinsiyete bağlı farklılıklar görülür<sup>63</sup>. DHEA-S seviyesi yaşamın ilk yılında hızla düşme eğilimindedir, minimum seviyelere indikten sonra bunu beş yıl kadar sürdürür. 6-7 yaşından sonra önemli artış göstererek kadında 24, erkekte 30 yaşında maksimum seviyelerine ulaşır. Daha sonra da hızla düşme eğilimindedir, ancak bu düşüş 50-60 yaşından sonra daha ılımlıdır. DHEA-S seviyeleri gebelik, diyet, ilaç kullanımı, sigara ve kullanımı gibi durumlardan etkilenir<sup>66,67,68</sup>.

### **2.6.3. Tiroid Stimüle Edici Hormon (TSH)**

TSH, tiroid bezinin metabolizmasını ve gelişmesini sağlayıp, tiroid hormonları olan tiroksin (T4) ve triiyodotironin (T3) salgılanmasını düzenleyen glikoprotein yapısında bir hormondur. Ön hipofizden salgılanan bu hormonun, normal plazma oranı 0,3-5 µU/ml arasında değişmektedir<sup>44</sup>.

Tiroid hormonu salgılanmasını uyaran ana etken, hipofizden salgılanan TSH hormonudur. TSH salınımı ise hipotalamus kaynaklı TRH

tarafından kontrol edilir. Buna karşın T4 ve özellikle de T3 konsantrasyonundaki artış, TSH salınımını baskılayarak, tiroid hormon konsantrasyonunun kontrolsüz artışını bloke eder. Bu negatif geri beslemede, T3'ün, TSH'yı baskılayan bir proteinin indüksiyonuna aracılık etmesinin etkili olabileceği düşünülmektedir. Bunun dışında TRH sentezini, salgılanmasını ve almaçlarının sayısını azalttığı da tespit edilmiştir<sup>40,44</sup>.

TSH salınımını arttıran faktörler; TRH (Tiroid hormonu salgılatıcı hormon) salınımı, Tiroid hormon seviyelerindeki azalma, soğuk, Leptin (TRH salınımını arttırmak suretiyle).

TSH salınımını azaltan faktörler; Kortizol, GH, Somatostatin, Dopamin, Açlık ( TSH'nın TRH'ya verdiği yanıt azalır).

TSH, etkisini tiroid bezi üzerindeki almaçlarına bağlandıktan sonra gösterir. İkinci habercisi cAMP'dir. En önemli etkisi, tiroid bezinin büyümesini sağlaması ve tiroid hormon salgılama işlevindeki tüm basamakları uyarmasıdır<sup>40,44</sup>. Egzersizde TSH salınımının arttığı yönünde bulgular vardır<sup>37</sup>.

#### **2.6.4. Serbest Testosteron (ST)**

Testosteron erkeklerde testislerde salgılanan en önemli androjendir. % 95'i Leydig hücreleri (LH) tarafından, % 5'i adrenal kortekste sentezlenir<sup>69</sup>.Erişkin testis kitlesinin % 20'sini oluşturan bu hücreler seminifer tübüller arasındaki interstisyel alanlarda yer alır<sup>40</sup>.

Erkek cinsiyet organlarının büyümesini stimüle eder ve aynı zamanda erkek sekonder cinsiyet karakteristiklerinin gelişmesini hızlandırır. Kadınlarda bulunan serbest testosteron 0.29-3.18 pg/ml erkeklerde ise 8.69-54.69 pg/ml düzeyindedir. Testosteron bir androjenik-anabolik steroid hormonudur. Erkeklerde; testisler ve böbreküstü bezi kabuk kısmından, kadında, sadece böbrek üstü bezi kabuk

kısından salgılanır. Erkeklerde testosteronun % 95'i testislerde üretilir. Testis hormonları kolesterolden meydana gelirler. Desmolaz enzimi kolesterolü pregnenolon'a çevirir. Androstenedion ise sonradan testosterona dönüşür<sup>70,40,71</sup>.

Testosteron oluşumu yaşamın belirli dönemlerinde değişiklik gösterir. İlk testosteron salınımı gebelik dönemindeki fetal yaşam sırasında plasentadan salınan korionik gonadotropin'in anne kanından fetusa geçip testislerdeki birçok Leydig hücrelerini uyararak testosteron oluşumunu ve salınımını sağlar. Daha sonra çocukluk çağı boyunca (10-13 yaşına kadar) testosteron genellikle üretilmez<sup>40</sup>. Puberte sırasında 13-17 yaşları arasında serum testosteron konsantrasyonları kadınlara göre erkeklerde çok daha fazla artar. Serum testosteron konsantrasyonu erkekte erişkin dönemin başlangıcında 500-700 ng/dL iken kadında sadece 30-50 ng/dl dir. Puberte döneminde testosteron konsantrasyonunun yüksek olması nedeniyle erkeği dişilerden ayıran özellikler bu dönemde çok daha fazla gelişir<sup>71</sup>.

Testosteron ve spor: testosteron karaciğerde inaktive edilerek atılır. Egzersizler sırasında karaciğere giden kan akımı azalacağından, testosteron inaktivasyonu ve atılımı da azalır ve egzersizlerde kan testosteron düzeylerinde geçici yükselmeler görülebilir<sup>73</sup>.

Serbest testosteron konsantrasyonu dayanıklılık antrenmanları ile %19-25 azalır. Bu düşüş dayanıklılık antrenmanlarının yol açtığı üreme sistemi anormalliklerinden biridir. Sürantrenman serbest testosteron düzeylerini değiştirmez. Kadınlarda kısa süreli yoğun ağırlık antrenmanları serbest testosteron düzeyinde değişikliğe yol açmaz<sup>37</sup>.

Kan testosteron seviyesinin hem genç hem de yaşlılarda akut egzersizde arttığı tespit edilmiştir. Egzersizde artan katekolaminler merkezi sinir sistemini ve hipotalamusu etkileyerek dolaylı olarak

testislerden testosteron salınımına neden olurlar. Egzersiz şiddeti arttıkça ve süresi uzadıkça testislerden salgılanan androjen seviyesinde azalma meydana gelir. Ancak adrenalenden salgılanan erkeklik hormonlarının salınımı artar. Antrenmanlı sporcularda maksimal egzersizde androjen artışı olmasına karşın submaksimal egzersizde yoktur. Testosteron yanıtı egzersiz yoğunluğu, süresi ve yapılan iş ile doğru orantılıdır. 30 dakikalık ağırlık çalışmasından sonra erkeklerde testosteron seviyesi artarken kadınlarda değişiklik olmadığı saptanmıştır<sup>37</sup>.

Testosteron karaciğerde inaktive edilerek atılır. Egzersizler sırasında karaciğere giden kan akımı azalacağından, testosteron inaktivasyonu ve atılımı da azalır ve egzersizlerde kan testosteron düzeylerinde geçici yükselmeler görülebilir<sup>73</sup>.

#### **2.6.5. Estradiol (E2)**

Östrojenler 18 karbonlu steroid hormonlardır. Kadınlarda menopoz ve gebelik dışında vücuttaki ana östrojen hormonu östradioldür (E2). E2, östrojenik gücü yarısı kadar olan östrona (E1) dönüşür. Dönüşüm iki yönlü olup E1 aynı zamanda E1'nin prekürsörüdür. Üçüncü östrojen hormon ise östrioldür (E3). Östrojenler overler, plasenta, adrenal korteks, testisler ve başta yağ dokusu olmak üzere karaciğer, böbrek, akciğerler, cilt, beyin, çizgili kaslarda sentezlenirler. Östrojenlerin sentezlenen ve salgılanan miktarları gebe olmayanlarda günde 1 mg'dan azdır<sup>74</sup>.

Bir steroid hormon olan östrojen büyüme, diferansiyasyon ve işlevsel yönden hedef dokularda anahtar düzenleyici olarak görev yapar. Östrojenler ayrıca kemik ve kıkırdak dokularına da anabolik etki yaparak bunların büyümelerini uyarırlar. Kadın ve erkek reproduktif organlarında, meme bezlerinde, iskelet ve kardiovasküler sistemde bulunmaktadır. Genel olarak biyolojik etkisine iki intrasellüler reseptör aracılığıyla eder. Bunlar östrojen reseptör- $\alpha$  ve östrojen reseptör- $\beta$ 'dir. Her ikisinde kendine

özgü genler tarafından kodlanır<sup>75,37</sup>. Yapılan çalışmalar östrojen reseptör- $\alpha$  nın uterus, serviks, vajina, meme ve birkaç hedef dokuda baskın olduğunu, östrojen reseptör- $\beta$ 'nin ise ovaryum, prostat, testis, dalak, akciğer, timus ve hipotalamusta bulunduğunu göstermektedir<sup>76</sup>.

Östrojenler, dişi cinsten progesteron (P) ile birlikte, puberte sırasında dişiye özgü cinsiyet özelliklerinin gelişimi ve daha sonra bunların gelişmiş durumda sürdürülmeleri için gereklidir. Genital kanalda uterusun büyümesini, endometriumda epitel ve stroma hücrelerinde mitotik etkinliğin artmasını sağlar. Meme büyümesi, prolaktin salgısının artırılması, vulvanın labium majusları üzerinde ve pubiste kıllanma, kalça ve uyluk bölgesinde yağ toplanarak bu kısımların genişlemesi, libido oluşması, puberte sırasında büyümenin hızlanması, kemik matriksinde kalsiyum çökmesi ve rezorpsiyonun engellenmesi etkileri arasındadır. Hücrelerde protein sentezini artırırlar. Karaciğerde ise çeşitli hormonları plazmada taşıyan a ve P globulinleri, metal taşıyan globulinleri ve anjiyotensinojenin sentezini artırır<sup>74</sup>. Estrojen seviyesi egzersizde egzersiz şiddetiyle doğru orantılı olarak egzersiz boyunca artış gösterir<sup>37</sup>.

#### **2.6.6. Progesteron (P)**

Progesteron (P), pregnandan türeyen ve 19 karbon atomu olan bir steroid hormondur. Esas olarak overlerden salgılanır. Daha az miktarda testis ve adrenal korteksten de salgılanır. Progesteron östrojenlerin, testosteronun ve kortikosteroidlerin prekürsörüdür. Progesteron, plazmada bir transport proteini olan transkortine kısmen bağlı olarak taşınır ve %10'undan azı serbest halde bulunur<sup>77</sup>. Progesteron karaciğerde hızla metabolize edilerek glukuronik asitle konjuge edilir ve böbreklerle atılır. Plazmadaki yarılanma ömrü 5 dakika kadardır<sup>74</sup>.



Progesteron tek başına değil, genellikle östrojenle sinerjistik olarak etkileşerek vücutta etkilerini gösterir. Östrojenler progesteronun etkilerini arttırırken, progesteron aksine antiöstrojenik etki gösterir<sup>74,78</sup>.

Progesteronun endometriyum üzerindeki asıl görevi proliferasyonu baskılayarak diferansiyasyonu tetiklemektir<sup>79</sup>. İnsan endometriyumunda ovulasyon sonrası progesteron üretimi östrojene duyarlı endometriyal glandular hücrelerin değişimine yol açar ve böylece bu hücreler endometriyal siklusun sekretuar fazında implantasyon için kritik önemi olan (glikodelin gibi) birçok biyoaktif madde üretir<sup>80</sup>.

Egzersizde bayanlarda plazma estradiol, progesteron ve FSH artışı meydana gelmektedir<sup>37</sup>.

### **2.6.7. GH (Growth Hormon)**

Büyüme hormonunun büyümeye neden olan genel etkisinden başka vücudun tüm hücrelerinde protein sentez hızını artırmak, yağ dokusundan yağ asitlerinin enerji için kullanımını sağlamak, bütün vücutta glukoz kullanım hızını azaltmak gibi birçok özel metabolik etkileri de vardır. Büyüme hormonunun salgılanmasını kontrol eden hipotalamik serbestleştirme faktörüdür<sup>40,81</sup>.

Büyüme hormonunun yapısı: Basit bir protein yapısında olan büyüme hormonu (GH), protein zinciri içinde yer alan sistein amino asitleri arasında kurulan iki disülfid köprüsüyle belirli bir üçüncül yapıya kavuşan ve hemen tüm canlı türleri için önemli olan türe spesifik bir hormondur<sup>82,83,84</sup>.

Kanda GH' un temelde iki ayrı formunun bulunduğu saptanmıştır. Bu formlardan birisi hipofizer GH iken, diğeri sadece gebe kadınlarda varlığı saptanan plasental GH' dir<sup>85</sup>.

Büyüme hormonu ve spor: Güçlü bir anabolizan olan büyüme hormonu vücudun tüm sistemlerini etkiler ve kasların gelişmesinde de önemli bir rolü vardır. Hipofizden GH salınımını uyku, egzersiz, stres gibi faktörlerin yanı sıra çeşitli amino asitler ve ilaç uygulamaları da artırır. Serum GH düzeyini yaş, cinsiyet, vücut kompozisyonu ve antrenman durumu etkilemektedir. Hayvan deneyleriyle cerrahi olarak oluşturulan artrofi ve zayıflıklarında da, büyüme hormonu enjeksiyonlarının kas hipertrofisi meydana getirdiği gösterilmiştir. Ancak, meydana gelen hipertrofinin kas kuvvetini etkilemediği bildirilmiştir<sup>86,87</sup>.

Büyüme hormonunun büyümeye neden olan etkilerinin dışında, özellikle metabolizma üzerinde; hücrelerde protein sentez hızının artırılması, lipolizin hızlandırılması ve enerji için yağ asitlerinin daha çok kullanılması, glukoz kullanım hızının azaltılması gibi etkilerinin olduğu bilinmektedir. Metabolizma üzerindeki bu etkisinin sonucu olarak, bireylerin kemik ve yağsız vücut kitlesinin korunmasını sağladığı gösterilmiştir<sup>40,44</sup>.

Büyüme hormonunun en belirgin etkisi kıkırdak ve kemik doku üzerine olmakla birlikte, visseral organlar, endokrin bezler, iskelet kası, kalp, bağ doku ve deride hipertrofi ve hiperplaziye neden olmaktadır. Önemli bir diğer etkisi de puberte de gonadların FSH ve LH'a olan duyarlılığını arttırmasıdır<sup>44</sup>.

GH'nun osteoblastik aktivite üzerindeki etkisi, iki ayrı mekanizma ile açıklanmaktadır. Bunlardan birincisi, büyüme hormonunun, uzun kemiklerin epifiz kıkırdakları boyunca uzamasını sağlamasıdır. Bu süreçte ilk olarak, yeni kıkırdak doku depolanmakta, sonrasında da bu kıkırdak doku kemikleşmektedir<sup>42</sup>.

GH kadar üzerinde durulan diğer bir değişken IGF-1'dir. Büyüme hormonu ile yakın ilişkide olmalarına rağmen, kanda kendisini taşıyan proteine sıkıca bağlanması, dokuya yavaşça geçmesi ve yarı ömrünün yaklaşık 20 saat olması nedeni ile büyüme hormonundan daha

geç yanıt vermekte ve daha uzun süreli etkiler sergilemektedir<sup>44</sup>. Yapılan çalışmalarda IGF-1 ile GH arasında oldukça anlamlı bir ilişkinin varlığının gösterilmesi, bizim çalışmamızda da GH artışını, belirli bir gecikmeyle beraber, IGF-1 artışının takip edeceği beklenilebilir. Ancak IGF-1 salgılanmasının GH salgılanmasını izleyen bir gecikmeyle gerçekleşiyor olması ve en yüksek değerlerine ulaşma zamanları anlamında bir farklılığın olması, egzersizi izleyen 20. dakikada alınan kan örneklerinden IGF-1'in artmadan sabit kalmasının nedeni olabilir<sup>44,88,89</sup>.

Egzersizin GH salgılanmasını artıran mekanizma tam olarak bilinmemekle beraber, egzersiz şiddetinin önemli bir belirleyici olabileceği ve artan plazma laktik asit, kan glukoz düzeyleri gibi değişkenlerin GH salgılanmasını etkilediği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalar ile bu hormonun başta kas iskelet sistemi olmak üzere büyüme özelliği olan tüm dokulardaki etkisi artık bilinmektedir<sup>40,44</sup>. Egzersizde, yapılan egzersizin şiddetinin artışına paralel olarak GH de artış görülmektedir. Büyüme hormonunda meydana gelen bu artışın, dayanıklılık egzersizlerinde daha yüksek oluşu, büyüme hormonunun serbest yağ asitlerinin enerji kaynağı olarak kullanımını artıran etkiye sahip oluşuna bağlanmaktadır. Bu yüzden büyüme hormonu daha çok uzun süreli submaksimal şiddette yapılan (dayanıklılık türü) egzersizlerde, performansı etkileyen bir hormondur<sup>37</sup>.

Güçlü bir anabolizan olan büyüme hormonu vücudun tüm sistemlerini etkiler ve kasların gelişmesinde de önemli bir rolü vardır. Hipofizden GH salınımını uyku, egzersiz, stres gibi faktörlerin yanı sıra çeşitli amino asitler ve ilaç uygulamaları da artırır. Serum GH düzeyini yaş, cinsiyet, vücut kompozisyonu ve antrenman durumu etkilemektedir<sup>86,87</sup>. Nguayen ve ark. kan GH ve IGF-1 düzeyleri üzerine egzersiz tipinin de etkili olabileceğini düşünmüşler ve en büyük etkilerin sporcuyla iyice yoracak şekilde yürütülen bisiklet ergometresi antrenmanları sırasında ortaya çıkarken, kayakçılarda ve futbolcularda

yaptırılan antrenmanların düzeyleri üzerinde fazla etkili olmadığını bulmuşlardır<sup>90</sup>.

Wideman ve ark. egzersizlerin somatotrop hat üzerindeki etkilerinin cinsiyete göre değişimlerini incelemişler ve aerobik egzersiz sırasında maksimal kan GH düzeylerine ulaşılabilmesi için gereken sürenin erkeklerde kadınlardan daha uzun olduğunu (erkeklerde 32 dakika, kadınlarda 24 dakika), ancak erişilen maksimal GH konsantrasyonu yönünden kadınlarla erkekler arasında fark olmadığını saptamışlardır<sup>91</sup>.

Büyüme hormonu düzeyinin ağır egzersizlerde arttığı ve bu artışın serbest yağ asidi mobilizasyonunda önemli rol oynadığı bildirilmektedir. Büyüme hormonu egzersiz başladıktan 5-10 dakika sonra artmaya başlar. Egzersize büyüme hormonu cevabı kişinin antrenman durumuyla ilgilidir. Antrenmanlı kişide egzersizle büyüme hormonu artışı antrenmansız kişiye oranla daha azdır. Yorucu bir egzersizden sonraki toparlanma döneminde büyüme hormonu normale dönüşü sporcularda sporcu olmayanlara göre daha hızlıdır<sup>37</sup>.

#### **2.6.8. Aldosteron (ALD)**

Böbrek üstü bezi korteksinin zona glomeruloza kesiminden aldosteron, deoksikosteron (DOK) ve kortikosteron olmak üzere üç değişik mineralokortikoid hormon salgınır. Bu hormonlara mineralokortikoid adı, özellikle hücre dışı sıvılarda sodyum, potasyum ve klor gibi elektrolitlere etdikleri için verilmiştir. Glikokortikoidler 11 numaralı karbon atomunda oksijen içermeyen kortikoidlerdir. Sağlıklı bir insanda bir günde yaklaşık 50-250 mg aldosteron ve deoksikortikosteron salgınır. Bu nedenle plazmanın aldosteron düzeyi çok düşüktür (0.01ug/100 ml)?Buna karşın mineralokortikoid etkinliğinin % 95' ini aldosteron sağlar. Geri kalan % 5 etkinliği de diğer iki mineralokortikoid hormon yerine getirir<sup>92</sup>.

Aldosteron yapı bakımından kortikosterona benzer. Fakat kortikosteronun 18 numaralı karbon atomuna metil grubu yerine bir aldehit grubu girmiştir. Bu aldehit grubu uzayda 1 numaralı karbon atomundaki hidroksil (-OH) grubuna komşu olduğundan aldosteronun yanasetal (hemiasetal) biçiminin oluşumuna olanak sağlar. Bu nedenle aldosteron, aldehit ve yan asetal şeklinde bulunur ve denge halindedir.

Aldosteronun en önemli etkisi böbrek distal tübülleri ve toplayıcı kanallar üzerinedir. Sodyum, potasyum ve su metabolizmasına etkiyerek bu maddelerin hücrelerarası sıvılarda ve kanda derişimini (konsantrasyon) düzenler. Aldosteron sodyum iyonlarının böbrek tübüllerinden emilimini sağlarken, diğer yandan potasyum iyonlanm ve daha az olarak da hidrojen iyonlarının idrarla çıkarılmasını artırır. Nitekim aşın aldosteron kullanımı sonucunda beden sıvıları ve kan plazmasında sodyum düzeyi artar, potasyum düzeyi ise azalır. Aldosteronun başlıca işlevi hücre dışı sıvıda sodyum iyonlanm alıkonulmasını artırmaktır. Bunu glomerüler süzüntü, ter, tükürük ve sindirim sıvılarında bulunan sodyum iyonlanm vücuda geri emilimini artırarak gerçekleştirir<sup>93</sup>.

Kaslara etkisi: Fazla aldosteronun etkisiyle tübüllerde potasyum iyonu salınımının artması, hücre dışı sıvılarda potasyum iyonu azalmasına neden olur. Hücre dışı sıvıda potasyum iyonlarının azalımı da hipokalemi ya da hipopotasemi adı verilen bir durum yaratır. Bu durum aşırı ölçüde olursa paraliziye (inme, felç) neden olur. Nitekim potasyum iyonu azalımı normalin yarısına yakın bir düzeye inerse kaslarda güçsüzlük ya da felç meydana gelir. Bu durum sinir ve kas teli zarlarının hiperpolarize duruma gelmesinden ötürü ortaya çıkar. Hiperpolarize durum aksiyon potansiyellerinin iletimini önler<sup>93,92</sup>.

Uzun süreli egzersize bağlı terlemeyle sodyum kaybını önleyen ve anjiyotensin II tarafından kontrol edilen, sodyum tutucu hormon olarak aldosteronun rolünü ilk olarak Costill ve ark vurgulamışlardır. Bazı

yazarlar, egzersiz esnasında ve egzersizden sonra renin ve aldosteron düzeylerinin arttığı, 6-12 saatlik dinlenme süresi içerisinde ise egzersiz öncesi düzeylere geri döndüğünü, sodyum ve su ekskresyonunun da 48 saate kadar baskılanmış olarak kaldığını gözlemlemişlerdir.

Birçok araştırmacı bu gözlemin, uzun süreli egzersizler sonrası sıklıkla bildirilen bacağı alt kesimlerindeki ödemi açıklayabileceğini öne sürmüşlerdir. Çeşitli egzersiz tiplerine karşı renin-anjiyotensin-aldosterone (RAA) sistemindeki değişiklikler renin, anjiyotensin II ve aldosteron düzeylerindeki paralel artışları ortaya koyan diğer çalışmalarda da ele alınmıştır<sup>93</sup>.

Staessen ve ark hafif ve orta şiddetteki egzersizlerde (% 30 ve % 60 şiddette) PRA ile anjiyotensin ve aldosteronun plazma düzeylerinin benzer oranlarda artış gösterdiğini ya da maksimal (anaerobik eşiğin üzerinde) egzersizlerde anjiyotensin H'nin PRA ve aldosterondan önemli oranda daha fazla artış gösterdiğini belirlemişlerdir<sup>94</sup>.

### **2.6.9. ADH (AVP) Arjinin Vazopressin**

ADH böbrek tübül hücrelerini etkileyerek suyun glomürel süzüntüden geri emilimini arttırarak idrarla atılan su miktarını azaltır. Böylece vücutta suyun tutulumu sağlanır. Vücut suyu azalırsa (hipotonik ortam) buna dehidrasyon denir ve bu durumda ADH salınımı artar, tersi durumlarda vücut suyu fazla ise (hipertonik ortam) ADH salınımı inhibe edilir<sup>37</sup>.

Arginin-vasopressin (AVP) olarak bilinen antidiüretik hormon (ADH) artmış serum osmolaritesi ve hipovolemi sonucunda salgılanmaktadır. Hemorajik şokta cevapta, uygunsuz antidiüretik hormon

sendromuna benzer bir tablo, hipovolemi tarafından meydana getirilir. Arginin-vazopressin nefronların distal tübüllerinde su permeabilitesi, pasif sodyum transportu ve su rezorpsiyonunu artırır<sup>95,96,97</sup>. ADH salınımının fizyolojik uyarıcısı kanın osmotik basıncıdır. Osmotik basıncın yükselmesi ADH salınımının da artmasına neden olur. Vücut sıvıları çok konsantre olunca supraoptik çekirdek uyarılır, uyarılar arka hipofize iletilir ve ADH salgılanır<sup>37</sup>. Stres sırasında hipotalamus hipofizi uyararak ADH, ACTH, TSH gibi hormonların salgısını etkiler. ADH, vazokonstrüksiyon yolu ile kan basıncında artmaya sebep olur<sup>98</sup>. Kortikotropin salgılanmasına sebep olan nöropeptidler arasında arginin-vazopressin (AVP), oksitosin ve katekolaminler vardır. Egzersizde ADH salınımının artışının iki önemli sebebi vardır<sup>99</sup>.

1. Ter kaybıyla oluşan düşük su yoğunluğu (plazma osmolitesinin artışı).  
Plazma hacminin (yoğunluğunun) düşmesi kan kaybı veya su kaybından kaynaklanır.
2. Özelliklerde uzun süren egzersizlerde su ve sodyum (Na) kaybı yüksektir. Özellikle ADH salınımında meydana gelen artışın nedeni, egzersizde su kaybının azaltılmasına bağlıdır. ADH de egzersiz sonucu %30-80 gibi artış vardır ve egzersiz esnasında sıvı alımı ADH artışını azaltıcı bir etkiye sahiptir. ADH salınımının fizyolojik uyarıcısı kanın osmotik basıncıdır. Osmotik basıncın yükselmesi ADH salınımının da artmasına neden olur. Vücut sıvıları çok konsantre olunca supraoptik çekirdek uyarılır, uyarılar arka hipofize iletilir ve ADH salgılanır<sup>37</sup>.

AVP'in ayrıca erkek memelilerde agresyon da da rol oynadığı düşünülmektedir<sup>100</sup>.

## 2.7. Çalışmada Değerlendirmeye Alınan Vitamin ve Mineraller

### 2.7.1. Vitamin D

Vitaminler genel olarak vücutta yapılmayıp dışarıdan alınması gereken ve enzim tepkimelerinde bir yardımcı gibi rol oynayan bileşiklerdir. D vitamini ise farklı olarak vücutta yapılabilen bir vitamindir<sup>101</sup>. D vitamini vücutta iki temel şekilde bulunmaktadır: 1) Vitamin D3 veya kolekalsiferol (güneş ışığı veya ultraviyole ışını etkisiyle deride yapılan şekli), 2) Vitamin D2 veya ergokalsiferol (güneşe maruz kalan bitkilerle veya bitki içerikleri ve yiyeceklerle alınan şekli)<sup>102</sup>.

Vitamin D3 yaz aylarında ciltte yapılmakta veya besinsel kaynaklar (özellikle tirs balığı ve uskumru gibi yağlı balıklar) ile alınmaktadır. İleri yaş, koyu cilt, güneş koruyucuların kullanımı ya da kapalı giyim VitD yapımını kısıtlamaktadır. Vitamin D3 önce karaciğerde 25OHD3 şekline ve ardından böbreklerde 1,25(OH)2D3 (kalsitriol)'e hidrosillenmektedir. Bu aktif bir metabolittir ve barsaktan kalsiyum emilimini artırır. Kalsitriol yeterli düzeye eriştiğinde, bunun üzerine eklenen kısmı böbreklerde 24,25-dihidroksivitamin D3 (24,25(OH)2D3) şekline dönüştürülerek metabolize edilir<sup>102</sup>. D vitamini karaciğerde depo edilmekte ve yapımı negatif geri bildirim mekanizması ile kontrol edilmektedir<sup>103</sup>.

Kalsiyumun hücre dışı sıvılardan hücre içine geçişi adenozin trifosfat (ATP) bağımlı mekanizmalarla (aktif geçiş) olurken, hücreler arası geçişi pasif yolla olur. En fazla kalsiyum emilimi D vitaminine bağımlı aktif geçiş ile olur. D vitamininden bağımsız olan pasif geçiş ise, kalsiyum alımıyla orantılı gelişen kalsiyum yoğunluğundaki farklılığa bağlıdır<sup>102</sup>. D vitamininin biyolojik aktif formu olan 1,25 (OH)2 D; vitamin D reseptörüne bağlanarak en önemli etkiyi gösterir. İskelet kası hücrelerinde 1,25 (OH)2 D ile uyumlu protein bağlanmasını tanımlamıştır. 1,25 (OH)2 D; iskelet kası hücrelerinde depo içinden kalsiyum salınımını teşvik etmektedir<sup>104</sup>.



Vitamin D'nin aktif metaboliti olan 1,25 (OH)<sub>2</sub> D, kas dokusunda oldukça spesifik bir nükleer reseptöre bağlanır ve kas hücrelerinin büyümesini etkileyerek kas fonksiyonlarında iyileşmeye yol açar<sup>105</sup>.

Vitamin D eksikliği yalnızca kemik metabolizması için değil, bir de muskular ve nöral fonksiyon üzerinde de etkiye sahiptir. Laboratuvar, epidemiyolojik ve klinik çalışmalar kas gücü üzerine vitamin D'nin direk etkilerini göstermiş. 1,25 (OH)<sub>2</sub> D reseptörü, insan dokusunda tanımlanmıştır<sup>106</sup>.

D vitamini alamayan kişilerin kemikleri PTH ve 1,25(OH)<sub>2</sub>D gibi "osteotropik" hormonların saldırısına maruz kalmakta, yazın D vitamini düzeyleri normale dönse de, bu süreç kemik sağlığını olumsuz etkilemektedir. D vitamini yetersizliğinin diyabet, koroner kalp hastalığı ve tüberküloz için hazırlayıcı risk etmeni olabileceği ileri sürülmektedir<sup>107,108</sup>.

Vitamin D; fosfor, kalsiyum ve kemik metabolizması ve nöromuskuler fonksiyonları kontrol eden bir hormondur. Vitamin D sentezi sırasıyla deri, karaciğer, böbreği içeren bir süreçtir. Vitamin D ihtiyacı gıdalar ve takviyelerle sağlanır. Vitamin D eksikliği osteoporoz, ağrılı durumlar, osteomalazi ve artmış kas güçsüzlüğüne sebep olur. Güneş ışığına az maruziyet, derideki sentezin ve intestinal absorpsiyonun azalması ve yetersiz beslenme gibi faktörler D vitamini düşüklüğüne katkıda bulunur. Vitamin D eksikliği, paratiroid hormon kontrol mekanizmalarının değiştirebilir ve osteoporoz riskinde artışa yol açan sekonder hiperparatiroidizme sebep olabilir<sup>106</sup>.

D vitamini ek alımının sportif performansı desteklediğini gösteren bir çalışma da performans artırımının oluştuğuna dair teorik bir temel yoktur. Bazı sporlarda bütün antrenmanların kapalı yerde yapılmasından dolayı düşük gün ışığına maruz kalınabilir. Bu da D vitamini miktarını hem büyümenin hem de kemik yoğunluğunun etkilenebileceği

yere indirebilir. Düşük kemik yoğunluğu sporcuları yüksek kırılma ve sportif kariyerine son verebilecek herhangi bir yaralanma riskine sokabilir<sup>109</sup>.

### 2.7.2. B<sub>12</sub> Vitamini

Vitamin B<sub>12</sub>, hayvansal gıdalarla alınması gereken ve normal sağlık ve büyümenin devamı için şart olan bir vitamindir. B vitaminleri suda çözünebilen vitaminlerdir. B vitaminleri (tiamin, riboflavin, niasin, pridoksin, folate, biotin, pantotenik asid, karolin) enerji metabolizmasını; sentezleri modüle ederek ve karbonhidratı, yağı, proteini ve bioaktif bileşikleri azaltarak düzenler. B12 hemoglobin sentezi için gereklidir<sup>110</sup>.

DNA sentezinde önemli bir koenzim rolü üstlenen B12 vitamini özellikle normal hematopoezin sürdürülmesi ve sinir sisteminin devamlılığının sağlanması için gereklidir<sup>111</sup>.

B12 Vitamini (kobalamin): bir grup kobalt içeren bileşenler için kullanılan genel bir terimdir. B12 vitamini siyanid içeren veya içermeyen insan vücudunun biyolojik olarak aktif olmasını sağlayan kobolamin grubunu içerir. B12 vitamini eritrosit üretimi ve nörolojik fonksiyon için gereklidir. B12 nin biyokimyasal değerleri arasında; hematolojik bileşenler (hematokrit, hemoglobin ve eritrosit bileşenleri) serum veya plazma 12 ve metilmalonik asit konsantrasyon serumu vardır<sup>110</sup>. Yetişkinlerde tavsiye edilen günlük doz 2,4 mg/gün dür. B12 vitamin ilavesinin (takviyesinin) performans üzerinde bariz bir etkisi görülmemiştir<sup>112</sup>.

B<sub>12</sub> vitaminin bugüne kadar, başka hiçbir organik bileşikte rastlanmayan yapısal özelliği üç değerli Co atomu kapsamasıdır. B<sub>12</sub> vitamini süt, et, yumurta, balık, istiridye ve midyede bulunmasına karşın en çok karaciğerde saptanır. Genellikle bitkisel kaynaklarda bulunmaz. Besinlerde bulunan B<sub>12</sub> vitaminleri proteinlere bağlanmış durumdadır<sup>113</sup>.

B Vitamininin Performansa Etkileri: Yetersiz folat alımında öncelikle serum folat konsantrasyonu azalır, sonra eritrosit folat konsantrasyonu azalır ve homostein konsantrasyonu artar ve bunları takiben megalobastik anemi ortaya çıkar. Folat eksikliği olan fakat anemik olmayan atletler fiziksel performansta yeterli olamamaktadır. Folatla desteklenmişse düşük serum folat konsantrasyonu E (5mg/gün 10 hafta için folat ilavesi) olan bayan maratoncularda koşu bandı performansında belirgin bir gelişme tespit edilememiştir<sup>110</sup>.

Bunu güçsüzlük ve pozisyon duyusu bozukluğu izler. Duruş bozuklukları ortaya çıkabilir. Reflekslerde azalma veya artma özellikle kas güçsüzlüğü saptanabilir<sup>111</sup>.

Webster MJ ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarda B vitaminlerinden vitamin verilen 14 kişi pedal çevirme egzersizine tabi tutulup Sub max. VO<sub>2</sub> zirvesi laktat konsantrasyonu, laktat eşiği, kalp atım sayısı incelenmiştir. Ama vitaminin performans üzerinde yüksek seviyede etkisi görülmemiştir<sup>114</sup>.

Matter M ve arkadaşlarının 85 bayan maratoncu üzerinde yapmış oldukları çalışmada 10 hafta boyunca B grubu vitaminlerden folat oral yolla takviye edilmiştir. Yapılan egzersiz sonunda O<sub>2</sub> tüketimi, doruk kan laktat seviyesinde bir değişiklik görülmemiştir. Folat takviyesinin maksimal egzersiz performansına etkisi olmadığı tespit edilmiştir<sup>115</sup>.

Lukaski HC. Yapmış olduğu derleme bir çalışmada folat ve B12 vitaminin eksikliğinde anemi görüldüğü ve iş performansını etkilediği fakat vitamin takviyesinin fiziksel performans ölçümlerinde net bir etkisi görülmemiştir<sup>116</sup>.

Henry ve arkadaşının yapmış olduğu çalışmada folat ve B12 vitamininin ciddi yetersizliklerinde anemiye bağlı olarak iş performansı,

dayanıklılık kapasitesinde bir düşme görüldüğü ve buna bağlı olarak performansın düştüğünü sunmuşlardır<sup>110</sup>.

B12 vitaminin genel takviyesi performansı açıkça yararlı bir etki göstermemiştir. 50 ug/d lik siyanürkobalamin sağlayan ergen erkekler takviye edilmeyen kontrol grupla kıyaslandığında, yarım mil koşusunda veya 7 haftalık Harvard adım testi skorlarında hiçbir gelişme olmamıştır. Benzer olarak, anemisiz erkeklere verilen parenterak B12 kas gücü ve dayanıklılıktaki geliştirmeyi sağlayamamıştır. Böylece, beslenmeyele ilgili bir eksiklik olmadığı sürece B12 takviyesi performansa yarar sağlayamamıştır<sup>116</sup>.

Mayer G ve arkadaşlarının 6 kadın ve 14 erkek üzerinde yapmış oldukları 14 günlük çalışmada egzersiz öncesi ve egzersize başlanan ilk haftadan egzersizin B12 plazma seviyesi ile belirgin olarak ilgili olduğu tespit edilmiştir<sup>117</sup>.

### **2.7.3. Ferritin (Demir, FE)**

Vücutta toplam miktarı 2,5-4 g'dır. Organizmada metabolik fonksiyon gösteren dört formu bulunur. Transport demir; plazmada taşıyıcı protein olan transferindir. Hemoglobin; vücutta bulunan demirin %70'i eritrositlerin hem kısmında bulunur, geri kalanın %5'i de kasların myoglobininde bulunur. Depo demir; total vücut demirinin %20'si proteine bağlı olarak ferritin formunda olan depo demirdir. Depo organ karaciğer, dalak ve kemik iliğidir. Demirin fazlası ise vücutta hemosiderin formunda depo edilir. Doku hücrelerinde demir; geri kalan % 5 demir bütün hücrelere dağılmış halde, enerji üretiminde okidatif enzim komponenti olarak yer alır. Vücuda 'Hem ve Nonhem' demir olarak iki formda alınır<sup>118</sup>. Heme demiri miyoglobin gibi et türü yiyeceklerde bulunur. Anti-heme demiri sebzelerden ve üzümnden sağlanır. Vücudun diyetsel demiri emme ve kullanma becerisi

onun kimyasal yapısından etkilenir. Heme demiri yemeklerden anti-heme demirine göre daha etkili biçimde emilir. Erkekler toplam diyetel demirin %6'sını emerken yetişkin bayanlar ortalama %13'nü emerler<sup>116</sup>.

Demir, oksijenin dokulara ulaştırılması ve hücrel ve alt hücrel düzeylerde oksijenin kullanılması için gerekli olan anahtar bir elementtir. Hemoglobin, miyoglobin sitokromları kapsayan demir içerkli proteinlerin ve demir içeren belli enzimlerin fonksiyonel bir elemanı olarak görev yapar. Çalışma esnasında enerji kullanımında demir önemli bir rol oynamaktadır<sup>116</sup>. Eğer demir eksikliği varsa efor sonrasında sporcunun kolayca yorulma ihtimali vardır<sup>109</sup>.

Demir, spor performansı için en kritik minerallerden biridir. Demir dayanıklılık egzersizi sırasında aerobik enerji üretimi için oksijen metabolizması ve taşınmasında yer alan hemoglobin, miyoglobin, sitokrom ve kas hücrelerindeki çeşitli enzimlerin bileşenidir. Demir takviyesinin faydaları sporcunun demir durumuna bağlıdır<sup>119</sup>.

Demir tüketiminin açık sonuçları oksijen iletim kapasitesindeki düşüş ve çalışan hücrel seviyedeki oksidatif kapasitedeki düşüştür. Yapılan araştırmalar (Weaver ve Rajaram 1992, Cook 1994) egzersiz yapan birçok kadında yetersiz veya çok düşük demir alımını göstermektedir ve erkek sporcuların %29 bayan sporcuların %82 oranında demir eksikliği ile karşılaştıkları belirtilmiştir<sup>109</sup>. Demir ilavesi demir durumunun biyokimyasal kan ölçümlerini geliştirir. Demir eksikliği görülen anemik kadınlar arasında demir ilavesi sadece demir durumunu iyileştirmez aynı zamanda çalışma kapasitesinde de önemli oranda artış meydana getirmektedir. Fakat demir eksikliği görülmeyen kişilerde ekstra demir alımı performansa herhangi bir etki yapmamaktadır<sup>120</sup>.

Doktorlar tarafından tavsiye edilmedikçe demir takviyesi alınmamalıdır. Demirin aşırı tanımlanmasının en önemli yolu vücutta depolanmış demir miktarını ölçmek için kanın serum ferritin açısından test

edilmesidir. Gereğinden fazla geliş güzel demir alımı vücutta toksit etkiyi arttırmaktadır<sup>109</sup>.

Demir eksikliği anemisi kas performansını etkilemektedir. Eğer bir sporcu kolayca yoruluyor ve beklenen performansa ulaşamıyorsa demir eksikliği anemisinden şüphelenilmelidir. Hemoglobin durumunu belirlemek için kan analizi yapılmalıdır. Eğer demir eksikliği anemisi tespit edilirse doktordan tavsiye alınmalıdır. Demir eksikliği anemisini düzeltmek performansı olumlu yönde etkileyecektir<sup>119</sup>.

Demir eksikliği anemisinde belirtiler yorgunluk, baş ağrısı ve egzersiz sırasında normalin üzerinde soluk alıp vermedir. Bu semptomlar diğer bazı rahatsızlıklarla da beraber görülebileceğinden demir eksikliğinden şüphelenildiğinde kan testi yapılmalıdır<sup>109</sup>.

Egzersiz yapan ve dayanıklılık gerektiren sporcularda özellikle koşucularda en göze çarpan şey demir eksikliği anemisidir. Diğer sporlardakinin aksine kanın artan kayıplarına maruz kalmaktadırlar. Bu kayıp çok olabilir ve artan demir eksikliğine neden olabilir<sup>120</sup>.

Yeni yapılan çalışmalar (Hinton ve ark 2000) anemisiz demir eksikliğinde, demir ilavesinin fiziksel performansa yaralı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. 15 km'lik bisiklet testini tamamlama süresi demir almayan grupla kıyaslandığında demir eksikliği olan ve anemi olmayan kadınların altı hafta boyunca demir alımında önemli düşüşler tespit etmişlerdir<sup>121</sup>. Araştırmacılar büyük ölçüde düşük ferritin konsantrasyonları belirlemişler, uygun demir ilavesinin egzersiz performansı ve antrenmanlara dayanma süresi açısından önemli gelişmeler tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca anemi olmayan fakat demir eksikliğine sahip kadınların demir ilavesi yapmasının, ilave uygulanan grubunun, kontrol gurubuyla kıyaslandığında kas işleyişini geliştirdiği, böylece anemisiz demir eksikliğinin demir eksikliğinin giderildikten sonra temel kas yorgunluğunu önleyerek çalışma performansını arttırdığı belirtilmektedir<sup>122</sup>.

#### 2.7.4. Folik Asit

Folik asit, pteroik asit yapısında bir vitamindir, p-aminobenzoik asit ile pteridinden oluşan pteroik aside, L-glutamik asitin konjuge olmasıyla folik asit oluşur. Bu yapıya 7. ve 8. pozisyonların hidrojenasyonu ile de tetrahidrofolik asit oluşmaktadır. Yalnız bu hidrojenasyon ile indirgenmiş formlar biyolojik olarak aktiftir. Folik asit özellikle yeşil lifli sebzelerde bol olarak bulunmaktadır. Diyetle alınan poliglutamat formu, intestinal mukozada bulunan pteroylpoliglutamat hidrolaz yoluyla monoglutamat formuna çevrilir ve emilimi ince bağırsaktan yapılır. Karaciğerde metilfolat formuna çevrilir. Bu form da aktif olarak santral sinir sistemine geçer<sup>123</sup>.

Folik asit birçok metabolik reaksiyonda hayati rol oynar. Metiyonin sentezi, timidilat sentezi, serinin glisine çevrilmesinde, histidin katabolizmasında ve pürin sentezi gibi beş önemli tepkimede işlev görürler<sup>118</sup>.

İnsanlar folatı sentez etme yeteneğine sahip değildirler. Bu yüzden gereksinimlerini çeşitli diyetlerden karşılamak zorundadırlar. Birçok değişik bitki ve bakteri tarafından sentezlenebilirler<sup>124</sup>. Folattan zengin diyet kaynakları arasında; maya özü, karaciğer, böbrek ve diğer sakatatlar, yeşil yapraklı sebzeler ve turunçgiller bulunmaktadır. Bununla beraber daha az oranlarda olsa da ekmek, patates ve süt ürünlerinde de bulunması nedeni ile bu gıda maddeleri de folat ihtiyacını karşılamaya katkıda bulunurlar<sup>125</sup>.

Doğada genelde poliglutamat şeklinde bulunan folatlar, bitkilerde en çok pteroyilheptaglutamat, karaciğerde ise pteroyilpentaglutamat formunda görülürler<sup>126</sup>. Günlük alınması gereken folat miktarı erişkin bayan ve erkekte yaklaşık 400 µg/gün, çocuklar için 150-200 µg/gün, hamile bayanlarda ihtiyacın artması ile birlikte 600 µg/gün ve emziren annelerde ise 500 µg/güne kadar alınması gerekmektedir<sup>127</sup>.

Beslenmesi normal bir kişi, günde yaklaşık 5-40 µg arasında idrarla vitamini atar. Erişkin bir erkekte total vücut düzeyi 5-10 mg kadardır<sup>1</sup>. Vitaminin biyolojik yarılanma ömrü 100 gündür, günlük doku dönüşümü ise 37.5 µg kadardır<sup>118</sup>. Folatın emilimindeki bir bozulma sonrası birkaç ay içinde eksiklik belirtileri gözlenmeye başlar. Fazla miktarda alınan folat ise idrar ve dışkı ile atılır<sup>124</sup>.

Bağırsaklardan emildikten sonra 5-metil-monoglutamat-THF portal dolaşıma salınır. Büyük bir çoğunluğu karaciğer tarafından alınır bununla birlikte bir kısmı safraya verilir ve enterohepatik dolaşım ile tekrar plazmaya alınır. Folat, kemik iliğinde eritropoez sırasında eritroblastların içine alınır<sup>118</sup>.

Folik asit, hücre bölünmesi ve protein sentezi için kritik öneme sahiptir. Folik asit ve kobalaminler metabolik açıdan birbirleri ile yakından ilişkilidir<sup>128</sup>.

Folik asitin serum homosistein düzeyini düşürdüğü ve kalp-damar hastalığı riskini azalttığı gözlemlenmiştir<sup>129</sup>. Folik asit ve B<sub>12</sub> ile Hcy metabolizması (Homosistein) ve fiziksel aktivite arasında önemli bir bağlantı olduğu kabul edilmekle beraber sonuçlar çelişkilidir; egzersiz şiddeti, cinsiyet, yaş ve eşlik eden risk faktörleri Folik asit ve Hcy değerleri üzerinde önemli rol oynamaktadır<sup>130</sup>. Folik asit B<sub>12</sub> alyuvarların geliştirilmesinde rol oynarlar; yapılan araştırmada vitamin eksikliğinin fiziksel performansa zarar verdiğini göstermiştir<sup>131</sup>.

## **2.8. Sportif Performans ve Sportif Performansı Etkileyen Faktörler**

Bireyin yapmış olduğu spor branşında çeşitli aktivitelerle yakalamış olduğu seviyeye performans denir<sup>132</sup>. Kişinin uğraştığı spor dalında, ulaştığı en yüksek başarı seviyesidir<sup>133</sup>.



Bir fiziksel aktivite sırasında, o fiziksel aktivitenin gerektirdiği fizyolojik, biyomekanik ve psikolojik verime performans adı verilir. Bu verimin yarışma sırasında ortaya koyulabilme düzeyi de performansın düzeyi hakkında bilgi verir<sup>134</sup>.

Performansı oluşturan öğeler üç ana başlık altında toplanır. Bunlar: Enerji oluşumu (aerobik ve anaerobik), nöromüsküler (sinir-kas) ileti, psikolojik (motivasyonel) faktörlerdir<sup>134</sup>.

Sportif performans, belirli bir spormotorik düzeyin biçimlenme derecesidir. Karmaşık yapısından dolayı özel faktörleri içermektedir. Performans gelişimi için yapılan antrenmanlarında çok yönlü olması zarureti vardır. Performansı belirleyen faktörlerin uyumlu gelişimi ile bireysel maksimum başarıya ulaşılmaktadır. Performans uzun süreli antrenman süresinde, antrenmanın amacı, kapsam, metot ve bazı diğer faktörlere bağlı olarak geliştirilmektedir<sup>135</sup>.

Performansı çeşitli faktörler etkiler. Bu faktörler öncelikle iç ve dış faktörler olmak üzere ikiye ayrılır.

İç faktörler veya internal (kişisel) faktörler şunlardır: Antrenman düzeyi, yaş, cinsiyet, fiziksel uygunluk, ırksal faktörler, stres düzeyi, motivasyon durumu, beslenme, sağlık durumu, doping.

Dış veya eksternal faktörler ise şunlardır:

İrtifa, nem, sıcaklık, zeminin durumudur.

Yukarıda sıralanan faktörler durumlarına göre performansı olumlu ya da olumsuz yönde etkilerler<sup>134</sup>.

Voracek ve ark. 2D:4D oranının erkeklerde çeşitli spor branşlarında belirleyici olduğunu söylemiştir<sup>136</sup>.

Pokrywka ve arkadaşlarının elit ve elit olmayan bayan sporcular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, elit atletler kontrol grubuyla karşılaştırıldığında sol el 2D:4D oranı anlamlı bir şekilde düşük bulunmuştur. Bu sonuçtan dolayı düşük 2D:4D oranının bayanlardaki spor potansiyeli ile pozitif ilişkili olduğu yorumunu yapmışlardır<sup>1</sup>.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Denek Seçimi**

Bu çalışmaya elit düzeyde spor yapmakta olan olimpik spor branşlarındaki kadın sporculardan (n=77) (18 Futbol, 12 Voleybol, 14 Hentbol, 9 Boks, 7 Atletizm, 7 Halter, 10 Taekwondo) ve kontrol grubu sedanter kadın üniversite öğrencilerinden (n=26) olmak üzere toplamda gönüllü 103 kadın denek olarak katıldı.

Çalışmaya katılan bireylere öncelikli olarak, yapılacak araştırmaya ve alınacak ölçümlere dair yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu çalışmaya katılmayı kabul eden kişilerin "Gönüllü Onam Formu"nu doldurması sağlandı. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik kurulundan 388 karar numarası ile çalışmanın gerçekleşmesinde etik sakınca bulunmadığına dair karar alınmıştır, sonrasında tüm katılımcılar çalışmanın amacı ve araştırma için yapılacak testler hakkında bilgileri içeren izin kâğıdını imzalayarak, çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır.

#### **3.2. Araştırmada Uygulanan Ölçüm ve Testler**

Deneklerin Wingate testi ölçümleri Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu fizyoloji laboratuvarında, 30 m. sprint testi Gazi Üniversitesi kapalı atletizm pistinde, kan numunelerinin analizi ise Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Laboratuvarında uzman doktorlar nezaretinde gerçekleştirilmiştir.

##### **3.2.1. Boy ve Vücut Ağırlığı**

Deneklerin vücut ağırlıkları 0.01kg hassasiyeti olan kantarda kilogram cinsinden çıplak ayak, tişört ve tayt ile ölçülmüştür. Uzunluk (boy) ölçümleri Holtain marka kayan kaliper ile denekler ayakta dik pozisyonda

dururken skalanın üzerinde kayan kaliper başlarının üzerine dokunacak şekilde ayarlandı ve uzunluk 1mm hassasiyetle okundu.

### **3.2.2. Vücut Kompozisyonu**

Vücut yağ oranı; deneklerin vücut yağ oranı dört ekstremiteden Biyoelektrolit İmpedans yöntemiyle Tanita marka BC418MA model aletle ölçüldü. Beden kitle indeksi; Her bir deneğin  $\text{kg/ m}^2$  cinsinden vücut kitle indeksi hesaplandı.

### **3.2.3. 30 m. Sprint**

Deneklerin sürat değerleri 30m sprint testi ile tespit edilecektir. Koşu sürati testinde zaman tespiti için fotosel kullanılmıştır. Denek yüksek çıkış pozisyonunda hazır olduğunda koşmaya ve bitiş çizgisine en kısa sürede varmaya çalışmıştır. Bu test her bir denek için yeterli dinlenme süresi verilerek iki kez tekrarlanmış ve en iyi derece test sonucu olarak alındı.

### **3.2.4. Wingate Testi**

Wingate anaerobik güç testi alaktasit ve laktasit anaerobik kapasitenin ölçümü amacıyla yapılır. Wingate anaerobik testinde anaerobik performansın hem laktasit (ortalama güç) hem de alaktasit (zirve güç) bileşeni hakkında bilgi verebilen, anaerobik özelliği belirlemeye yönelik testlerden birisidir.

Isınma evresinin ardından 30 saniyelik test süresi boyunca deneğin, yaşına ve boyuna göre hesaplanan pedal yükü ile mümkün olduğu kadar hızlı pedal çevirmesi istendi. Ergometre direnci teste başladıktan sonra ilk 3–5 saniye içerisinde ayarlanır ve aynı zamanda saat ve elektronik pedal sayacı harekete geçirildi. Pedal sayısı her 5 saniye için kayıt edildi.

Test sonunda Peak Power (PP), En Yüksek Güç (Maksimum Anaerobik Güç), Average Power (AP), Ortalama Güç (Maksimum Anaerobik Kapasite), Min. Power (MP), En Düşük Güç (Minimum Güç) değerleri kaydedildi.

### 3.2.5. Kan Analizi

Deneklerden, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya laboratuvarında uzman doktorlar nezaretinde Ethylenediaminetetraacetic asit (EDTA)'lı tüplere (dirsek venesından (v. Brachialis) usulüne uygun olarak yeterli miktarda alınan kan örneklerinden) alınan kanlar soğuk +4 °C de 2500 rpm'de 10 dk santrifüj sonrasında plazmalar elde edildi. Eppendorf tüplere aktarılan plazma örnekleri analiz için -80 °C de depolandı. Kan alımı periyodunun tamamlanmasını takiben analizler gerçekleştirildi.

Deneklerden kan örneklerinin alımı 12 saatlik açlık döneminin sonunda ve mensural dönem dışında alınmıştır.

Plazma Ferritin ve B12 vitamini düzeyleri→ otoanalizör (Advia Centaur, Siemens) ile kemilüminesan immünoassay yöntem kullanılarak, Serum Folik asit düzeyleri→ otoanalizör (Advia Centaur, Siemens) ile kemilüminesan immünoassay yöntem kullanılarak, Serum Kortizol, Growth hormon ve DHEA-S düzeyleri→ otoanalizör (Immulite2000, Siemens) ile kemilüminesan immünoassay yöntem kullanılarak, Serum TSH ve Estradiol düzeyleri→ kemilüminesan immünoassay yöntem kullanılarak otoanalizörde (Advia Centaur, Siemens), Serum Aldosteron ve Serbest Testosteron düzeyleri→ RadiolImmunoAssay (RIA) yöntemi ile, Plazma 17-OH Progesteron düzeyleri→ Radio ImmunoAssay (RIA) yöntemi ile, Plazma D Vitamini düzeyleri → Yüksek Performanslı Likit Kromatografi (HPLC) metodu ile, Plazma ADH (AVP) düzeyleri→ Enzim-Linked ImmunoAssay (ELISA) metodu ile (USCNLife,China) analiz edilmiştir.

### 3.2.6. Radyolojik Ölçümler

Deneklerin sağ ve sol elleri dorsal yüzeyi Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastahanesi'nde uzmanlar tarafından 55kvp, 100 cm mesafeden el-bilek grafisi çekilmiştir. Her iki elin 2 ve 4. parmak uzunluğu 0.01 mm hassasiyetle ölçülmüştür (metacarpofalangeal eklem ortası ile parmağın distal ucu arasındaki mesafe).



**Resim 2.** El bilek radyografisinin çekilmesi



**Resim 3.** El bilek radyografisinin görüntülenmesi

#### 3.2.6.1. 2D:4D Oranının Belirlenmesi

Röntgen filmlerinden belirlenen 2 ve 4. parmak boy uzunluklarının birbirine bölünmesi (2. parmak uzunluğu / 4. parmak

uzunluğu) sonucu 2D:4D oranı tespit edildi. Ölçümler güvenilirliği sağlayabilmek için aynı kişi tarafından ikişer kez yapılmıştır.

### 3. 3. Verilerin Analizi

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS 15 istatistik paket programı kullanıldı.

1- Tanımlayıcı istatistik olarak verilerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları hesaplandı.

2- Spor branşları ve sedanterler için kan, hormon, parmak oranı ve performans özellikleri arasındaki ilişkiler hesaplanmıştır. Normal dağılım varsayımını sağlayan veriler için Pearson Korelasyon katsayısı, normal dağılım varsayımını sağlamayan veriler için Spearman sıra korelasyon katsayısı hesaplanmıştır ve bunlardan anlamlı olanları 0.05 anlamlılık düzeyinde (\*) ile 0.01 anlamlılık düzeyinde (\*\*) ile gösterilmiştir.

Branşlar arasında farklılığın olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmıştır.

Parametrik bir varyans analizi testi olan F testi için gerekli varsayımlar normal dağılım varsayımı ve homojen varyans varsayımıdır.

İlgili özellik bakımından veriler ilk önce ayrı ayrı Kolmogorov-Smirnov testi ile normal dağılıma uygun olup olmadığı test edilmiştir. Sonra verilerin ilgili özellik bakımından homojen varyans varsayımını sağlayıp sağlamadığı Levene testi ile test edilmiştir. Bu iki varsayımı sağlayan veriler için ANOVA (F Testi) yapılmıştır. Bunlardan en az birini sağlayamayan veriler için F Testinin parametrik olmayan bir alternatifi olan Kruskal Wallis H Testi uygulanmış ve branşlar arası fark olup olmadığı istatistiksel olarak test edilmiştir. Branşlar arası farklılık varsa Scheffe (post hoc) testi ile branşlar ikili olarak karşılaştırılmış ve hangi branşların ilgili özellik bakımından birbirlerinden farklılık gösterdiği istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Branşların tamamı ve ayrı ayrı her biri ile sedanterlerin ikili olarak karşılaştırılmasında t testi ve Mann-Whitney testi kullanılmıştır. Parametrik bir test olan t testi için gerekli varsayım verinin normal dağılımdan gelmesidir (normallik varsayımı). Buna dayalı olarak her veriye Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmış ve bu verilerin normallik varsayımını sağlayıp sağlamadıkları belirlenmiştir. Normallik varsayımını sağlayan veriler için t testi, sağlamayanlar için Mann-Whitney testi uygulanmış ve 0.05 anlamlılık düzeyinde farklılık gösteren ikili çiftler (branş-sedanter) (\*) ile 0.01 anlamlılık düzeyinde farklılık gösteren çiftler (\*\*) ile gösterilmiştir.



#### 4. BULGULAR

**Tablo 1. Grupların Tanımlayıcı İstatistik Değerleri**

	Yaş (yıl)	Sp Yaşı (yıl)	Boy (cm)	Kilo (kg)	VYO (%)	BKI
<b>ATLETİZM n=7</b>	19,43±0,98	8,29±1,70	169,57±8,81	58,14±7,43	19,47±6,86	20,07±2,40
<b>BOKS n=9</b>	20,56±3,40	7,22±2,99	163,44±5,96	53,78±9,23	16,51±6,70	20,79±2,66
<b>FUTBOL n=18</b>	18,78±2,13	5,06±2,65	164,17±6,33	54,24±13,74	23,12±4,95	21,38±1,59
<b>HALTER n=7</b>	17,29±1,50	5,00±2,00	159,57±3,60	56,29±4,03	21,33±4,48	23,33±1,92
<b>HENTBOLn=14</b>	23,07±2,89	12,21±2,61	172,21±6,53	60,93±6,76	14,26±4,48	20,39±1,99
<b>TAEKWON=10</b>	20,30±1,83	10,50±3,14	162,40±4,03	53,40±4,79	18,34±4,74	20,52±1,99
<b>VOLEYBOLn=12</b>	21,42±3,32	10,25±2,96	181,00±6,11	65,17±5,29	13,83±3,50	19,30±0,86
<b>SEDANter n=26</b>	20,81±1,67	0±0	164,62±5,84	54,58±4,52	22,53±4,75	20,62±1,54
<b>DENEY GRn=77</b>	20,30±3,00	8,42±3,78	168,01±9,01	57,54±9,46	18,17±6,01	20,75±2,04

Çalışmaya katılan grupların yaş, spor yaşı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, Vücut Yağ Oranı ve Beden Kitle İndeksi ortalamaları tabloda verilmiştir.

**Tablo 2. Grupların Sağ-Sol El 2D:4D Oranı Değerlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Branşlar Arası Karşılaştırılması**

	Sağ 2D:4D	Sol 2D:4D
Atletizm n=7 (a)	0.92±0.01 <sup>h</sup>	0.93±0.01 <sup>h</sup>
Boks n=9 (b)	0.93±0.02 <sup>h</sup>	0.93±0.02 <sup>h</sup>
Futbol n=18 (c)	0.93±0.02 <sup>h</sup>	0.93±0.02
Halter n=7 (d)	0.94±0.03	0.93±0.03
Hentbol n=14 (e)	0.93±0.01 <sup>h</sup>	0.92±0.02 <sup>h</sup>
Taekwondo n=10 (f)	0.92±0.02 <sup>h</sup>	0.93±0.01 <sup>h</sup>
Voleybol n=12 (g)	0.92±0.02 <sup>h</sup>	0.92±0.02 <sup>h</sup>
Sedanter n=26 (h)	0.95±0.02 <sup>a,b,c,e,f,g,i</sup>	0.95±0.02 <sup>a,b,e,f,g,i</sup>
Deney grubu n=77 (ı)	0.93±0.02 <sup>h</sup>	0.93±0.02 <sup>h</sup>

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Grupların sağ-sol el 2D:4D oranı branşlar arası karşılaştırıldığında: Sağ 2D:4D oranı karşılaştırmasında, sedanterler ile atletizm, hentbol, taekwondo, voleybolcular ve deney grubunun tamamı (p<0.01), boksör ve futbolcularda (p<0.05),

Sol 2D:4D oranı karşılaştırmasında, sedanterler ile hentbol, taekwondo, voleybol ve deney grubunun tamamı (p<0.01), atletizm ve boksörler (p<0.05) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir.

**Tablo 3. Grupların Hormon Değerlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Branşlar Arası Karşılaştırılması**

	TSH	E2	ST	P	KORTIZOL	DHEA-S	ALD	GH	AVP
<b>ATLETİZM n=7 (a)</b>	1.88±0.66	201.21±125.87	1.57±0.53	2.48±1.24	13.73±6.37	236.86±80.75	237.86±182.44	10.57±8.53	14,37±24,88
<b>BOKS n=9 (b)</b>	2.19±0.94	164.39±188.39	1.19±0.60 <sup>c,h</sup>	1.60±1.40	11.66±3.87	167.18±90.11	202.00±105.68	6.20±3.66	9,94±9,06
<b>FUTBOL n=18 (c)</b>	2.55±0.87	97.68±75.50 <sup>h</sup>	2.13±0.63 <sup>b,e,f,g</sup>	1.54±0.85	13.79±4.73	172.54±104.81	204.21±89.55	7.73±5.16	18,23±29,41
<b>HALTER n=7 (d)</b>	2.58±1.09	153.08±86.58	2.09±0.50	1.92±0.60	9.23±1.26 <sup>h</sup>	140.60±64.51 <sup>h</sup>	171.11±94.91	6.90±4.13	19,85±31,39
<b>HENTBOLn=14 (e)</b>	1.92±1.22	154.34±102.69	1.40±0.40 <sup>c,h</sup>	1.89±1.35	10.55±6.26 <sup>h</sup>	170.78±67.29 <sup>h</sup>	228.68±225.15	42.78±152.90	26,21±28,29
<b>TAEKWOn=10 (f)</b>	2.71±1.15	124.99±96.00	1.31±0.34 <sup>c,h</sup>	2.13±1.38	14.02±7.18	183.85±55.76	215.56±71.65	4.96±3.93	14,30±22,21
<b>VOLEYBOLn=12(g)</b>	1.75±1.06	111.93±77.50	1.28±0.35 <sup>c,h</sup>	1.43±1.00	7.95±2.60 <sup>h</sup>	186.04±63.45	276.37±177.74	4.37±2.38	19,67±26,60
<b>SEDANTERn=26(h)</b>	2.12±1.24	167.37±149.29 <sup>c</sup>	1.79±0.57 <sup>b,e,f,g,h,i</sup>	2.04±1.24	13,71±4.98 <sup>d,e,g,i</sup>	217.15±71.78 <sup>d,e,i</sup>	229.49±128.71	6.80±6.43	13,29±23,61
<b>DENEY GRn=77 (i)</b>	2.23±1.05	135.99±107.93	1.59±0.61 <sup>h</sup>	1.79±1.14	11.65±5.37 <sup>h</sup>	178.11±79.84 <sup>h</sup>	221.17±144.99	13.22±64.93	18,22±25,50

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Grupların hormon değerleri branşlar arası karşılaştırıldığında:

E2'de futbolcular ile sedanterler arasında (p<0.05), ST de sedanterlerle boksörler, hentbolcular, taekwondocular, voleybolcular ve deney grubunun tamamıyla arasında (p<0.05), futbolcularla boksörler, voleybolcular (p<0.01), hentbolcular ve tekvandocular arasında (p<0.05) Kortizol'da sedanterler ile halterciler, hentbolcular (p<0.05), voleybolcular ve deney grubunun tamamı arasında (p<0.05), DHEA-S'de sedanterler ile halterciler, hentbolcular ve deney gurubunun tamamı arasında (p<0.05), istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir.

**Tablo 4. Grupların Vitamin Mineral Düzeyi Değerlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Branşlar Arası Karşılaştırılması**

	<b>FERRİTİN</b>	<b>VİT B-12</b>	<b>FOLİKASİT</b>	<b>VİT D</b>
<b>ATLETİZM n=7 (a)</b>	11.50±8.48	334.71±127.06	8.17±2.37	18.37±7.90 <sup>g,e</sup>
<b>BOKS n=9 (b)</b>	14.83±13.64	418.11±118.77	9.50±5.86	25.68±17.03 <sup>h,d,g</sup>
<b>FUTBOL n=18 (c)</b>	20.02±14.59 <sup>h</sup>	297.94±84.53	10.08±4.71	16.47±6.57 <sup>e,g</sup>
<b>HALTER n=7 (d)</b>	9.37±4.71	347.68±180.07	8.85±3.10	7.39±5.08 <sup>h,b,e,g</sup>
<b>HENTBOL n=14 (e)</b>	19.16±10.66 <sup>h</sup>	328.50±99.16	8.88±2.90	34.87±11.01 <sup>h,a,c,d,f</sup>
<b>TAEKWONDO n=10 (f)</b>	21.73±23.98	368.20±129.84	8.15±3.91	9.99±4.20 <sup>h,e,g</sup>
<b>VOLEYBOL n=12 (g)</b>	25.99±15.50 <sup>h</sup>	339.42±94.47	9.54±3.79	36.23±5.43 <sup>h,a,b,c,d,f</sup>
<b>SEDANTER n=26 (h)</b>	11.92±10.34 <sup>c,e,g,i</sup>	319.88±146.50	8.37±3.18	16.72±8.34 <sup>b,d,e,f,g,i</sup>
<b>DENEY GRUBU n=77 (i)</b>	18.67±14.89 <sup>h</sup>	341.00±114.74	9.17±3.95	22.48±13.61 <sup>h</sup>

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Grupların vitamin ve mineral düzeyi değerleri branşlar arası karşılaştırıldığında:

Ferritinde, sedanterlerle voleybolcular arasında (p<0.01), futbolcular, hentbolcular, ve deney grubunun tamamı arasında (p<0.05) fark olduğu;

VİT D'de sedanterlerle halterciler, hentbolcular, voleybolcular arasında (p<0.01) ve tekvandocular, boksörler, deney grubunun tamamı arasında (p<0.05), voleybolcular ile atletler (p<0.05), futbolcular, halterciler, tekvandocular arasında (p<0.01), hentbolcular ile atletler (p<0.05), futbolcular, halterciler ve tekvandocular arasında (p<0.01), istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir.

**Tablo 5. Grupların Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Branşlar Arası Karşılaştırılması**

	PP	AP	MP	30m. Sprint
<b>ATLETİZM n=7 (a)</b>	9.21±0.69 <sup>b,h</sup>	6.88±0.42 <sup>b,h</sup>	4.14±1.01 <sup>h</sup>	4.02±0.18 <sup>b,c,d,e,f,g,h</sup>
<b>BOKS n=9 (b)</b>	7.24±0.69 <sup>a,c,g</sup>	5.69±0.54 <sup>a</sup>	2.53±1.22	4.72±0.40 <sup>a,h</sup>
<b>FUTBOL n=18 (c)</b>	8.85±0.73 <sup>b,h</sup>	6.53±0.61 <sup>h</sup>	2.46±1.79	4.57±0.32 <sup>a,h</sup>
<b>HALTER n=7 (d)</b>	8.37±0.85 <sup>h</sup>	6.28±0.37 <sup>h</sup>	2.79±2.18	5.00±0.31 <sup>a</sup>
<b>HENTBOL n=14 (e)</b>	8.52±0.98 <sup>h</sup>	6.48±0.65 <sup>h</sup>	4.04±1.35 <sup>h</sup>	4.67±0.19 <sup>a,h</sup>
<b>TAEKWONDO n=10 (f)</b>	8.52±1.20 <sup>h</sup>	6.34±0.78 <sup>h</sup>	3.70 ±1.25 <sup>h</sup>	4.68±0.16 <sup>a,h</sup>
<b>VOLEYBOL n=12 (g)</b>	8.85±0.74 <sup>b,h</sup>	6.49±0.45 <sup>h</sup>	3.61±1.13 <sup>h</sup>	4.71±0.24 <sup>a,h</sup>
<b>SEDANTER n=26 (h)</b>	7.31±1.63 <sup>a,c,d,e,f,g,i</sup>	5.36±0.91 <sup>a,c,d,e,f,g,i</sup>	2.52±1.30 <sup>a,e,f,g,i</sup>	5.31±0.45 <sup>a,b,c,e,f,g,i</sup>
<b>DENEY G n=77 (ı)</b>	8.55±0.98 <sup>h</sup>	6.40±0.63 <sup>h</sup>	3.28±1.57 <sup>h</sup>	4.63±0.34 <sup>h</sup>

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Tablo 5' de bulguları sunulan grupların wingate ve 30 m. sprint performans değerleri branşlar arası karşılaştırıldığında

PP'de sedanterler ile atletler, futbolcular, hentbolcular, tekvandocular voleybolcular ve deney grubunun tamamı arasında (p<0.01), halterciler ile (p<0.05), boksörlerin atletler, futbolcular (p<0.01) ve voleybolcular arasında (p<0.05) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmektedir.

AP'de sedanterler ile atletler, futbolcular, halterciler, hentbolcular, tekvandocular, voleybolcular ve deney grubunun tamamı arasında (p<0.01), atletlerle boksörler arasında (p<0.05) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmektedir.

MP'de sedanterler ile atletler, hentbolcular (p<0.01), tekvandocular, voleybolcular ve deney grubunun tamamı arasında (p<0.05) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmektedir.

30m Sprintte sedanterler ile diğer grupların tamamı arasında (p<0.01) ve atletler ile diğer grupların tamamı arasında (p<0.01) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmektedir.

**Tablo 6. Tüm Gruplar İçin Sağ El 2D:4D Oranı İle Hormonlar Arasındaki İlişki**

	TSH	E2	ST	P	C	DHEA-S	ALD	GH	ADH
<b>Atletizm</b>	0.097	-0.477	-0.517	-0.133	0.393	-0.456	0.035	-0.258	0.561
<b>Boks</b>	0.025	0.052	0.325	-0.027	-0.357	0.093	0.551	0.073	-0.350
<b>Futbol</b>	0.260	-0.047	0.296	0.337	0.214	0.331	0.045	0.174	-0.097
<b>Halter</b>	-0.377	0.195	0.097	0.364	0.546	0.267	0.262	0.216	-0.038
<b>Hentbol</b>	0.484	0.084	0.180	-0.105	0.277	0.411	0.228	-0.309	-0.107
<b>Tekvando</b>	0.146	-0.070	-0.409	0.192	0.212	-0.503	0.463	-0.166	-0.150
<b>Voleybol</b>	0.239	-0.568	0.397	-0.169	-0.163	0.349	0.057	-0.326	-0.271
<b>Sedanter</b>	0.067	-0.216	-0.408*	-0.298	-0.226	-0.167	-0.143	0.029	-0.185
<b>Deney gr</b>	0.186	-0.070	0.242*	0.048	0.139	0.128	0.097	-0.093	-0.033

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Tüm gruplar için sağ el 2D:4D oranı ile hormon değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında sedanter ile deney grubunun tamamında sağ el 2D:4D oranı ile ST arasında istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde ilişki olduğu tespit edildi

**Tablo 7. Tüm Gruplar İçin Sol El 2D:4D Oranı İle Hormonlar Arasındaki İlişki**

	TSH	E2	ST	P	C	DHEA-S	ALD	GH	ADH
<b>Atletizm</b>	-0.399	0.114	-0.446	-0.416	0.212	-0.565	0.399	0.432	0.309
<b>Boks</b>	0.166	0.087	0.134	0.210	0.104	-0.090	0.326	0.361	-0.472
<b>Futbol</b>	-0.118	0.095	0.252	0.084	0.186	0.569*	0.660	0.469	0.152
<b>Halter</b>	-0.303	0.319	-0.280	0.256	0.104	0.468	-0.031	-0.055	-0.202
<b>Hentbol</b>	0.469	0.030	0.388	-0.350	0.179	0.455	0.171	-0.205	-0.240
<b>Tekvando</b>	0.435	-0.385	-0.308	-0.212	0.479	-0.601	-0.354	0.036	0.022
<b>Voleybol</b>	0.068	-0.460	0.313	-0.112	-0.114	0.401	0.089	-0.411	-0.248
<b>Sedanter</b>	-0.054	-0.109	-0.159	-0.230	-0.181	0.006	-0.155	-0.094	-0.398*
<b>Deney g</b>	0.140	-0.026	0.191	-0.087	0.198	0.273*	0.089	-0.099	-0.079

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Tüm gruplar için sol el 2D:4D oranı ile hormon değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında futbolcularda ve deney grubunun tamamında sol el 2D:4D oranı ile DHEA-S arasında ve sedanterler ile ADH hormonu arasında istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde ilişki olduğu tespit edildi.

**Tablo 8. Sağ-Sol El 2. ve 4. Parmak Boyları İle E2 ve ST Hormonu İlişkisi**

	Sağ 2		Sağ 4		Sol 2		Sol 4	
	E2	ST	E2	ST	E2	ST	E2	ST
<b>Atletizm</b>	0.354	-0.871*	0.474	-0.844**	0.385	-0.882**	0.421	-0.875**
<b>Boks</b>	0.224	0.092	0.189	-0.013	0.034	0.202	-0.005	0.126
<b>Futbol</b>	-0.076	-0.054	-0.071	-0.181	-0.058	-0.110	-0.076	-0.204
<b>Halter</b>	0.114	-0.283	-0.095	-0.224	0.164	-0.470	-0.042	-0.233
<b>Hentbol</b>	-0.249	-0.182	-0.244	-0.233	-0.251	-0.124	-0.269	-0.326
<b>Tekvando</b>	0.630	-0.360	0.688*	-0.181	0.642*	-0.368	0.706*	-0.270
<b>Voleybol</b>	0.053	-0.469	0.243	-0.628*	0.006	-0.446	-0.234	-0.407
<b>Sedanter</b>	-0.152	-0.075	-0.099	0.068	-0.123	-0.014	-0.112	0.033
<b>Deney grb</b>	-0.084	0.073	-0.077	0.022	-0.110	0.068	-0.126	0.037

Sağ-Sol el 2. ve 4. parmak boyları ile Estradiol ve Serbest Testesteron hormonu ilişkisine bakıldığında atletlerde Sağ el 2. parmak boyu ile ST ( $p<0.05$ ) ve Sağ el 4. parmak boyu ile ST ( $p<0.01$ ), Sol el 2. ve 4. parmak boyları ile ST ( $p<0.01$ ), tekvandocularda Sağ el 4. parmak boyu ile E2 Sol el 2. Ve 4. parmak boyları ile E2 ( $p<0.05$ ), voleybolcularda Sağ el 4. parmak boyu ile ST ( $p<0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 9. Tüm Gruplar İçin Sağ ve Sol El 2D:4D Oranı İle Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerleri Arasındaki İlişki**

	Sağ el 2D:4D				Sol el 2D:4D			
	PP	AP	MP	30m	PP	AP	MP	30m
<b>Atletizm</b>	-0.397	-0.569	-0.863*	-0.059	-0.339	-0.075	-0.325	0.687
<b>Boks</b>	0.360	0.434	0.154	-0.284	0.647	0.683*	0.472	-0.680*
<b>Futbol</b>	-0.395	-0.184	0.284	0.050	-0.293	-0.200	0.081	0.087
<b>Halter</b>	0.323	0.649	0.321	-0.015	0.427	0.606	0.051	-0.438
<b>Hentbol</b>	-0.121	-0.246	-0.477	0.298	-0.188	-0.517*	-0.688**	0.569*
<b>Tekvando</b>	0.340	0.172	-0.288	0.272	0.348	0.348	-0.635*	0.063
<b>Voleybol</b>	0.090	-0.031	0.160	-0.544	0.074	0.083	0.201	-0.541
<b>Sedanter</b>	0.233	0.278	0.236	-0.107	-0.005	0.079	0.303	-0.342
<b>Deney grb</b>	-0.036	-0.035	-0.029	0.089	-0.005	-0.055	-0.133	-0.073

\*\*  $p<0.01$ , \*  $p<0.05$

Tüm gruplar için sağ ve sol el 2D:4D oranı ile performans arasındaki ilişkiye bakıldığında Atletlerde Sağ el 2D:4D oranı ile MP ( $p<0.05$ ), boksörlerde Sol el 2D:4D oranı ile AP ( $p<0.05$ ), hentbolcularda Sol el 2D:4D oranı ile AP, 30m sprint derecesinde ( $p<0.05$ ) ve MP ( $p<0.01$ ), tekvandocularda Sol el 2D:4D oranı ile MP ( $p<0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 10. Grupların Hormon Değerlerinin Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerleri İle İlişkisi**

		ATLETİZM	BOKS	FUTBOL	HALTER	HENTBOL	TAEKW	VOLEYBOL	SEDANT	D. Grubu
TSH	PP	-0.307	0.169	0.036	-0.403	-0.072	0.057	0.165	0.025	-0.031
	AP	-0.137	0.225	0.160	-0.816*	-0.122	-0.053	-0.274	0.086	-0.090
	MP	-0.030	-0.145	0.387	-0.178	-0.249	-0.750*	-0.014	-0.073	-0.158
E2	30m	-0.672	-0.582	0.173	0.062	0.767**	0.392	0.249	0.184	0.147
	PP	-0.338	0.159	-0.094	0.476	0.068	0.418	0.466	-0.032	0.072
	AP	0.251	0.047	-0.111	0.046	0.163	0.513	0.591*	-0.030	0.132
ST	MP	0.590	-0.508	-0.216	-0.250	-0.299	0.529	0.227	-0.168	-0.019
	30m	-0.224	-0.320	-0.040	0.493	-0.052	0.079	0.615	0.221	-0.081
	PP	0.313	-0.254	0.360	-0.305	0.184	-0.472	-0.242	0.253	0.141
P	AP	0.460	-0.030	0.353	0.184	0.043	-0.225	-0.505	0.206	0.164
	MP	0.537	0.498	-0.084	0.849*	-0.361	0.353	-0.437	-0.018	-0.081
	30m	-0.287	-0.077	0.070	0.147	0.083	-0.093	0.152	-0.078	0.012
C	PP	-0.558	-0.164	-0.428	0.553	0.171	0.242	0.060	-0.056	0.030
	AP	-0.436	-0.265	-0.590*	0.154	0.348	0.433	0.106	-0.044	0.056
	MP	0.023	0.334	-0.267	-0.151	0.245	0.537	-0.377	-0.289	0.116
DHEA-S	30m	-0.584	0.080	0.129	0.693	0.184	-0.103	0.334	0.383	-0.013
	PP	-0.314	0.361	0.141	-0.509	0.074	-0.517	-0.153	-0.389*	-0.057
	AP	0.018	0.435	0.169	0.133	0.131	-0.750*	-0.271	-0.299	-0.043
ALD	MP	-0.093	0.208	0.200	0.555	0.016	-0.621	0.093	-0.163	-0.047
	30m	-0.325	-0.328	-0.025	0.163	-0.258	0.523	-0.080	-0.054	-0.185
	PP	0.375	-0.555	-0.149	-0.017	0.102	-0.194	-0.199	-0.033	-0.006
GH	AP	0.490	-0.327	0.104	-0.015	-0.078	0.013	-0.268	-0.078	0.062
	MP	0.557	0.287	0.086	0.454	-0.573*	0.124	-0.048	-0.230	0.122
	30m	-0.443	0.071	-0.211	-0.282	-0.038	-0.190	0.040	0.036	-0.256*
ADH	PP	-0.823*	0.020	-0.050	0.260	0.369	-0.113	-0.266	-0.125	0.048
	AP	-0.287	0.092	0.309	-0.286	0.295	0.004	-0.330	-0.276	0.095
	MP	0.006	-0.472	0.361	0.213	0.034	0.350	-0.719**	-0.264	0.030
ADH	30m	-0.141	-0.304	0.276	0.667	0.571*	0.224	0.052	0.220	0.017
	PP	-0.392	0.639	-0.199	-0.402	-0.176	-0.751*	0.040	-0.088	-0.123
	AP	-0.080	0.669*	-0.203	0.340	-0.042	-0.793**	-0.214	-0.060	-0.062
ADH	MP	0.200	0.343	-0.071	-0.026	-0.042	-0.162	0.135	0.024	0.091
	30m	0.308	-0.639	0.221	-0.116	-0.288	0.462	0.021	-0.042	0.058
	PP	-0.050	-0.295	0.110	-0.425	-0.465	-0.018	-0.331	0.307	-0.108
ADH	AP	-0.333	-0.147	-0.083	0.587	-0.346	0.257	-0.059	0.399*	-0.008
	MP	-0.637	-0.637	-0.417	0.716	-0.109	0.464	0.179	0.099	0.003
	30m	0.296	0.151	-0.163	0.162	-0.034	-0.634*	-0.170	-0.131	-0.270*

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Grupların hormon değerlerinin performans değerleri ile ilişkisine bakıldığında atletizmde ALD ile PP arasında (p<0.05), boksta GH ile AP arasında (p<0.05), futbolcularda P ve AP arasında (p<0.05), Haltercilerde TSH ile

AP ve SRT ile MP arasında ( $p<0.05$ ), hentbolcularda TSH ile 30m ( $p<0.01$ ), DHEA-S ile MP, ALD ve 30m ( $p<0.05$ ) arasında, tekvandoculara TSH ile MP, C ile AP, Gh ile PP ( $p<0.05$ ) ve GH ile AP ( $p<0.01$ ) arasında, voleybolcularda E2 ile AP ( $p<0.05$ ) ve ALD ile MP ( $p<0.01$ ) arasında, sedanterlerde C ile PP ( $p<0.05$ ) arasında, Deney grubunun tamamında DHEA-S ile 30m ( $p<0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir.

**Tablo 11. Grupların Vitamin ve Mineral Değerleri İle Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerleri ile İlişkisi**

		ATLETİZM	BOKS	FUTBOL	HALTER	HENTBOL	TAEKW	VOLEYBOL	SEDANTER	DENEY GRB
FE	PP	0.542	-0.031	-0.024	-0.262	-0.288	-0.142	0.287	0.008	0.066
	AP	0.370	-0.090	0.075	0.200	0.285	-0.165	0.134	-0.045	0.059
	MP	0.059	-0.628	0.244	0.203	0.315	0.090	0.306	-0.010	0.126
	30m	-0.487	0.500	-0.376	0.684	-0.251	-0.342	-0.095	0.004	-0.047
B 12	PP	-0.585	0.634	-0.205	0.423	-0.291	-0.414	0.069	0.134	-0.211
	AP	-0.270	0.595	-0.091	0.588	-0.352	-0.411	0.200	-0.004	-0.155
	MP	-0.362	0.595	0.025	-0.019	-0.150	0.196	0.305	0.080	0.067
	30m	0.026	-0.572	-0.054	0.569	0.353	0.121	-0.179	-0.202	0.038
FOLİK ASİT	PP	0.474	0.041	0.241	-0.152	0.120	-0.099	0.442	-0.049	0.097
	AP	-0.175	-0.100	0.165	0.034	0.365	0.062	0.177	-0.181	0.086
	MP	-0.380	-0.700*	0.220	-0.453	0.428	0.595	-0.002	-0.109	-0.024
	30m	0.465	0.260	-0.054	-0.644	-0.390	-0.499	0.660*	-0.012	0.043
VİT D	PP	-0.166	0.704*	0.031	-0.482	0.267	0.116	-0.211	0.667**	0.062
	AP	-0.356	0.748*	-0.074	-0.087	0.224	-0.001	-0.411	0.599**	0.080
	MP	-0.179	0.219	-0.002	-0.412	-0.084	-0.300	-0.098	0.164	0.151
	30m	0.267	-0.499	-0.218	-0.659	0.157	-0.192	0.003	-0.153	-0.101

\*\*  $p<0.01$ , \*  $p<0.05$

Tüm grupların vitamin ve mineral değerlerinin performans ile ilişkisine bakıldığında boksörlerde folik asit ile MP arasında ( $p<0.05$ ), VİT D ile PP ve AP arasında ( $p<0.05$ ), voleybolcularda folik asit ile 30m arasında ( $p<0.05$ ), sedanterlerde VİT D ile PP ve AP arasında ( $p<0.01$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



**Tablo 12. Takım Sporcuları ve Ferdi Sporcuların Hormon Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	<b>TSH</b>	<b>E2</b>	<b>ST</b>	<b>P</b>	<b>C</b>	<b>DHEA-S</b>	<b>ALD</b>	<b>GH</b>
<b>Tk Sporcuları</b>	2,13±1,08	119.59±87.11	1.66±0.63	1.62±1.06	11.17±5.32	175.66±82.36	231.68±165.69	17.97±85.88
<b>Ferdi Sporcular</b>	2.36±1	157.86±129.87	1.50±0.58	2.02±1.22	12.30±5.45	181.37±77.48	207.17±112.63	6.90±5.37
<b>t</b>	0.96	1.55	-1.19	1.52	0.91	0.31	-0.73	U= -1.28

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Takım sporcuları ve ferdi sporcuların hormon değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmektedir.

**Tablo 13. Takım Sporcuları Ve Sedanterin Hormon Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	<b>TSH</b>	<b>E2</b>	<b>ST</b>	<b>P</b>	<b>C</b>	<b>DHEA-S</b>	<b>ALD</b>	<b>GH</b>
<b>Tk Sporcuları</b>	2.13±1.08	119.59±87.11	1.66±0.63	1.62±1.06	11.17±5.32	175.66±82.36	231.68±165.69	17.97±85.88
<b>Sedanterler</b>	2.12±1.24	167.37±149.29	1.79±0.57	2.04±1.24	13.71±4.98	217.15±71.78	229.49±128.71	6.80±6.43
<b>t</b>	0.05	-1.69	-0.84	-1.51	-1.98*	-2.13*	0.06	U=-0.21

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Takım sporcuları ve sedanterlerin hormon değerleri karşılaştırıldığında C ve DHEA-S değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) fark olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 14. Ferdi Sporcular Ve Sedanterlerin Hormon Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	<b>TSH</b>	<b>E2</b>	<b>ST</b>	<b>P</b>	<b>C</b>	<b>DHEA-S</b>	<b>ALD</b>	<b>GH</b>
<b>Ferdi Sporcular</b>	2.36±1.00	157.86±128.87	1.50±0.58	2.02±1.22	12.30±5.45	181.37±77.48	207.17±112.63	6.90±5.37
<b>Sedanterler</b>	2.12±1.24	167.37±149.29	1.79±0.57	2.04±1.24	13.71±4.98	217.15±71.78	229.49±128.71	6.80±6.43
<b>t</b>	0.84	-0.26	-1.94	-0.08	-1.03	-1.82	-0.71	U=-0.49

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Ferdi sporcular ve sedanterlerin hormon değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

**Tablo 15. Takım Sporcuları ve Ferdi Sporcuların Wingate ve 30 m. sprint Performans Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	PP	AP	MP	30 m.
<b>Takım Sporcuları</b>	8.74±0.82	6.50±0.57	3.28±1.62	4.64±0.26
<b>Ferdi Sporcular</b>	8.28±1.12	6.26±0.69	3.28±1.52	4.62±0.43
<b>t</b>	-2.08*	-1.68	0.01	-0.23

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Takım sporcuların ve ferdi sporcuların performans değerleri karşılaştırıldığında PP değerinde istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde fark tespit edilmiştir.

**Tablo 16. Takım Sporcular İle Ferdi Sporcularının Vitamin ve Mineral Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	FERRİTİN	B 12	FOLİK ASİT	VİT D
<b>Takım Sporcuları</b>	21.37±13.72	318.98±91.71	9.55±3.90	27.72±12.29
<b>Ferdi Sporcular</b>	15.06±15.80	370.36±135.68	8.67±4.01	15.49±12.20
<b>t</b>	-1.68	1.98*	-0.96	-4.33*

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Takım sporcuların ve ferdi sporcuların vitamin değerleri karşılaştırıldığında B12 ve VİT D değerlerinde istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde fark tespit edilmiştir.

**Tablo 17. Takım Sporcuları ve Ferdi Sporcuların Sağ Sol 2D:4D Oranı Karşılaştırması**

	Sağ 2D:4D	Sol 2D:4D
<b>Takım Sporcuları</b>	0.93±0.02	0.93±0.02
<b>Ferdi Sporcular</b>	0.93±0.02	0.93±0.02
<b>t</b>	0.29	0.21

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Takım sporcuların ve ferdi sporcuların sağ sol 2D:4D oranı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmektedir.

**Tablo 18. Takım Sporcuları ve Sedanterlerin Wingate ve 30 m. sprint Performans Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	PP	AP	MP	30 m.
<b>Takım Sporcuları</b>	8.74±0.82	6.50±0.57	3.28±1.62	4.64±0.26
<b>Sedanterler</b>	7.31±1.63	5.36±0.91	2.52±1.30	5.31±0.45
<b>t</b>	4.89**	6.44**	2.01*	-7.86**

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Takım sporcuların ve sedanterlerin performans değerleri karşılaştırıldığında PP, AP ve 30m değerlerin 0.01 anlamlılık düzeyinde MP değerlerinde 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak fark olduğu tespit edildi.

**Tablo 19. Takım Sporcuları ve Sedanterlerin Vitamin ve Mineral Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	FERRİTİN	B 12	FOLİK ASİT	VİT D
<b>Takım Sporcuları</b>	21.37±13.72	318.98±91.71	9.55±3.90	27.72±12.29
<b>Sedanterler</b>	11.92±10.34	319.88±146.50	8.37±3.18	16.72±8.34
<b>t</b>	3.04**	-0.03	1.31	4.04

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Takım sporcuların ve sedanterlerin vitamin değerleri karşılaştırıldığında Ferritin değerinde istatistiksel olarak anlamlı (p<0.01) bir fark olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 20. Takım Sporcuları ve Sedanterlerin Sağ ve Sol 2D:4D Oranı Karşılaştırması**

	Sağ 2D:4D	Sol 2D:4D
<b>Takım sporcuları</b>	0.93±0.02	0.93±0.02
<b>Sedanterler</b>	0.95±0.02	0.95±0.02
<b>t</b>	-4.47**	-3.40**

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Takım sporcuların ve sedanterlerin sağ sol 2D:4D oranı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak 0.01 anlamlılık düzeyinde fark olduğu tespit edildi.

**Tablo 21. Ferdi Sporcular ve Sedanterin Wingate ve 30 m. Sprint Performans Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	PP	AP	MP	30 m.
<b>Ferdi Sporcular</b>	8.28±1.12	6.26±0.69	3.28±1.52	4.62±0.43
<b>Sedanterler</b>	7.31±1.63	5.36±0.91	2.52±1.30	5.31±0.45
<b>t</b>	2.71**	4.30**	2.02*	-5.92**

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Ferdi sporcuların ve sedanterlerin performans değerleri karşılaştırıldığında PP, AP ve 30m değerlerin 0.01 anlamlılık düzeyinde MP değerlerinde istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde fark olduğu tespit edildi.

**Tablo 22. Ferdi Sporcular ve Sedanterin Vitamin ve Mineral Değerlerinin Ortalamaları ve Karşılaştırması**

	FERRİTİN	B 12	FOLİK ASİT	VİT D
<b>Ferdi Sporcular</b>	15.06±15.80	370.36±135.68	8.67±4.01	15.49±12.20
<b>Sedanterler</b>	11.92±10.34	319.88±146.50	8.37±3.18	16.72±8.34
<b>t</b>	0.88	1.37	0.32	-0.44

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Ferdi sporcuların ve sedanterlerin vitamin değerleri karşılaştırıldığında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 23. Ferdi Sporcular ve Sedanterlerin Sağ Sol 2D:4D Oranı Karşılaştırması**

	Sağ 2D:4D	Sol 2D:4D
<b>Ferdi Sporcular</b>	0.93±0.02	0.93±0.02
<b>Sedanterler</b>	0.95±0.02	0.95±0.02
<b>t</b>	-4.02**	-3.58**

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Ferdi sporcuların ve sedanterlerin sağ sol 2D:4D oranı karşılaştırıldığında 0.01 anlamlılık düzeyinde fark olduğu tespit edildi.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışma, elit düzeyde spor yapan farklı branşlardaki bayan sporcuların, 2D:4D oranının sportif performans ve sportif performansa etki eden endokrinolojik parametrelerden TSH, Serbest Testesteron, Estradiol, DHEA-S Progesteron, GH, Aldesteron, ADH vitamin ve minarelerden VitD, B<sub>12</sub>, Folik Asit ve Ferritin ile ilişkisinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Araştırmaya farklı olimpik spor branşlarından 77 elit bayan sporcu ve 26 sedanter bayan üniversite öğrencisi olmak üzere toplam 103 denek katılmıştır. Grupların tanımlayıcı istatistik değerlerine bakıldığında:

Deney grubu (n=77) 20.30 yaş, 8.42 spor yaşı, 168.01 cm boy, 57.54 kg ağırlık, 18.17 VYO % si, 20.75 BKİ ve Sedanterler (n=26) 20.81 yıl yaş, 0.0 yıl spor yaşı, 164.62 cm boy, 54.58 kg ağırlık, 22.53 % VYO, 20.62 BKİ ortalama değerlerine sahip oldukları görülmektedir (Tablo 1).

Performans değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan Wingate ( Peak Power (PP), Awerage Power (AP), Minimum Power (MP) ) ve 30 m. sprint testi sonuçları branşlar arası karşılaştırıldığında (Tablo 5 );

PP'de sedanterler ile atletler, futbolcular, hentbolcular, tekvandocular voleybolcular ve deney grubunun tamamı arasında ( $p<0.01$ ), halterciler ile ( $p<0.05$ ), boksörlerin atletler, futbolcular ( $p<0.01$ ) ve voleybolcular arasında ( $p<0.05$ ) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark fark bulundu.

AP'de sedanterler ile atletler, futbolcular, halterciler, hentbolcular, tekvandocular, voleybolcular ve deney grubunun tamamı arasında ( $p<0.01$ ), atletlerle boksörler arasında ( $p<0.05$ ) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi.

MP'de sedanterler ile atletler, hentbolcular ( $p<0.01$ ), tekvandocular, voleybolcular ve deney grubunun tamamı arasında ( $p<0.05$ ) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü.

30m Sprintte sedanterler ile diğer grupların tamamı arasında ( $p<0.01$ ) ve atletler ile diğer grupların tamamı arasında ( $p<0.01$ ) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi.

Sağ ve sol el 2D:4D oranı ile wingate ve 30 m. sprint performans değerleri arasındaki ilişki analizinin istatistiksel sonuçlarında (Tablo 9); Atletlerde Sağ el 2D:4D oranı ile MP ( $p<0.05$ ), boksörlerde sol el 2D:4D oranı ile AP ( $p<0.05$ ), hentbolcularda sol el 2D:4D oranı ile AP, 30m sprint derecesinde ( $p<0.05$ ) ve MP ( $p<0.01$ ), tekvandoculara sol el 2D:4D oranı ile MP ( $p<0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edildi.

Tüm grupların hormon değerlerinin ile wingate ve 30 m. sprint performans testleri sonuçları arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 10);

Atletlerde ALD ile PP arasında ( $p<0.05$ ), boksta GH ile AP arasında ( $p<0.05$ ), futbolcularda P ve AP arasında ( $p<0.05$ ), haltercilerde TSH ile AP ve SRT ile MP arasında ( $p<0.05$ ), hentbolcularda TSH ile 30m ( $p<0.01$ ), DHEA-S ile MP, ALD ve 30m ( $p<0.05$ ) arasında, tekvandoculara TSH ile MP, C ile AP, Gh ile PP ( $p<0.05$ ) ve GH ile AP ( $p<0.01$ ) arasında, voleybolcularda E2 ile AP ( $p<0.05$ ) ve ALD ile MP ( $p<0.01$ ) arasında, sedanterlerde C ile PP ( $p<0.05$ ) arasında, deney grubunun tamamında DHEA-S ile 30m ( $p<0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görüldü.

Tüm grupların vitamin ve mineral değerleri ile wingate ve 30 m. sprint performans değerleri arasındaki ilişkiye bakılan istatistik veriler şu şekildedir (Tablo 11); boksörlerde folik asit ile MP arasında ( $p<0.05$ ),

VİT D ile PP ve AP arasında ( $p<0.05$ ), voleybolcularda folik asit ile 30m arasında ( $p<0.05$ ), sedanterlerde VİT D ile PP ve AP arasında ( $p<0.01$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edildi.

(Tablo 15)'de bulguları sunulan takım sporcuları ve ferdi sporcuların performans değerleri karşılaştırıldığında; Wingate PP değerinde istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde fark tespit edildi.

Takım sporcuları ve sedanterlerin wingate ve 30 m. sprint performans testleri sonuçları karşılaştırıldığında (Tablo 18); PP, AP ve 30m sprint testi değerlerinin 0.01 anlamlılık düzeyinde, MP değerlerinde 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak fark bulundu.

Ferdi sporcular ile sedanterlerin wingate ve 30 m. sprint performans testleri sonuçları karşılaştırılmasından elde edilen istatistik veriler (Tablo 21); PP, AP ve 30m değerlerinin 0.01 anlamlılık düzeyinde, MP değerinde istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde fark görüldü.

Prenatal testesteron ile ilişki olarak ortaya çıkan düşük 2D:4D oranının (yüksek prenatal testesteron) yüksek sportif performans ile ilişkili olduğu bulunmuştur. 2D:4D oranının dayanıklılık sporlarındaki hızı etkileyen bir faktör olarak altı çizilmektedir ama buna rağmen sprint hızı ile 2D:4D oranı arasında bir ilişki bilinmemektedir<sup>12</sup>.

2D:4D oranı çeşitli spor branşlarındaki performans (orta ve uzun mesafe koşuları) ve kardiyovasküler hastalıklar için belirleyicidir. 2D:4D oranı ile sportif performans ve kardiyovasküler hastalık riski arasındaki bağlantının sebebi; 2D:4D oranı ile 8-12. Haftalarda fetusun maruz kaldığı prenatal testesteron arasındaki ilişki olabilir<sup>13,3,8,14</sup>.

Düşük 2D:4D oranı birçok sportif branşta yüksek performans seviyesi ile ilişkilidir. Profesyonel futbolcuların 2D:4D oranı kontrol grubuna göre düşüktür; As takım oyuncularının genç takım ve alt yapı oyuncularına

göre; milli oyuncuların milli olmayanlara göre daha düşük 2D:4D oranı vardır. Erkeklerde düşük 2D:4D oranının futbol dahil olmak üzere pek çok sportif branşta yüksek beceri ile ilişkili olduğu rapor edilmektedir<sup>15</sup>.

Paul ve arkadaşları bayanlarda 2D:4D oranı ile spor yeteneğinin ilişkisi üzerinde yaptığı çalışmada; herhangi bir spor dalında deneklerin yüksek başarı seviyesi ve koşu seviyesi ile 2D:4D oranı arasında önemli derecede negatif ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Yani deneklerde 2D:4D oranı düştükçe sportif performans artmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları düşük 2D:4D oranının kadın spor yeteneği ile ilişkisi olduğunu söyler. Bu oranın (2D:4D) potansiyel spor yeteneğini tahmin edebileceği gerçek olarak kabul edilebilir diye tespitte bulunmuşlardır<sup>4</sup>.

Manning ve arkadaşları 2D:4D oranının erkek ve kadınlarda parenteral Testesteron ve dayanıklılık koşusu ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. 2D:4D oranı spor ve egzersiz ile ilişkilidir. Kuvvet ve fitness karışımını içeren spor ve egzersiz programlarında 2D:4D oranı ile zayıf bir ilişki bulunmaktadır. Bu çalışma parenteral Testesteron oranının aerobik egzersiz yeterliliği belirlemede önemli olduğunu belirtmektedir<sup>16</sup>.

Pokrywka ve arkadaşları elit ve elit olmayan bayan atletlerin 2D:4D oranının belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında elit bayan sporcularda bu oranın düşük olduğunu tespit etmişler ve bu sonuçlara göre düşük 2D:4D oranının bayanlarda spor potansiyelinin pozitif bir göstergesi olabileceğini varsaymışlardır<sup>1</sup>.

Manning ve Taylor tarafından yürütülen bir çalışmada, düşük 2D:4D oranına sahip olan erkeklerin birçok spor alanında daha başarılı olduğu ve sporda diğer bir pozitif özellik olan daha yüksek denge ve koordinasyon yeteneğine sahip olduğu gösterilmiştir, as takımlarda oynayan futbolcular, yedekte oynayan ya da genç takımlarındakilerden daha düşük seviyede 2D:4D oranına sahiptir. Bu sonuçlara göre 2D:4D



oranının denge ve koordinasyon gibi temel motorik özelliklerin belirlemede önemini vurgulamaktadır<sup>15</sup>. Bundan dolayı sportif performansın düşük 2D:4D oranının sportif başarının belirlenmesinde önem arz etmektedir<sup>1</sup>.

Tester ve Campbell 2D:4D'nin hem erkek hem de kadın amatör futbol, rugby ve basketbolculardaki performans ile negatif ilişkili olduğunu bulmuştur. Bundan dolayı denekler üzerinde yapılan çalışma pek çok spor branşındaki performansın 2D:4D ile ilişkili olduğunu göstermektedir<sup>137</sup>.

Manning ve ark. kadın ve erkek orta ve uzun mesafeli atletlerin güçlü bir şekilde 2D:4D ile ilişkili olduğunu göstermiştir (2D:4D; koşma hızındaki değişkenin yaklaşık %25'ini açıklar). Bu sonuçlar 2D:4D oranı ile dayanıklılık koşularının ilişkili olduğunu işaret eder ve 2D:4D oranı ile kısa mesafe koşu yeteneğinin tahmin edilmesi mümkün olduğu sonucuna varmışlardır<sup>16</sup>.

Rapor edilen bu sonuçlara göre 2D:4D oranının aynı zamanda sportif performans düzeyinin belirlenmesinde etkili olabileceği sonucunu ortaya çıkartmaktadır.

Yukarıda sonuçları verilen araştırmacıların bulguları 2D:4D oranının hem bayanlarda hem erkeklerde spor yeteneği ile önemli ilişkisinin olduğunu göstermesi, bizim elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir.

Grupların hormon değerleri branşlar arası karşılaştırıldığında:

E2'de futbolcular ile sedanterler arasında ( $p < 0.05$ ), ST de sedanterlerle boksörler, hentbolcular, taekwondocular, voleybolcular ve deney grubunun tamamıyla arasında ( $p < 0.05$ ), futbolcularla boksörler, voleybolcular ( $p < 0.01$ ), hentbolcular ve tekvandocular arasında ( $p < 0.05$ ),

Cortisol'da sedanterler ile halterciler, hentbolcular ( $p<0.05$ ), voleybolcular ve deney grubunun tamamı arasında ( $p<0.05$ ), DHEA-S'de sedanterler ile halterciler, hentbolcular ve deney grubunun tamamı arasında ( $p<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Tablo 3), Tüm gruplar için sağ el 2D:4D oranı ile hormon arasındaki ilişkiye bakıldığında sedanter ile deney grubunun tamamında sağ el 2D:4D oranı ile ST arasında istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde ilişki olduğu tespit edildi (Tablo 6).

Tüm gruplar için sol el 2D:4D oranı ile hormon değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde futbolcularda ve deney grubunun tamamında sol el 2D:4D oranı ile DHEA-S arasında ve sedanterler ile ADH hormonu arasında istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde ilişki olduğu görüldü (Tablo 7).

Sağ-Sol el 2. ve 4. parmak boyları ile Estradiol ve Serbest Testesteron hormon değerlerinin ilişkisinin istatistiksel verileri incelendiğinde;

Atletlerde sağ el 2. parmak boyu ile ST ( $p<0.05$ ) ve sağ el 4. parmak boyu ile ST ( $p<0.01$ ), sol el 2. ve 4. parmak boyları ile ST ( $p<0.01$ ), tekvandoculara sağ el 4. parmak boyu ile E2 Sol el 2. ve 4. parmak boyları ile E2 ( $p<0.05$ ), voleybolcularda Sağ el 4. parmak boyu ile ST ( $p<0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu bulundu (Tablo 8).

Takım sporcuları ve ferdi sporcuların hormon değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmektedir (Tablo 12).

Takım sporcularının ve sedanterlerin hormon değerleri karşılaştırmasının istatistiksel sonuçları incelendiğinde; C ve DHEA-S değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) fark olduğu tespit edildi (Tablo 13). Ferdi sporcular ve sedanterlerin hormon değerleri

karşılaştırmasında istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 14).

Spor müsabakalarına katılan bayanların, anne rahminde yüksek seviyede androjene maruz kalmış olabileceğine dair güçlü bir şüphe vardır. Böyle bir ilişkilendirmeyi kanıtlayacak bir çalışma yürütmek neredeyse imkansızdır. Ancak, hem erkek hem de bayanlardaki 2. ve 4. parmak uzunluğu arasındaki oranın (2D:4D) doğum öncesi testosteron seviyeleri ile negatif ilintili olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır<sup>2,138</sup>. Bu seviye bayanlar ile karşılaştırıldığında, erkeklerde daha yüksektir ve ergenlik çağında ve yetişkinlik dönemi boyunca değiştiği görülmemiştir<sup>6</sup>. Böyle bir ilişkilendirmenin diğer bir kanıtı da, rahimde yüksek adrenal menşei olan androjen seviyelerine maruz kalmış, konjenital adrenal hiperplazi (CAH) olan bayanların da sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında daha düşük 2D: 4D oranına sahip olmasıdır<sup>139</sup>. Bu nedenle, 2D:4D oranı, doğum öncesi androjene maruz kalmanın bir işareti gibi görünmektedir<sup>1</sup>.

Mc Fadden ve ark. çalışmalarında hormonların parmak gelişimini etkilediğini ortaya koymaktadırlar<sup>140</sup>.

Fink ve arkadaşları (günümüz örnekleri ortaya kaymaktadır ki puberte döneminde ki sex hormonlarının aktif etkisi bayanlarda vücut oranı ve erkeklerde BMI ve de parmak uzunluğu ile ilişkilidir<sup>5</sup>.

2D:4D oranı ve fetal testosteron arasındaki ilişkiyi direkt olarak ölçmek oldukça zordur. 2D:4D oranının prenatal dönemde tamamlandığına dair bir takım ipuçları vardır ve prenatal dönemde yetişkindeki 2D:4D oranı ve testosteron arasındaki benzeri bir ilişki olabildiği ileri sürülmektedir. Düşük 2D:4D oranı olan bireylerde yüksek 2D:4D oranı olan bireylere göre daha fazla testosteron olduğu ve bu ilişkinin sağ elde daha kuvvetli olduğunu belirten çalışmalar vardır<sup>6,3</sup>.

Bazı çalışmalarda kemik gelişimi ile hormonlar arasındaki ilişki ortaya konmuş ve bazı hastalıkların belirleyicisi olarak gösterilmiştir<sup>10,26</sup>. Ayrıca fetal döneme ait bilgiler insan fetuslarında yapılan çalışmalarla da ortaya konmuştur<sup>9</sup>. Ökten ve ark., 21-hidroksilaz eksikliği olan yeni doğan ve ocuklarda 2D:4D oranının düşük olmasını testosteron ve östrojenin prenatal seviyeleri ile ilgili olduğunu bulmuşlardır<sup>141</sup>. Robinson SJ. ve ark. elde 2. parmağın 4. parmağa olan oranının pozitif olarak östrojenle, negatif olarak testosteronla ilgili olduğunu tespit etmişler, ayrıca fetal testosteron ve homoseksüel erkekler arasındaki ilişkiye de dikkat çekmişlerdir<sup>10</sup>.

Ayrıca Manning ve ark. erkek ve kadınlarda 2. ve 4. parmak uzunluklarını ölçmüşler ve bunların testosteron ve östrojen seviyeleri ile ilişkilerine bakmışlardır. Buldukları oranların testosteron ve sperm sayısı ile negatif, östrojen konsantrasyonu ile pozitif ilişkili olduğunu belirtmektedirler. İki dört parmak oranı sağ elde sperm sayısı ile negatif, östrojen ve luteinleştirici hormon ile pozitif, erkeklerde testosteron konsantrasyonu ile negatif, hem erkek hem de kadınlarda luteinleştirici hormon, östrojen ve prolaktin konsantrasyonu ile pozitif ilişkili olarak bulunmuştur<sup>27</sup>.

Manning ve arkadaşları erkeklerde testosteron düzeyleri ile 2D:4D oranları arasında negatif ilişki bulmuşlar ve bunun Hox genlerinin parmakların ve testislerin gelişimini kontrol etmesine bağlamışlardır<sup>6</sup>. Leydig hücrelerinin erkek fetüste değişime başlamasıyla birlikte 8.haftada testosteron retimide başlamakta ve mid-gestasyona kadar devam etmektedir. Testosteron da bu dönemde 2D:4D oranı ve parmak dermatoglifisi dahil olmak üzere parmakların gelişimini etkilemektedir<sup>142,6</sup>. Yüksek fetal testosteron düzeyleri prenatal yüksek testiküler aktiviteyi göstermekte ve düşük 2D:4D oranına neden olmaktadır. Dolayısıyla erişkindeki testiküler aktivitede 2D:4D oranları ile korelasyon göstermektedir<sup>6</sup>.

Bahçelioğlu yapmış olduğu çalışmada erkeklerde sağ el 2D:4D oranı ile estradiol ve prolaktin, sol el oranı ile de FSH arasında ters yönde bir korelasyon bulunmaktadır. Dolayısıyla erkeklerde 2D:4D oranı artarsa ve 2.parmak uzama ve/veya 4.parmak kısalma eğilimi gösterdiğinde östradiol ve prolaktin azalmaktadır. Yine bu durumda FSH düzeyleride yükselmektedir. Kadınlarda sol el 2D:4D oranı arttıkça E2 nin azaldığı görülmüştür; buna göre kadınlarda ikinci parmağın kısalması ve/veya dördüncü parmağın uzaması durumunda östradiol düzeyleri artmaktadır. Kadınlarda sol el 2D:4D oranı ile FSH, sol el ve ort. 2D:4D ile E2 arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Maternal testosteronun plasentayı geçip överlerin ve parmakların değişimini etkileyebildiğini gözönüne alınırsa, düşük 2D:4D oranlı kadınların neden düşük östrojen düzeylerine sahip olduğunu da açıklamak mümkün olabilir<sup>29</sup>.

Karşı cinsten olan ikizlerin kız olanlarının erkek ikizinin testosteronundan etkilendiği düşünülmektedir ve bu kız olanlarda kontrollere göre daha düşük 2D:4D oranları vardır ve rutin amniosentezden elde edilen estrojen ile fetal testosteron arasındaki oranının çocuklardaki 2D:4D ile negatif bir şekilde ilişkili olduğu bildirilmiştir<sup>2</sup>. 2D:4D oranının futbol, koşma ve slalom kayma sporlarında erkek performansı ile negatif bir şekilde ilişkili olduğu bildirilmiştir<sup>3,143,15</sup>.

Ancak antrenman yoğunluğunun ve frekansı ile 2D:4D oranı arasında negatif ilişki vardır ve erkeklerde düşük 2D:4D'nin rekabet edilebilirliği arttırması da mümkündür. Bu durum antrenman frekansı ve 2D:4D arasında negatif ilişki gösteren erkek dayanıklılık koşucularında da ortaya çıkmış gibi görünmektedir<sup>144</sup>. Prenatal testosteronun bu etkiyi yaratması için kalp ve vasküler sistemin etkililiğini geliştirebilir ve/veya egzersiz sıklığı gibi spor başarınıza etki eden davranışları etkileyebilir<sup>15</sup>. Bu konuyla ilgili olarak erkeklerdeki 2D:4D'nin egzersiz sıklığı ile ilişkisinin paranal testosteron ile ilişkili olduğunu bulduk. Bu çalışmaya ek olarak prenatal testosteronun kabul edilebilir ölçütü olan düşük 2D:4D ile yüksek

atletik performans arasında büyük oranda bağlantı kuran bilimsel çalışmalar mevcut bulunmaktadır<sup>3,143,15,144</sup>.

Sedanterler ile deney grubunu oluşturan spor branşları arasında ve branşlar kendi aralarında bazı hormon değerlerinde ilişki tespit edilmiştir. Bu spesifik ilişkilerden en net olarak ST ve 2D:4D oranı arasındaki ilişkili görünmektedir.

Yukarıda rapor edilen sonuçlar 2D:4D oranını üzerinde özellikle cinsiyet hormonları da denilen testosteron ve estradiol hormonunun belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu literatür bilgiden hareketle çalışmalarda rapor edilen bulgularla yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar paralellik göstermektedir.

Grupların vitamin ve mineral düzeyi değerleri branşlar arası karşılaştırıldığında:

Ferritinde, sedanterlerle voleybolcular arasında ( $p<0.01$ ), futbolcular, hentbolcular, ve deney grubunun tamamı arasında ( $p<0.05$ ) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu, VİT D'de sedanterlerle halterciler, hentbolcular, voleybolcular arasında ( $p<0.01$ ) ve tekvandocular, boksörler, deney grubunun tamamı arasında ( $p<0.05$ ), voleybolcular ile atletler ( $p<0.05$ ), futbolcular, halterciler, tekvandocular arasında ( $p<0.01$ ), hentbolcular ile atletler ( $p<0.05$ ), futbolcular, halterciler ve tekvandocular arasında ( $p<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü (Tablo 4).

Takım sporcuların ile ferdi sporcuların vitamin değerlerinin karşılaştırılmasından elde edilen istatistiki veriler incelendiğinde; B12 ve VİT D değerlerinde istatistiksel olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde fark tespit edildi (Tablo 16).

Takım sporcularının ile sedanterlerin vitamin değerleri karşılaştırıldığında; Ferritin değerinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.01$ ) bir fark olduğu bulundu (Tablo 19).

Çalışmamızda ferdi sporcularının ile sedanterlerin vitamin değerleri karşılaştırılmasından elde edilen verilerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi (Tablo 22).

Vitaminler genel olarak vücutta yapılmayıp dışarıdan alınması gereken ve enzim tepkimelerinde bir yardımcı gibi rol oynayan bileşiklerdir<sup>101</sup>.

Vitamin D eksikliği yalnızca kemik metabolizması için değil, bir de muskular ve nöral fonksiyon üzerinde de etkiye sahiptir. Laboratuvar, epidemiyolojik ve klinik çalışmalar kas gücü üzerine vitamin D'nin direk etkilerini göstermiş. 1,25 (OH)<sub>2</sub> D reseptörü, insan dokusunda tanımlanmıştır<sup>106</sup>.

D vitamini miktarındaki eksilme hem büyümeyi hem de kemik yoğunluğunu etkileyebilir. Düşük kemik yoğunluğu, sporcuları yüksek kırılma ve sportif kariyerine son verebilecek herhangi bir yaralanma riskine sokabilir<sup>109</sup>.

B vitaminleri (tiyamin, riboflavin, niyasin, piridoksin, folat, biotin, pantotenik asit, karolin) enerji metabolizmasını; sentezleri modüle ederek ve karbonhidratı, yağı, proteini ve bioaktif bileşikleri azaltarak düzenler. B12 hemoglobin sentezi için gereklidir<sup>110</sup>.

Folat eksikliği olan fakat anemik olmayan atletler fiziksel performansta yeterli olamamaktadır. Folatla desteklenmişse düşük serum folat konsantrasyonu E (5mg/gün 10 hafta için folat ilavesi) olan bayan maratoncularda koşu bandı performansında belirgin bir gelişme tespit edilememiştir<sup>110</sup>.

Bunu güçsüzlük ve pozisyon duyusu bozukluğu izler. Duruş bozuklukları ortaya çıkabilir. Reflekslerde azalma veya artma özellikle kas güçsüzlüğü saptanabilir<sup>111</sup>

Webster MJ ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarda B vitaminlerinden vitamin verilen 14 kişi pedal çevirme egzersizine tabi tutulup Sub max. VO<sub>2</sub> zirvesi laktat konsantrasyonu, laktat eşiği, kalp atım sayısı incelenmiştir. Ama vitaminin performans üzerinde yüksek seviyede etkisi görülmemiştir<sup>114</sup>.

Matter M ve arkadaşlarının 85 bayan maratoncu üzerinde yapmış oldukları çalışmada 10 hafta boyunca B grubu vitaminlerden folat oral yolla takviye edilmiştir. Yapılan egzersiz sonunda O<sub>2</sub> tüketimi, doruk kan laktat seviyesinde bir değişiklik görülmemiştir. Folat takviyesinin maksimal egzersiz performansına etkisi olmadığı tespit edilmiştir<sup>115</sup>.

Lukaski HC. yapmış olduğu derleme bir çalışmada folat ve B12 vitaminin eksikliğinde anemi görüldüğü ve iş performansını etkilediği fakat vitamin takviyesinin fiziksel performans ölçümlerinde net bir etkisi görülmemiştir<sup>116</sup>.

Henry ve arkadaşının yapmış olduğu çalışmada folat ve B12 vitamininin ciddi yetersizliklerinde anemiye bağlı olarak iş performansı, dayanıklılık kapasitesinde bir düşme görüldüğü ve buna bağlı olarak performansın düştüğünü sunmuşlardır<sup>110</sup>.

B12 vitaminin genel takviyesi performansı açıkça yararlı bir etki göstermemiştir. 50 ug/d lik siyanürkobalamin sağlayan ergen erkekler takviye edilmeyen kontrol grupla kıyaslandığında, yarım mil koşusunda veya 7 haftalık Harvard adım testi skorlarında hiçbir gelişme olmamıştır. Benzer olarak, anemisiz erkeklere verilen parenterak B12 kas gücü ve dayanıklılıktaki geliştirmeyi sağlayamamıştır. Böylece, beslenmeyele ilgili



bir eksiklik olmadığı sürece B12 takviyesi performansa yarar sağlayamamıştır<sup>116</sup>.

Mayer ve arkadaşlarının 6 kadın ve 14 erkek üzerinde yapmış oldukları 14 günlük çalışmada egzersiz öncesi ve egzersize başlanan ilk haftadan egzersizin B12 plazma seviyesi ile belirgin olarak ilgili olduğu tespit edilmiştir<sup>117</sup>.

Demir oksijenin dokulara ulaştırılması ve hücrel ve alt hücrel düzeylerde oksijenin kullanılması için gerekli olan anahtar bir elementtir. Hemoglobin, miyoglobin sitokromları kapsayan demir içeren proteinlerin ve demir içeren belli enzimlerin fonksiyonel bir elemanı olarak görev yapar. Çalışma esnasında enerji kullanımında demir önemli bir rol oynamaktadır<sup>116</sup>. Eğer demir eksikliği varsa efor sonrasında sporcunun kolayca yorulma ihtimali vardır<sup>109</sup>. Demir spor performansı için en kritik minerallerden biridir. Demir dayanıklılık egzersizi sırasında aerobik enerji üretimi için oksijen metabolizması ve taşınmasında yer alan hemoglobin, miyoglobin, sitokrom ve kas hücrelerindeki çeşitli enzimlerin bileşenidir. Demir takviyesinin faydaları sporcunun demir durumuna bağlıdır<sup>119</sup>.

Yeni yapılan çalışmalar anemisiz demir eksikliğinde, demir ilavesinin fiziksel performansa yararlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. 15 km'lik bisiklet testini tamamlama süresi demir almayan grupla kıyaslandığında demir eksikliği olan ve anemi olmayan kadınların altı hafta boyunca demir alımında önemli düşüşler tespit etmişlerdir<sup>121</sup>. Araştırmacılar büyük ölçüde düşük ferritin konsantrasyonları belirlemişler, uygun demir ilavesinin egzersiz performansı ve antrenmanlara dayanma süresi açısından önemli gelişmeler tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca anemi olmayan fakat demir eksikliğine sahip kadınların demir ilavesi yapmasının, ilave uygulanan grubunun, kontrol gurubuyla kıyaslandığında kas işleyişini geliştirdiği, böylece anemisiz demir eksikliğinin demir

eksikliğinin giderildikten sonra temel kas yorgunluğunu önleyerek çalışma performansını arttırdığı belirtilmektedir<sup>122</sup>.

Folik asit, hücre bölünmesi ve protein sentezi için kritik öneme sahiptir. Folik asit ve kobalaminler metabolik açıdan birbirleri ile yakından ilişkilidir<sup>128</sup>.

Folik asitin serum homosistein düzeyini düşürdüğü ve kalp-damar hastalığı riskini azalttığı gözlenlenmiştir<sup>129</sup>. Folik asit ve B<sub>12</sub> ile Hcy metabolizması (Homosistein) ve fiziksel aktivite arasında önemli bir bağlantı olduğu kabul edilmekle beraber sonuçlar çelişkilidir; egzersiz şiddeti, cinsiyet, yaş ve eşlik eden risk faktörleri Folik asit ve Hcy değerleri üzerinde önemli rol oynamaktadır<sup>130</sup>. Folik asit B<sub>12</sub> alyuvarların geliştirilmesinde rol oynarlar; yapılan araştırmada vitamin eksikliğinin fiziksel performansa zarar verdiğini göstermiştir<sup>131</sup>.

Sedanterler ile deney grubunu oluşturan spor branşları arasında ve branşlar kendi aralarında bazı vitamin ve mineral değerlerinde ilişki tespit edilmiştir. Bu spesifik ilişkilerden en net olanı vit D değerinde olduğu görünmektedir. Yukarıda rapor edilen araştırmacıların bulgularına paralel olarak bizim bulgularımızda da vitamin ve mineral düzeyleri ile sportif performans arasında kısmi ilişkiler tespit edilmiş (Vit D ve Ferritin düzeyinde sedanterler ile sporcular arasında fark bulunmuş B<sub>12</sub>ve Folik Asit de farka rastlanmamıştır ve Vit D nin performansla düşük düzeyde ilişkisi tespit edilmiştir). Bu açıdan araştırmacıların rapor ettikleri bulgular ile çalışmamızda tespit ettiğimiz bulgular benzerlik göstermektedir.

Grupların sağ-sol el 2D:4D oranının branşlar arası ve sedanterler ile ilişkisi ve karşılaştırılmasından elde edilen değerler istatistiki verilerin incelenmesi sonuncu:

2D:4D oranı atletlerde sağ 0.92 sol 0.93, boksörde sağ ve sol 0.93, futbolcularda sağ ve sol 0.93, haltercilerde sağ 0.94 sol 0.93,

hentbolcularda sağ 0.93 sol 0.92, taekwondoculara sağ 0.92 sol 0.93, voleybolcularda sağ ve sol 0.92, deney grubunun tamamında sağ ve sol 0.93 ve kontrol grubu sedanterlerde sağ ve sol 0.95 cm olarak bulundu (Tablo 2).

Sağ 2D:4D oranı karşılaştırmasında, sedanterler ile atletizm, hentbol, taekwondo, voleybolcular ve deney grubunun tamamı ( $p<0.01$ ), boksör ve futbolculara ( $p<0.05$ ) düzeyinde anlamlı fark tespit edildi. Sol 2D:4D oranı karşılaştırmasında, sedanterler ile hentbol, taekwondo, voleybol ve deney grubunun tamamı ( $p<0.01$ ), atletizm ve boksörler ( $p<0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü. Takım sporcuların ve ferdi sporcuların sağ ve sol el 2D:4D oranı karşılaştırılması sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmektedir (Tablo 17).

Takım sporcuların ve sedanterlerin sağ ve sol el 2D:4D oranı karşılaştırılmasının verileri, aralarında istatistiksel olarak 0.01 anlamlılık düzeyinde fark olduğunu göstermektedir (Tablo 20).

Ferdi sporcuların ve sedanterlerin sağ ve sol el 2D:4D oranı karşılaştırıldığında 0.01 anlamlılık düzeyinde fark olduğu tespit edildi (Tablo 23).

Paul ve arkadaşları bayanların spor yeteneği ile 2D:4D oranının ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında sağ el 2D:4D oranı ortalamasını 0.925 sol el 2D:4D oranını 0.928 olarak bulmuşlardır<sup>4</sup>.

Bazı çalışmalarda 2D:4D oranının etnik gruplar arasındaki farklılıklarından da bahsedilmektedir.

Manning ve arkadaşları yaptığı çalışmada 2D:4D oranının Polonya, İspanya ve İngiltere popülasyonlarında yüksek (1.00-0.98), Almanya ve Macaristan popülasyonlarında orta (0.97-0.96), Finlandiya,

Jamaika ve Güney Afrika'nın kırsal kesimlerindeki siyah populasyonlarda ise düşük (0.95-0.93) olduğu belirtilmiştir<sup>145</sup>. Lippa'nın Beyaz, İspanyol kökenli ve Asyalı 1235 birey üzerindeki çalışmasında etnik gruplar arasındaki farklılıkların 2D:4D oranı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisi belirtilmiştir. Buna göre ortalama 2D:4D oranı Beyaz, Hispanik ve Asya populasyonlarında sağ elde 0.957, 0.940 ve 0.943 ve sol elde ise 0.970, 0.950, 0.953 olarak tespit edilmiştir<sup>146</sup>. Manning ve ark.'nın ortalama yaşı  $10 \pm 1,85$  yıl olan Faslı, Uygur, Çinli ve Jamaikalı 798 çocuğun üzerinde yaptığı çalışmada, en yüksek 2D:4D oranının Çinli çocuklarda (0,954) olduğu, bunu Faslı çocukların (0,954) takip ettiği, daha sonra Uygur (0,946) ve son olarak da Jamaikalı çocukların (0,935) en düşük 2D:4D oranına sahip olduğu belirlenmiştir. 225 İngiliz, 85 İspanyol ve 146 Jamaikalı birey üzerinde yaptığı çalışmada İngiliz ve İspanyol bireylerin ortalama 2D:4D oranı ile etnik gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki içinde olduğu ve Jamaikalı bireylerin 2D:4D değerlerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir<sup>3</sup>.

Doğan yapmış olduğu çalışmada ise tüm bireylerin ortalama 2D:4D oranı sağ elde 0.99 sol elde 0.98 olarak saptanmıştır. Literatürde belirtilen gruplar arasındaki farklılıkların çalışma gruplarının etnik farklılıklara ek olarak farklı beslenme ve çevre koşulları ile genetik yapının farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir<sup>36</sup>.

Yapılan tüm bu çalışmalardan farklı olarak literatürle çelişen bir çalışma Benderlioğlu ve Nelson'un yaş ortalaması 20,1 yıl olan 100 üniversite öğrencisi üzerinde yaptığı araştırmadır. Çalışmanın sonuçlarına göre her iki elin parmak oranları arasında cinsiyet farklılığının olmadığı belirlenmiştir<sup>147</sup>. Austin ve ark.'nın çalışmasında parmak oranı değerleri arasında cinsiyete göre anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmektedir<sup>148</sup>. Manning ve ark.'nın yaptığı bir başka çalışmada erkeklerin 2D:4D oranının kadınlara göre daha düşük olduğu fakat aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir<sup>149</sup>.

Manning ve Taylor yalnızca erkekler üzerinde yaptığı çalışmada düşük 2D:4D'nin pek çok amatör spor branşından oluşan örneklem grubunda ve profesyonel futbolcu örneğinde yüksek performans ile ilişkili olduğunu tespit etti<sup>15</sup>. Kadınlarda Pokrywka ve diğerleri elit ve elit olmayan atletlerde benzer ilişki buldu<sup>1</sup> ve Paul ve diğerleri amatör atletlerdeki ilişkinin aynısı gösterdi<sup>4</sup>. Tester ve Campbell 2D:4D'nin hem erkek hem de kadın amatör futbol, rugby ve basketbolculardaki performans ile negatif ilişkili olduğunu bulmuştur. Bundan dolayı denekler üzerindeki pek çok spor branşındaki performans 2D:4D ile ilişkilidir<sup>137</sup>. Manning ve diğerleri kadın ve erkek orta ve uzun mesafeli atletlerin güçlü bir şekilde 2D:4D ile ilişkili olduğunu göstermiştir (2D:4D; koşma hızındaki değişkenin yaklaşık %25'ini açıklar). Bu sonuçlar 2D:4D oranı ile dayanıklılık koşularının ilişkili olduğunu işaret eder ve 2D:4D oranı ile kısa mesafe koşu yeteneğinin tahmin edilmesi mümkün olduğu sonucuna varmışlardır<sup>8,143,16,12</sup>.

Sportif performanstaki cinsiyet farklılığının altında yatan yada kadın erkek arasındaki performans farklılığına nedenleri birden fazladır muhtemelen kuvvet, maksimum oksijen kapasitesi, anaerobik eşik, koşma ekonomisi, vasküler uyum gibi fizyolojik değişkenler ve düzenli antrenman ve sosyal değişkenleri içermektedir<sup>150,151,152</sup>. Erkek ve kadınlar arasındaki bu fizyolojik farklılıkların önemli bir kısmı; prenatal ve yetişkin testosteronun üretilmesindeki önemli cinsiyet farklılıklarının sonucunda ortaya çıkabilir<sup>153</sup>. Prenatal testosteron beyin ve fizyolojide uzun vadeli düzenleyici değişikliklerin oluşmasına yol açarken yetişkin testosteronun kısa vadeli aktivasyonel etkileri vardır. Genç ve yetişkin sporcuların doğrudan ölçülebilen testosteron seviyeleri dolaylı olarak fetal testosteron ile ilişkilidir<sup>154</sup>. 2. ve 3. parmakların oranıdır (rakam oranı ya da 2D:4D). 2D:4D oranı, prenatal testosteronun belirleyicisi olarak kabul edilir.

Pokrywka ve arkadaşları (2005) elit ve elit olmayan bayan atletlerin 2D:4D oranını araştırdıkları çalışmalarında elit sporcularda tespit

ettikleri farkın düşüklüğü ve sedanter kontrol grubundaki oranın büyük olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuçlara göre 2D:4D oranının düşüklüğü sporculardaki performansı belirlenmesi açısından önemlidir<sup>1</sup>. Bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir.

Bennett ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada elit düzeydeki rugby oyuncularının sağ ve sol elde düşük 2D:4D oranını ile sportif performans arasında ilişki olduğunu tespit etmişlerdir<sup>14</sup>. Çalışmanın sunduğu raporlar bu yönüyle bizim çalışmamızın bulguları ile paralellik arz etmektedir.

Çalışmada 2D:4D oranını yaş ortalaması 20.3 yıl olan deney grubunun (n= 77) sağ ve sol elde 0.93, yaş ortalaması 20.8 yıl olan sedanter kontrol grubunun (n= 26) sağ ve sol el 2D:4D oranını 0.95 olarak tespit edilmiştir. 2D:4D oranında sedanterler ile deney grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur ve deney grubunun sedanterlerden daha düşük 2D:4D oranına sahip oldukları tespit edildi.

## 6. SONUÇ

Elit düzeyde spor yapan farklı branşlardaki bayan sporcuların, 2D:4D oranının sportif performans ve sportif performansla etki eden bazı hormon, vitamin ve mineral değerlerle karşılaştırılması ve ilişkisinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmanın sonucunda:

Grupların performans düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan PP, AP MP değerlerin çalışmaya dâhil edildiği wingate ve 30 m. Sptint testlerinde farklı branşlardan oluşan deney grubu ile sedanterler arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur(  $P<0.05$  ).

Sedanterler ile deney grubunu oluşturan spor branşları arasında ve branşlar kendi aralarında bazı hormon, vitamin ve mineral değerlerinde ilişki tespit edilmiştir. Bu spesifik ilişkilerden en net olanının ST ve 2D:4D oranı arasındaki ilişki olduğu görünmektedir(  $P<0.05$  ).

2D:4D oranı, değişik spor branşlarından oluşan deney grubunun tamamında sedanterlerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur(  $P<0.05$  ).

Çalışmada elde edilen veriler; düşük 2D:4D oranı ile spor ve atletik başarı arasındaki ilişkinin kısmen da olsa prenatal testosteronun sportif başarı ve 2D:4D oranı üzerindeki etkilerinden kaynaklandığı ihtimalini desteklemektedir. Bu sonuçlardan dolayı 2D:4D oranının spor yeteneğinin tespit edilmesinde kullanılabileceği söylenebilir.

## 7. ÖZET

Bu çalışma, elit düzeyde spor yapan farklı branşlardaki bayan sporcuların, 2D:4D oranının sportif performans ve sportif performansa etki eden bazı hormon, vitamin ve mineral değerlerle karşılaştırılması ve ilişkisinin araştırılması amacıyla yapıldı.

Araştırma elit düzeyde spor yapmakta olan olimpik spor branşlarındaki kadın sporculardan (n=77) (18 Futbol, 12 Voleybol, 14 Hentbol, 9 Boks, 7 Atletizm, 7 Halter, 10 Taekwondo) ve kontrol grubu sedanter kadın üniversite öğrencilerinden (n=26) olmak üzere toplamda gönüllü 103 kadın denek üzerinde gerçekleştirildi.

Her iki elin röntgen filmi çekilerek deneklerin 2D:4D oranı filmler üzerinde belirlendi. Deney ve kontrol gruplarının performans değerleri 30m. sprint ve wingate testi ile tespit edildi. Hormon ve vitamin-mineral değerler yapılan kan analizleri sonucunda belirlendi Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS 15 istatistik paket programı kullanıldı. Spor branşları ve sedanterler için kan, hormon, parmak oranı, vitamin ve mineral değerleri ve performans özellikleri arasındaki ilişkiler Pearson Korelasyon katsayısı ile hesaplanmıştır. Branşlar arasında farklılığın olup olmadığının belirlenmesi için ANOVA varyans analizi yapılmıştır.

Grupların performans düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan PP, AP ve MP değerlerin çalışmaya dahil edildiği wingate ve 30 m. Sptint testlerinde farklı branşlardan oluşan deney grubu ve sedanterler arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur (  $P<0.05$  ). 2D:4D oranı, değişik spor branşlarından oluşan deney grubunun tamamında sedanterlerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (  $P<0.05$  ).

Çalışmanın sonuçları, düşük 2D:4D oranı ile sportif performans ve bazı hormon değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu bulgulara dayanarak 2D:4D oranının sportif yeteneğin tespitinde önemli bir belirleyici olabileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Yetenek seçimi, Hormonlar, 2D:4D Oranı



## 8. SUMMARY

The purpose of this study was to compare 2D : 4D digit ration of elite athletes from different branches on sports performance , some hormones, vitamins and minerals that effects performance, also to search the relationship among these parameters.

Totally 103 voluntary female participated in this study. 77 of them were experimental group that was included elite female athletes from different sport branches like soccer ( n=18 ), volleyball ( n=12 ), handball ( n=14 ), boxing ( n=9 ), track and field ( n=7 ), weightlifting ( n=10 ) and taekwondo ( n=10 ), the rest of the subject were sedentary university students ( n = 26 ) was classified as control group.

2D : 4D digit ratio of the subjects were determined by x-ray film of both hands. Athletic performance of the subjects was assessed by wingate and 30 m sprint test. Hormone vitamin and mineral values were determined by blood analysis. Statistical analysis of the findings was done by using SPSS 15 package program. The reallationship among blood, hormones, finger digit ratio, vitamins-minerals and performance in sport branches and sedanters was calculated by Pearson Correlation Test. Assessment of difference between branches was tested by ANOVA.

Wingate test scores ( PP, AP and MP ) and 30 m sprint scores of the experimental group were significantly different than control group (  $P<.0.05$ ). 2D:4D ratio of the all athletes from different branches were significantly lower than sedentary group (  $P<0.05$  ).

The results of the study showed that there was a significant relationship between 2D:4D digit ratio, performance and some hormones. Consequently these findings indicated that 2D:4D digit ration can be an important indicator to determine sports performance.

Key Words: Talent, Hormones, 2D:4D Ratio

## 9. KAYNAKLAR

1. Pokrywka L, Rachon D, Krystyna SR and Bitel L, The Second To Fourth Digit Ratio In Elite And Non-Elite Female Athletes. *American Journal Of Human Biology* 2005; 17:796–800.
2. Lutchmaya S, Baron-Cohen S, Raggatt P, Knickmeyer R. , Manning J.T. 2<sup>nd</sup> To 4<sup>th</sup> Digit Ratios, Fetal Testosterone And Estradiol. *Early Hum Dev* 2004;77:23–8.
3. Manning, JT. *Digit Ratio: a Pointer to Fertility*. Behavior and Health, Rutgers University Press, 2002; New Jersey.
4. Paul SN, Kato BS, Hunkin JL, Vivekanandan S, Spector TD. The Big Finger: The Second To Fourth Digit Ratio is a Predictor of Sporting Ability in Women. *British Journal of Sports Medicine* 2006;40:981-983
5. Fink B, Neave N, Manning JT. Second the Fourt Digit Ratio, Body Mass Index, Waist-To-Hip-Ratio, and Waist-To-Chest Ratio: Their Relationships in Heterosexual Men and Women. *Ann Hum Biol*, 2003;30(6): 728-738.
6. Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The Ration of 2. to 4. Digit Length: a Prediditor of Sperm Numbers and Concentrations of Testosterone, Luteinizing Hormone and Oestrogen. *Human Repord.* 1998; Vol. 13 no. 11 pp. 3000-3004.
7. Csatho A, Osvath A, Bicsack E, Karadi K, Manning J, Kallai J. Sex Role Identity Related to the Ratio of Second to Fourth Digit Length in Women. *Biological Psychology* 2003; 62:147–156-
8. Manning JT. *The Finger Ratio*. Faber & Faber, London 2008.

9. Malas MA, Dogan S, Evcil EH, & Desdicioglu K. Fetal Development of the Hand, Digits and Digit Ratio (2D:4D). *Early Human Development*, 2006; 82, 469–475.
10. Robinson SJ, Manning JT. Ratio of 2nd to 4th Digit Length and Male Homosexuality. *Evol Hum Behav* 2000; 21(5):333-45.
11. Peters M, Mackenzire K, Bryden P. Finger Length and Distal Finger Extent Patterns in Humans. *Am J Phys Anthropol*. 2002; 117(3):209-17.
12. Manning JT, and Hillm R, Digit Ratio (2D:4D) and Sprinting Speed in Boys, *American Journal Of Human Biology*. 2009; 21:210–213
13. Hönekopp J, and Schuster M. A Meta-Analysis on 2D:4D and Athletic Prowess: Substantial Relationships but Neither Hand Out-Predicts The Other, Personality and Individual Differences. 2010; 48, pp. 4–10.
14. Bennett M, Manning JT, Cook CJ, & Kilduff LP. Digit Ratio (2D:4D) and Performance in Elite Rugby Players. *Journal of Sports Sciences*. 2010; 28(13): 1415–1421
15. Manning JT, Taylor RP. Second to Fourth Digit Ratio and Male Ability in Sport: Implications for Sexual Selection in Humans. *Evol Hum Behav* 2001; 22:61–69
16. Manning JT, Morris L, Caswell N. Endurance Running and Digit Ratio (2D:4D): Implications for Fetal Testosterone Effects on Running Speed and Vascular Health. *Am J Hum Biol* 2007; 19:416–421.
17. Putz DA, Gaulin SJC, Sporter RJ, McBurney DH. Sex Hormones and Finger Length: What Does 2D:4D Indicate? *Evol Hum Behav* 2004; 25:182–99
18. Moore, K.L., Persaud, T.V.N. Klinik Yönleri ile İnsan Embriyolojisi. Dalçık H, Yıldırım M (Çev), İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2008.

19. Sadler TW. Langman's Medical Embryologic. Williams&Wilkins. Başaklar AC (Çev) Ankara, Palme Yayıncılık 1996.
20. Başaklar AC. Langsman's Medikal Embriyoloji. Altıncı Baskı. Williams Wilkins Company / Palme Yayıncılık, Ankara. S : 141-146. 1993.
21. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. 3. Baskı, Ankara, Güneş Kitabevi, 2001.
22. Gülyurt M. Ortodonti Yönünden Büyüme ve Gelişim. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, Erzurum 1989.
23. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gray's Anatomy, 38<sup>th</sup> ed., Churchill Livingstone, 1995 pp: 629-632.
24. ATASARAL N. El-Bilek Kemiklerine ve Servikal Vertebralara Göre Pubertal Büyüme Atılım Evreleri Arasındaki Geçiş Sürelerinin Belirlenmesi ve Bunların Karşılaştırılması, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilimdalı Doktora Tezi, Erzurum 2007.
25. BAILEY AA, HURD PL. Finger Length Ratio (2D:4D) Correlates With Physical Aggression in Men but not in Women. Biological Psychology, 2005; 68: 215-222.
26. Manning JT, Henzi P, Bundred PE. The Ratio of 2nd to 4th Digit Length: a Proxy for Testosterone, and Susceptibility to Hiv and Aids?. Med Hypotheses 2001; 57(6):761-3.
27. Robinson SJ, Manning JT, Scutt D, Wilson J, Lewis-Jones DI. The Ratio of 2nd to 4th Digit Length: a Predictor of Sperm Numbers and Concentrations of Testosterone, Luteinizing Hormone and Oestrogen. Hum Reprod 1998;13(11):3000-4.

- 28.** Malas MA., Doğan Ő, Evcil EH, Desticioğlu K. Yenidoğan - Beş Yaş Arası ocuklarda ve 16-60 Yaş Arası EriŐkinlerde 2.-4. Parmak Oranının Araştırılması. S.D.Ü. Tıp Fak. Derg. 2008:15(3) 17-22.
- 29.** Bahçelioğlu M. Fertil-İnfertil Kişilerde El 2. Ve 4. Parmak Uzunluk Oranlarıyla, Sperm Ve Hormon Değerleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi Tıp Fakóltesi Anatomi Anabilim Dalı Ankara 2000.
- 30.** Zakany J, Duboule D. Hox Genes in Digit Development and Evolution. Cell Tissue Res, 1999; 296: 19-25.
- 31.** Davis AP, Capecchi MR. Axial Homeosis and Apendicular Skeleton Defects in Mice With a Targeted Disruption of Hoxd-11. Development, 1994; 120, pp: 2187-2198.
- 32.** Davis AP, VVitte DP, Hsieh-Li HM, Potter SS, Capecchi MR. Absence of Radius and Ulna in Mice Lacking Hoxa-11 and Hoxd-11. Nature Genet. 375, pp: 791-795.1995.
- 33.** Mortlock DP, Innis JW: Mutation of HoxA 13 in hand-foot-genital syndrome. Nature Genet., 15, pp: 179-180, 1997.
- 34.** Mortlock DP, Post LC, Innis JW: The molecular basis of hypodactyly (Hd): a deletion in Hoxa13 leads to arrest of digital arch formation. Nature Genet. 13, pp:284-289, 1996.
- 35.** Mueller RF, Young İD. Emery's elements of medical genetics. Tenth edition. Churchill Livingstone, UK, 1998. pp : 83-84..
- 36.** Doğan A. Elin İkinici Ve Dördüncü Parmak Uzunluk Oranının Saldırganlık ve Öfke İle İlişkisinin Araştırılması, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Disiplinlerarası Adli Tıp Anabilim Dalı Adli Biyoloji Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2006.

37. Günay M, Kara E, Cicioğlu İ. Egzersiz ve Antrenmana Endokrinolojik Uyumlar, Gazi Kitapevi, ANKARA 2006.
38. Galbo H. Hormonal and Metabolic Adaption to Exercise. New York: Thieme Verlag, 1983.
39. Vries WR, Bernards TM, Rooij MH, Koppeschaar Hans PF. Dynamic Exercise Discloses Different Time-Related Responses in Stress Hormones. Psychosomatic Medicine. 2000; 62: 866–872.
40. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji. Çavuşoğlu H. (Çev. Ed.). 1. Baskı, İstanbul: Nobel, 2001; 686-687.
41. Mc Ardle, Katch FI, Katch LV, Exercise Physiology. Energy, Nutrition & Human Performance Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
42. Zeren Ç. Hemofili Hastalarında Su İçi Egzersizin Kas Gelişimine Olan Etkisi Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Adana 2009.
43. Lippincott Williams & Wilkins, ACSM's Advanced Exercise Physiology, American Collage of Sports Medicine, 2006.
44. Berne MR, Levy NM, Koeppen MB, Stanton BA. Fizyoloji. 5. baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2008.
45. Ganong WF. Tıbbi Fizyoloji. 20. baskı. Ankara: Nobel Kitapevi, 2002.
46. Kalaycıoğlu L, Serpek B, Nizamlıoğlu M, Başpınar N, Tiftik AM Biyokimya, 325-326, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. 2000.
47. Fry AC, Kraemer WJ, Ramsey LT. Pituitaryadrenal-Gonadal Responses to High-Intensity Resistance Exercise Overtraining. J. Appl. Physiol, 1998; 85(6):2352-2359.

- 48.** Erdemir İ. ve Tüfekçioğlu E. Kortizol Sirkadiyen Ritmini Etkileyen Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametrelerin Karşılaştırılması, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2008; Cilt 11 sayı 20 Ss.1-10.
- 49.** Fox EL, Bowers RW, Foss ML. Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri, Bağırđan Yayımevi, Ankara. 1999.
- 50.** Kunz-Ebrecht SR, Mohamed-Ali V, Feldman PJ, Kirschbaum C, Steptoe A. Cortisol Responses to Mild Psychological Stress are inversely Associated With Proinflammatory Cytokines. Brain Behavior and Immunity, 2003; 7:373–383.
- 51.** Korkmaz S.G. Sporcularda Uzun Süreli Yorgunluğun Kas Hasarıyla İlişkisi, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi Ve Spor Anabilim Dalı Doktora Tezi Adana 2010.
- 52.** Arthur C, Guyton MD. Textbook of Medical Physiology. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi. Cilt 1 1986.
- 53.** Perna FM. Cognitive-Behavioral İntervention Effects on Mood and Cortisol During Exercise Training. Annals of Behavioral Medicine, 1998; 20(2):92-98.
- 54.** Lucille LS. Cytokine hypothesis of overtraining: A physiological adaptation to excessive stress? Medicine Science in Sports Exercise, 2000; 32(2):317-331.
- 55.** Bovenberg SA, Van Uum SH, Hermus AR. Dehydroepi-Androsterone Administration in Humans: Evidence Based? Neth J Med. 2005; 63(8):300-4.

- 56.** Ercan N. Adrenal Korteksin Yapısı ve Gelişimi. In:İliçin G, Ünal S, Biberöğlu K, et al, Temel İç Hastalıkları. Cilt 2. Ankara, Güneş Kitabevi 1719-29 1996.
- 57.** Williams GH, Dluhy R. Disorders of the Adrenal Cortex. In: Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, et al, Harrison's Principles of Internal Medicine Volume 2. 15th ed. 2001; 2084-105.
- 58.** Parker LN. Control of Adrenal Androgen Secretion. Endocrinol Metab Clin North Am 1991; 20(2):401-21.
- 59.** Rosenfeld RS, Rosenberg BJ, Fukushima DK, et al. 24-Hour Secretary Pattern of Dehydroisoandrosterone and Dehydroisoandrosterone Sulfate. J Clin Endocrinol Metab 1975; 40(5):850-5.
- 60.** Young J, Couzinet B, Nahoul K, et al. Panhypopituitarism as a Model to Study the Metabolism of Dehydroepiandrosterone (DHEA) in Humans. J Clin Endocrinol Metab 1997; 82(8):2578-85.
- 61.** Orentreich N, Brind JL, Rizer RL, et al. Age Changes and Sex Differences in Serum Dehydroepiandrosterone Sulfate Concentrations Throughout Adulthood. J Clin Endocrinol Metab 1984; (3):551-5.
- 62.** De Peretti E, Forest MG. Pattern of Plasma Dehydroepiandrosterone Sulfate Levels in Humans From Birth to Adulthood:Evidence for Testicular Production. J Clin Endocrinol Metab 1978; 47(3):572-7.
- 63.** Sulcova J, Hill M, Hampl R, et al. Age and Sex Related Differences in Serum Levels of Unconjugated Dehydroepiandrosterone and its Sulphate in Normal Subjects. J Endocrinol 1997; 154(1):57-62.
- 64.** Cumming DC, Rebar RW, Hopper BR, et al. Evidence for an Influence of the Ovary on Circulating Dehydroepiandrosterone Sulfate Levels. J Clin Endocrinol Metab 1982; 54(5):1069-71.



- 65.** Zumoff B, Strain GW, Miller LK, et al. Twenty-Four-Hour Mean Plasma Testosterone Concentration Declines with Age in Normal Premenopausal Women. *J Clin Endocrinol Metab* 1995; 80(4):1429-30.
- 66.** Carlstrom K, Karlsson R, Von Schoultz B. Diurnal Rhythm And Effects of Oral Contraceptives on Serum Dehydroepiandrosterone Sulfate (DHEA-S) are Related to Alterations in Serum Albumin Rather Than to Changes in Adrenocortical Steroid Secretion. *Scand J Clin Lab Invest* 2002; 62(5):361-8.
- 67.** Hill PB, Wynder EL. Effect of a Vegetarian Diet and Dexamethasone on Plasma Prolactin, Testosterone and Dehydroepiandrosterone in Men and Women. *Cancer Lett* 1979; 7(5):273-82.
- 68.** Vermeulen A, Suy E, Rubens R. Effect of Prolactin on Plasma DHEA (s) Levels. *J Clin Endocrinol Metab* 1977; 44(6):1222-5.
- 69.** Gümüşel B, Kandilci HB. Androjenler, anabolik steroidler ve antiandrojenik ilaçlar. *T Klin J Int Med Sci.* 2005;1:112-118
- 70.** Hatipoğlu T. *Anatomi ve Fizyoloji*, 5. Baskı, Ankara, 231, 261-267, (1987).
- 71.** Görpe, A., Görpe, U. *Pratik Endokrinoloji*. Ermete Matbaası, İstanbul, 10, 23, 270-272, 1987.
- 72.** Sevin G, Arun MZ, Üstünel L. Androjenler ve Anabolik Steroidler. *T Klin J Int Med Sci.* 2005;1(35):78-89.
- 73.** Cadoux-Hudson TA, Few JD Imms FJ. The Effect of Exercise on the Production and Clearance of Testosterone in well Trained Young men. *Eur.J. Appl Physiol* 1985; 54: 321-5,

- 74.** Kayaalp O. Estrojenler, Projestinler ve Antagonistleri. Tıbbi Farmakoloji Cilt. 3, 4. Baskı. Ankara: Feryal Matbaacılık. 573-2613. 1989.
- 75.** Giguere V, Tremblay A, Tremblay GB. Estrogen Receptor Beta: Reevaluation of Estrogen and Anti Estrogen Signaling. Steroids. 63:335-339. 1998.
- 76.** Couse JF, Lindzey J, Grandien K, Gustafson JA, Korach KS. Tissue Distribution And Quantative Analysis of Estrogen Receptor-Alfa and Estrogen Receptor-Beta Messenger Ribonucleic Acid in the Wild-Type and ER-Alfa Knockout Mouse. Endocrinology. 1997; 138:4613-4621.
- 77.** Creasy RK, Resnik R, Jay D. Creasy & Resnik's Maternal-Fetal Medicine: Principles and Practice, Maternal-Fetal Medicine. 5th ed. c Sixth Edition Philadelphia 2004.
- 78.** Seyisoğlu H. Hormon Replasman Tedavisi ve Yeni Yaklaşımlar. Obstetrik ve Jinekoloji Dergisi 1997; 2: 67-94.
- 79.** Wang H. Critchley HO, Kelly RW, Shen D, Baird DT. Progesterone Receptor Subtype B İs Differentially Regulated in Human Endometrial Stroma. Mol Hum Reprod. 1998; 4:407-412.
- 80.** Uchida E. Maruyoma T, Nagashima T, Asada H, Yashimura Y. Histone Deacetylase İnhibitors İnduce Differantion of Human Endometrial Adenocarcinoma Cells Through Up-Regulation of Glycodelin. Endocrinology. 2005; 146:5365-5373.
- 81.** Bilge, M. Fizyolojide Hormonlar Bilgisi. Güven Kitabevi Yayınları, Ankara, 37-43, 53-56, 208-210, 213-217, 1979.
- 82.** Serpek B, Yalçın S, Haliloğlu S. Konya Merinosu ve Akkaraman Koyunlarında Somatotrop Hattın Endokrinolojisi ile Plazma Somatotropin

ve IGF-1 Düzeylerinin Büyümeye Etkileri, 1995; Tubitak Proje no: VHAG 968, sf; 5-15.

**83.** Bhogavan NV. Medical Biochemistry, capter 31-34. Endocrin Metabolism II. Hypotalamus and Pitutiary, Repuroductive System pp:729-801, forth edition 2002.

**84.** Kopchick JJ, Parkinson C, Stevens EC, Trainer PJ Growth Hormone Receptor Antagonists: Discovery, Development, and Use in Patients with Acromegaly. Endocrine Reviews 2002; 23 (5): 623-646.

**85.** De Palo EF. Gatti R, Lancerin F, Cappellin E, Spinella P. Correlation of Growth Hormone (GH) and İnsülin-Like Growth Factor I (IGF-1): Effects of Exercise and abuse by Athletes. Clin. Chem.Acta. 305(1-2):1-17 Review 2.1.11. 2001.

**86.** Macintyre JG. Growth Hormone and Athletes. Sports Med. 1987; 4(2): 129-142.

**87.** Jenkins PJ. Growth Hormone and Exercise. Clin Endocrinol. 1999; 50, pp. 683-689.

**88.** Stuerenburg HJ, Jung R, Kunze K, Age Effect on Growth Hormone and Testosterone Responses to Endurance Execise in Patients with Neuromuscular Diseases, Archives of Gerontology and Geriatrics, 1999; 28:45-51,

**89.** Coffey VG, Hawley JA. The molecular Bases of Training Adaptation, Sports Medicine, 2007; 37(9): 737-763.

**90.** Nguyen UN, Mouglin F, Sifon-Rigaud ML, Rouillon JD, Marguet P, Regnard J. Influence of exercise duration on serum insulin-like growth factor and its binding proteins in athletes. Eur J Appl Physiol 1998; 78, pp. 533-537.

91. Wideman L, Weltman JY, Shah N, Story S, Veldhuis JD, Weltman A Effects of Gender on Exercise-Induced Growth Hormone Release. J.Appl Physiol. 1999; 87, pp. 1154-1162.
92. Yılmaz B. Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi, Feryal Matbaa, 1.Basım, 247-371, Ankara. 1999.
93. Ganong WF. Tıbbi Fizyoloji, Cilt 1, 17. Baskı, (Çev: Türk Fizyolojik Bilimler Derneği), Barış kitabevi, Ankara. 1996.
94. Staessen J, Fagard R, Hespel P, Lijnen P, Vanhees L and Amery A. Plasma Renin System During Exercise in Normal Man, J Appl Phxsiol, 1987; 63,188-94.
95. Schwartz SI, Shires GT, Daly JM. Principles of Surgery 1999, Volume I;101-22.
96. Lucas CE, Ledgerwood AM. Colloid Oncotic Pressure and Body Water Dynamics in Septic And İnjured Patients. J Trauma 1991; 31: 927.
97. Chiao JJ, Minei JP. Invivo Myocyt Sodium Activity and Concentration During Hemorrhagic Shock. Am J Physiol. 1990; 684.
98. Balcıoğlu İ. Anksiyete Bozukluklarının Psikoendokrinolojisi Anadolu Psikiyatri Dergisi. 2002; 3(1):45-51
99. Cain ST, Owens MJ, Nemeroff CB: Subcelular Distribution of Corticortorin-Releasing Factor - lise İmmunoreactivity in Rat, Central Nervous System. Neu-roendocrinol. 1991; 54:36-41.
100. Panksepp J. Affective Neuroscience: The Foundations of Human and Animal Emotions. Oxford, Oxford University Press, 1998.

- 101.** Holick MF. Sunlight and Vitamin D for Bone Health and Prevention of Autoimmune Diseases, Cancers, and Cardiovascular Disease. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80:1678-88.7.
- 102.** Lips P. Vitamin D. *Physiology. Prog Biophys Mol Biol* 2006;92:4-8.
- 103.** Javorsky BR, Maybee N, Padia SH, Dalkin AC. Vitamin D Deficiency in Gastrointestinal Disease. *Pract Gastroenterol* 2006;36:52-72.
- 104.** Zamboni M, Zoico E, Tosoni P, ve ark.; Relation Between Vitamin D, Physical Performance, and Disability in Elderly Persons; *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 2002; Vol. 57A: No.1: M7-M1.
- 105.** Guler H, Turhanoğlu A, Ozer C. Yaşlı Kadınlarda Vitamin D Kullanımının Denge ve Yaşam Kalitesi Uzerine Etkisi; *Turkish Journal of Geriatrics.* 2008; 11(2): 57-61.
- 106.** Faustino R. Perez-Lopez. Vitamin D and its Implications for Musculoskeletal Health in Women: An Update; *Maturitas.* 2007; 58. 117-137.
- 107.** Boucher BJ. Inadequate Vitamin D Status: Does it Contribute to the Disorders Comprising Syndrome 'X'? *Br J Nutr* 1998; 79(4): 315–27.
- 108.** Wilkinson RJ, Llewelyn M, Toossi Z et al. Influence of Vitamin D Deficiency and Vitamin D Receptor Polymorphisms on Tuberculosis Among Gujarati Asians in West London: a Case Control Study. *Lancet* 2000; 19; 355(9204): 618–21.
- 109.** Pehlivan A. *Sporda Beslenme, Morpa Kültür Yayınları, İstanbul.* 2005.

- 110.** Joubert LM, Manore MM. The Role of Physical Activity Level and B-Vitamin Status on Blood Homocysteine Levels. *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 40(11):1923-31.
- 111.** Soysal T. Megaloblastik Anemiler. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri. Anemiler Sempozyumu. İstanbul, 2001: 33-47.
- 112.** DüNDAR, U. Antrenman Teorisi, 4.Baskı, Bağırhan Yayinevi, Ankara, 1998.
- 113.** Mengi A. Biyokimya, İstanbul Üniversitesi Fakültesi Yayinevi, İstanbul, 1998.
- 114.** Matter M, Stittfall T, Graves J, Myburgh K, Adams B, Jacobs P, Noakes TD. The Effect of Iron and Folate Therapy on Maximal Exercise Performance in Female Marathon Runners With Iron and Folate Deficiency. *Clin Sci (Lond).* 1987; 72(4):415-22.
- 115.** Lukaski HC. Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance. *Nutrition.* 2004; 20(7-8):632-44.
- 116.** Mayer G, Kröger M, Meier-Ewert K. Effects of Vitamin B12 on Performance And Circadian Rhythm in Normal Subjects. *Neuropsychopharmacology.* 1996; 15(5):456-64.
- 117.** Aksoy M. Beslenme Biyokimyası, 1. Baskı, Ankara: Hatipoğlu Basım ve Yayım, 2000.
- 118.** Williams MH (2005) Dietary supplements and sport performance: Minerals, *J of the Int Sco of Sports Nutr.* 2005; (1):43-49.
- 119.** Zoller H, Vogel W Iron Supplementantation in Athletes-First do no Harm, *Nutrition,* 20, 615–619. 2004.

- 120.** Hinton PS, Giordano C, Brownlie T, Haas JD. Iron Supplementation Improves Endurance After Training in Iron-Depleted, Nonanemic Women, J Appl Phy, 2000; 88, 1103.
- 121.** Brutsaert TD, Hernandez SC, Rivera J, Viola T, Hughes G, Haas JD Iron Supplementation Improves Progressive Fatigue Resistance During Dynamic Knee Extensor Exercise in Iron-Depleted, Nonanemic Women, A J Clinical Nutr, 2003; 77, 441.
- 122.** Asok CA. Megaloblastic Anemias. Hematology Basic Principles in Practise 3<sup>rd</sup>. (Eds) Hofftnan R, Benz EJ Jr, Shaltil, SJ, et al Philadelphia, Churcill Livingstone Co. 2000; 446-485.
- 123.** Çağatay Ü, Güvenç B. Megaloblastik Anemiler. Çeviri Editörü: Sağlıkker Y. Harrison İç Hastalıkları Prensipleri. 15. Baskıdan Çeviri. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 674-680. 2004.
- 124.** Onat T. Vitaminler. Çeviri Editörü: Aslan D. Tietz Klinik Kimyada Temel İlkeler. Beşinci Baskıdan Çeviri Ankara: Palme Yayıncılık, 2005: 543-567.
- 125.** Bhavagan NV. Vitamin Metabolism. In: Bhavagan NV. Medical Biochemistry. 4thed. Florida: Hartcourt Academic Press. 901-928. 2002.
- 126.** Miller SM, Mears M. Nutritional Status Assesment. In: Anderson SC, Cockayne S. Clinical Chemistry Concept and Applications. New York: Mc Graw Hill, 579-611. 2003.
- 127.** Miller SM Vitamins. In: Bishop ML, Duben-Engelkirk JL, Fody EP. Clinical Chemistry Principles, Procedures, Correlations. 3th Ed. Philadelphia: Lippincott. 581-635. 1996.

- 128.** Çiftli S, Ünalın PC, Diyet ve Egzersizin Kalp-Damar Hastalıklarından Koruyucu Etkileri ile İlgili Kanıtı Dayalı Bilgiler, Türk Aile Hek Derg 2002; 7(2): 84-88.
- 129.** König D, Bisse E, Deibert P, et al. Influence of training volume and acute physical exercise on the homocysteine levels in endurance-trained men: interactions with plasma folate and vitamin B12. Ann Nutr Mtab. 2003; 47:114-118.
- 130.** Williams MH. Vitamin Supplementation and Athletic Performance. Int J Vitam Nutr Res Suppl. 1989; 30:163-191.
- 131.** Kılıç M. Yıldız Kategorisindeki Güreşçilerde (15-16 Yaş Grubu) Kısa Süreli Sıvı Kaybının Performansa Etkisi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya. 1998.
- 132.** İnal AN. Beden Eğitimi ve Spor Bilimine Giriş, Desen Ofset Ofset Matbaacılık, Konya. 2000.
- 133.** Kuter M, Öztürk F. Antrenör ve Sporcu El Kitabı, Bağırınan Yayımevi, Ankara. 1999.
- 134.** Günay M, Yüce İA. Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri, Seren Ofset Ankara. 1996.
- 135.** Voracek M, Reimer B, Ertl C, Dressler SG. Digit Ratio (2D:4D), Lateral Preferences and Performance in Fencing. Percept Mot Skills, 2006; 103 (2): 427-446.
- 136.** Tester N, Campbell A. Sporting Achievement: What is the Contribution of Digit Ratio? J Pers 2007; 75:663–677.
- 137.** Manning JT, Bundred PE. The ratio of 2nd and 4th Digit Length: a New Predictor of Disease Predisposition? Med Hypotheses. 2000; 54:855–857.



- 138.** Brown WM, Hines M, Fane BA, Breedlove SM. Masculinized Finger Length Patterns in Human Males and Females With Congenital Adrenal Hyperplasia. *Horm Behav* 2002; 42:380–386.
- 139.** McFadden D, Shubel E. Relative Lengths of Fingers and Toes in Human Males and Females. *Horm Behav* 2002; 42(4):492-500.
- 140.** Ökten A, Kalyoncu M, Yari M. The Ratio of Second and Fourth-Digit and Congenital Adrenal Hyperplasia Due To 21-Hydroxylase Deficiency. *Early Hum Dev* 2002; 70(1-2):47-54.
- 141.** Jamison CS, Meier RJ, Campbell BC: Dermatoglyphic Asymmetry and Testosterone Levels in Normal Males. *Am. J. Phys. Anthrop.* 1993, 90, pp: 185-198.
- 142.** Manning JT. The Ratio of 2nd And 4th Digit Length and Performance in Skiing, *J. Sports Med. Phys. Fitness* 6. 2002; pp. 211–215.
- 143.** Manning JT, Bundred PE and Taylor RP. The Ratio of 2nd and 4th Digit Length: a Prenatal Correlate of Ability in Sport. In: T. Reilly and M. Marfell-Jones, Editors, *Kinanthropometry* vol. VIII, Routledge, London. 2003; pp. 165–174.
- 144.** Manning JT, Barley L, Walton J, Lewis-Jones DI. Trivers RL, et al. The 2nd:4th Digit Ratio, Sexual Dimorphism, Population Differences and Reproductive Success: Evidence for Sexually Antagonistic Genes? *Evolution and Human Behavior* 2000; 21: 163-183.
- 145.** Lippa RA. Are 2D:4D Finger-Length Ratios Related to Sexual Orientation? Yes for Men, No for Women. *Journal of Personality and Social Psychology.* 2003; 85 (1): 179-188.

- 146.** Benderlioğlu, Z, Nelson RJ. Digit Length Ratios Predict Reactive Aggression in Women, But Not in Men. *Hormones and Behavior*. 2004; 46: 558-564.
- 147.** Austin EJ, Manning JT, Mcinroy K, Mathews E. A Preliminary Investigation Of The Associations Between Personality, Cognitive Ability And Digit Ratio. *Personality and Individual Differences*. 2002, 33: 1115-1124.
- 148.** Manning JT, Bundred PE, Flanagan BF. The Ratio of 2nd to 4th Digit Length: a Proxy for Transactivation Activity of the Androgen Receptor Gene? *Medical Hypotheses*. 2002; 59: 334–336.
- 149.** Cureton K, Bishop P, Hutchinson P, Newland H, Vickery S, Zwiren L. Sex Differences in Maximal Oxygen Uptake. Effect of Equating Haemoglobin Concentration. *Eur J Physiol Occup Physiol*. 1986; 54:656–660.
- 150.** Helgerud J. Maximal Oxygen Uptake Threshold and Running Economy in Women and Men With Similar Performance Level in Marathons. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994; 8:1555–1561.
- 151.** Helgerud J, Ingjer F, Stromme SB. Sex Differences in Performance Matchedmarathon Runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1990; 61:433–439.
- 152.** Hoekstra RA, Bartels M, Boomsma DI. Heritability of Testosterone Levels in 12-Year-Old Twins And its Relation to Pubertal Development. *Twin Res Hum Genet* 2006; 9:558–565.
- 153.** Hönekopp J, Bartholdt L, Beier L, Liebert A.. Second to Fourth Digit Length Ratio (2D:4D) and Adult Sex Hormone Levels: New Data And A Meta-Analytic Review. *Psychoneuroendocrinology* 2007; 32:313–321.

## 10. EKLER



**T.C**  
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ YEREL ETİK KURULU**  
**RESEARCH ETHICS COMMITTEE OF MEDICAL FACULTY, GAZİ UNİVERSTY**  
**ANKARA-TÜRKİYE**  
**ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYI**  
**İLAÇ DIŞI KLİNİK ÇALIŞMALAR**

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	PROTOKOL ADI	"Farklı Branşlardaki Elit Bayan Sporcuların 2. ve 4. (2D:4D) Parmaklarının Oranının Sportif Performansa Etki Eden Bazı Biyokimyasal ve Endokrinolojik Parametrelerle İlişkisi"				
	SORUMLU ARAŞTIRICI UNVANI, / ADI	Yrd.Doç.Dr.İbrahim Cicioğlu				
<b>DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER</b>	Belge Adı	Tarih / değişiklik No.su	Dili Türkçe			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ					
<b>KARAR BİLGİLERİ</b>	Karar No: 388	Tarih : 24 Haziran 2009				
	G.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu'nda yapılması tasarlanan ve yukarıdaki künyede kayıtlı araştırma projesine ait dosya; amaç, gerekçe, yaklaşım, yöntemler ve aydınlatılmış onamın yeterliliği yönünden incelenmiş ve çalışmanın gerçekleştirilmesinde Etik sakınca bulunmadığına karar verilmiştir.					
<b>ETİK KURUL BİLGİLERİ</b>						
<b>ÇALIŞMA ESASI</b>	İYİ KLİNİK UYGULAMALAR KILAVUZU, HELSİNKİ BELGESİ, BİYOETİK SÖZLEŞMESİ					
<b>ÜYELER</b>						
<b>Unvanı / Adı / Soyadı Üyeliği</b>	<b>Uzmanlık Dalı</b>	<b>Kurumu</b>	<b>Cinsiyeti</b>	<b>İlişki (*)</b>	<b>Katılım (**)</b>	<b>İmza</b>
Prof.Dr.Necila BUYAN BAŞKAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları - Nefroloji	G.Ü.T.F Çocuk Sağ.ve Hast.A.D.	K	x H X H	E H	İzinli
Prof. Dr.Firdevs Aktaş ÜYE	Enfeksiyon	G.Ü.T.F Enfeksiyon Hast. A.D.	K	x H H H	E xx E	
Prof. Dr.Aysel ARICIOĞLU ÜYE	Tıbbi Biyokimya	G.Ü.T.F Tıbbi Biyokimya A.D.	K	x H H H	E xx E	
Prof.Dr.Fatma ATALAY ÜYE	Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon	G.Ü.T.F Fiziksel Tıp ve Reha.A.D.	K	x H H H	E xx E	İzinli
Prof.Dr.Çağatay ÇİFTER ÜYE	Genel Cerrahi	G.Ü.T.F Genel Cerrahi A.D	E	x H H H	E xx E	
Prof.Dr.Seyhan ERSAN ÜYE	Farmasötik Kimya Ecz. Fak.	G.Ü.E.F (Ecz.Fak.) Farmasötik Kimya	K	x H H H	E xx E	
Prof.Dr.Reha KURUOĞLU ÜYE (Başkan Vekili)	Nöroloji	G.Ü.T.F Nöroloji A.D.	E	x H H H	E xx E	
Doç.Dr.Nesrin ÇOBANOĞLU ÜYE	Tıp Etiği ve Tıp Tarihi	G.Ü.T.F Tıp Etiği ve Tıp tarihi A.D.	K	x H H H	E xx E	
Doç.Dr.Mehmet Ali Ergün ÜYE	Tıbbi Genetik	G.Ü.T.F Tıbbi Genetik A.D.	E	x H H H	E xx E	
Doç.Dr.Aylar POYRAZ ÜYE	Tıbbi Patoloji	G.Ü.T.F Tıbbi Patoloji A.D	K	x H H H	E xx E	
Doç.Dr.Canan ULUOĞLU ÜYE	Tıbbi Farmakoloji	G.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D.	K	x H H H	E xx E	
Doç.Dr.Münci YAGCI ÜYE	İç Hastalıkları - Hematoloji	G.Ü.T.F İç Hastalıkları A.D.	E	x H H H	E xx E	
Doç.Dr.Birol DEMİREL ÜYE	Adli Tıp	G.Ü.T.F Adli Tıp A.D.	E	x H H H	E xx E	Katılmadı
Hukuk Müşaviri Adem GELİR ÜYE	Hukuk Müşavirliği	Rektörlük Hukuk Müşavirliği	E	x H H H	E xx E	Katılmadı

\* Araştırma İle İlişki  
\*\* Toplantıda Bulunma

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**DENEK GRUBU ve KONTROL GRUBU OLARAK İNCELENECEK**  
**"SAĞLIKLI GÖNÜLLÜLER" İÇİN OLUR FORMU**

Fakültemizde, Yrd. Doç. Dr. İbrahim CİCİOĞLU' nun sorumlu araştırmacısı olduğu, "FARKLI BRANŞLARDAKİ ELİT BAYAN SPORCULARIN 2. ve 4. (2D:4D) PARMAKLARININ ORANININ SPORTİF PERFORMANSA ETKİ EDEN BAZI BİYOKİMYASAL ve ENDOKRİNOLOJİK PARAMETRELERLE İLİŞKİSİ " isimli bir araştırma yapılması planlanmaktadır.

Çalışmanın **amacı** elit düzeyde spor yapan farklı branşlardaki bayan sporcuların fiziksel özelliklerinin sportif performansa etki eden bazı endokrinolojik ve biyokimyasal parametrelerle ilişkisinin olup olmadığını tespit edilerek, sportif yeteneği bulunabilecek çocukların bu özelliklere (fiziksel özelliklerine) bakılarak keşfedilebilmesi ve yönlendirmesini sağlamak amaçlanmaktadır.

Bu çalışmanın bilimsel olarak yürütülebilmesi için, araştırmaya katılan hasta kişiler dışında, sağlıklı kişilerden 30 ml kan alınmasına gereksinim vardır. Bu sayede, hasta kişilerin verileri, siz sağlıklı kişiler ile karşılaştırılabilecektir.

Bu çalışmaya, "**sağlıklı kontrol grubu**" olarak katılmayı kabul ederseniz, sizden istenen tek şey, 1 kez 30 ml kan vermenizdir.

Vereceğiniz kanda, biyokimyasal, endokrinolojik ve vitamin değerleriniz araştırılacaktır. yapılacak işlem 1 kez 30 ml kan vermeniz ve 30 sn süren bir performans testine katılmanızdan ibarettir. Çalışma doktorunuz sizden elde edilen sonuçları, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimliğiniz gizli tutulacaktır.

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirseniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalanmak için size verilecektir.

**(Katılımcının Beyanı)**

GÜTF İç Hastalıkları Anabilim dalında, Dr. İlhan YETKİN tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu koşullarla "sağlıklı kontrol grubu" olarak, ...1.....kez, .....30.....ml kan verme işlemi kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı**  
Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel:  
İmza:  
Tarih:

**Katılımcı ile görüşen hekim**  
Adı soyadı, unvanı:  
Adres:  
Tel:  
İmza:  
Tarih:

## 11. ÖZGEÇMİŞ

**Adı:** Çağrı

**Soyadı:** ÇELENK

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Elazığ 28.08.1975

**Eğitimi:**

**Doktora:** Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı (2005-2011)

**Yüksek Lisans:** Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı (2000-2004)

**Lisans:** Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu (1995-1999)

**Ortaokul ve Lise:** Ağın İbrahim Uçkunkaya Lisesi (1986-1992)

**İlkokul:** Ağın İlkokulu (1982-1986)

**Yabancı Dili:** İngilizce

**Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar:**

**Bilimsel Etkinlikleri (aldığı burslar, ödüller, projeleri):**

## 12.TEŞEKKÜR

“Farklı Branşlardaki Elit Bayan Sporcuların 2. ve 4. (2D:4D) Parmaklarının Oranının Sportif Performansa Etki Eden Bazı Biyokimyasal ve Endokrinolojik Parametrelerle İlişkisi” konulu çalışmanın her aşamasında bana yardımcı olan başta danışmanım Yrd. Doç. Dr. İbrahim CİCİOĞLU olmak üzere, yardımcı tez danışmanım Prof. Dr. İlhan YETKİN, Prof. Dr. Mehmet GÜNAY ve Prof. Dr. Kadir GÖKDEMİR’e teşekkür ederim.

Araştırmada kullanılan kan analizlerinin yapıldığı Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Laboratuvarının kullanılması ve çalışmaya verdiği destekten dolayı Prof. Dr. Hatice PAŞAOĞLU’na, Dr. Ayşe Tuncel’e, Dr. Canan Demirtaş’a, Dr. Selvihan BEYSEL’e, verilerin istatistikî analizlerin yapılmasındaki yardımları için Yrd. Doç. Dr. Esen GÜRBÜZSEL’e ve Arş. Gör. Irmak ACARLAR’a, çalışma esnasında bana her türlü yardımı yapan arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Hüseyin EROĞLU, Dr. Arş. Gör. Mürsel BİÇER, Dr. Öğr. Gör. Mustafa AKIL’a teşekkür ederim.

Doktora eğitimim boyunca yapmış olduğu yardımlardan dolayı Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü öğrenci işlerinden Cengiz ÇATAL’a, Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu’nun bütün Akademik ve idari personeline, ayrıca çalışma gruplarını oluşturan bütün sporculara ve onların antrenörlerine teşekkür ederim.