T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI BRANŞLARDAKİ SPORCULARDA ANAEROBİK EGZERSİZİN BAZI HORMON DÜZEYLERİNE ETKİSİ

Savaş ÇAKMAKCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Mehmet KILIÇ

Konya–2013

ÖNSÖZ

Anaerobik performans her türlü sportif aktivite için önemli olmakla birlikte, anaerobik performansın ağırlıklı olarak kullanıldığı spor dallarında önemi daha da artmaktadır. Sporsal antrenmanlarda, organizma günlük yaşantı düzeyinin daha üzerinde yüklenmelere maruz bırakılmaktadır. Organizmada birçok aktivitenin koordinasyonu ve düzenini sağlayan iki sistem vardır. Bunlar, sinir sistemi ve endokrin sistemdir. Egzersiz ve yoğun antrenman gibi çeşitli stres durumları hormonal salınımı etkileyerek, bazı hormonların istirahat düzeylerinin artmasına ve azalmasına neden olmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, farklı enerji sistemlerine sahip branşlarda, kısa süreli yoğun bir egzersiz olan anaerobik güç testinin endokronolojik olarak bazı hormonları nasıl etkilediğini tespit etmek ve literatürle kıyaslamaktır. Hormonal düzeyde yapılan çalışmaların farklı düzeyde ve şiddette yapılmasının hem üst düzey sporcular için konunun daha iyi anlaşılması açısından önemli olacağı hem de bilime ve spor kamuoyuna katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın yapılış ve yazım aşamasında desteklerini benden esirgemeyen S.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğretim üyesi Doç. Dr. Süleyman PATLAR'a teşekkür ederim. Tezin her aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım S.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğretim üyeleri, Doç. Dr. Oktay ÇAKMAKÇI ve Doç. Dr. Nurtekin ERKMEN'e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde test aşamasına katılan bütün sporcu arkadaşlarıma, bana her zaman destek olan değerli hemşehrim Habip ÖZDEMİR'e, çalışmanın bütün aşamalarında yanımda olan yükseklisans arkadaşlarıma ve bu çalışmanın yapılmasında en önemli etken olan; maddi, manevi bütün destekleriyle yanımda olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR ..... **v**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Endokrin Sistem **1**

1.2. Hormon **2**

1.2.1. İnsülin Hormonu **3**

1.2.2. Büyüme Hormonu (GH) **3**

1.2.3. Tiroid Stimule Edici Hormon (TSH) **9**

1.2.4. Testosteron Hormonu **11**

1.3. Egzersiz **17**

1.3.1. Egzersizde Enerji Metabolizması **18**

1.3.2. Enerji Sistemleri **18**

1.4. Adenozin Tifosfat (ATP) **18**

1.4.1. Glikojen **20**

1.4.2. Oksijen **20**

1.4.3. Alaktasit Borç **21**

1.4.4. Laktasit Borç **22**

1.5. Anaerobik Metabolizma **22**

1.5.1. Laktik Asit **22**

1.6. Aerobik Metabolizma **24**

1.7. Anaerobik Gücün Değerlendirilmesi **25**

1.7.1. Anaerobik Güç Testleri **26**

1.7.1.1. Wingate Testi **26**

2. GEREÇ ve YÖNTEM **29**

2.1. Boy ve Vücut Ağırlığı **29**

2.2. Wingate Anaerobik Güç Testi **29**

2.3. Kan ve Hormon Analizi **30**

2.4. Verilerin Analizi (İstatistikel Analizler) **30**

3. BULGULAR **31**

4. TARTIŞMA **37**

5. SONUÇ ve ÖNERİLER **44**

6. ÖZET **45**

7. SUMMARY **47**

8. KAYNAKLAR **48**

9. EKLER **55**

10. ÖZGEÇMİŞ **56**

SİMGELER ve KISALTMALAR

GH : Growt hormon

Ca : Kalsiyum

Na : Sodyum

LH : Lüteinize edici hormon

TSH : Tiroid stimüle edici hormon

FSH : Follikül stimüle edici hormon

IGF-1 : İnsuline-benzer Büyüme Faktörü-1

GHR : Büyüme hormonu reseptörleri

GHBP : Growth hormon bağlayıcı proteinler

LDL : Kolesterol

rhGH : Rekombinant insan büyüme hormonunu

O_2 : Oksijen

T : Troksin

T3 : Triiyodotronin

T4 **:** Tiroksin

TeBG : Testosteron-estradiol-binding globulin

NCAA : Amerikan Kolej Sporları Kurumu

ATP : Adenosinrifosfat

ADP : Adenozindifosfat

AMP : Adenozin monofosfat

CO_2 : Karbondioksit

Max $V0_2$: Maksimal Oksijen Tüketimi

CP : Criatin Fosfat

LA : Laktik asit

NaCl : Sodyumklorür

pH : Bir çözeltinin asit veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi

CoA : Koenzim A

TCA : Trikarboksilik asit çemberi

NAD+ : Nikotinamid adenin dinükleotit

WanT : Wingate Anaerobic Güç Testi

Pi : İnorganik Fosfat

1. GİRİŞ

Sporun ve egzersizin faydaları çok eski tarihlerden beri bilinmekle birlikte, günümüzde hala spor ve egzersiz hakkında çalışmalar yapılmaktadır. İnsanın sağlığını korumasında ve zinde kalmasında çocukluktan ergenliğe, ergenlikten yaşlılığa kadar düzenli egzersizin ve sporun önemi son derece önemlidir. Düzenli ve devamlı yapılan egzersizin vücut sağlığını koruduğu gibi bazı hastalıklarıda önlediği ve vücudun ağırlığını da dengelediği bilinmektedir.

Anaerobik performans her türlü sportif aktivite için önemli olmakla birlikte, anaerobik performansın ağırlıklı olarak kullanıldığı spor dallarında önemi daha da artmaktadır. Bilindiği gibi futbol, basketbol, hentbol, buz hokeyi, Amerikan futbolu gibi takım oyunlarının ani atak veya baskılı savunma zamanlarında, orta mesafe koşularının bitişe yakın ataklarında, kısa mesafe koşularında (100 m, 200 m), kısa mesafe yüzme branşlarında (50 m, 100 m), atma ve atlama sporlarında, güreş, tenis, kayak (alp), jimnastik gibi daha birçok spor dalında ani ve yüksek şiddetli güç oluşumuna ihtiyaç duyulduğu için anaerobik performans daha da ön plana çıkmaktadır (Özkan ve ark 2007).

Bu araştırmanın amacı, farklı enerji sistemlerine sahip branşlarda, kısa süreli yoğun bir egzersiz olan anaerobik güç testinin endokronolojik olarak bazı hormonları nasıl etkilediğini tespit etmek ve literatürle kıyaslamaktır.

1.1. Endokrin Sistem

Endokrin sistem vücudun çeşitli bölgelerindeki organ ve dokuların metabolik aktivitelerini düzenler, böylece homeostazisin kurulmasını sağlar.

Sporsal antrenmanlarda, organizma günlük yaşantı düzeyinin daha üzerinde yüklenmelere maruz bırakılmaktadır. Organizmada birçok aktivitenin koordinasyon ve düzenini sağlayan iki sistem vardır. Bunlar, sırasıyla; “sinir sistemi” ve “endokrin sistemi”dir (Nelson 1979, Who 1985).

Otonom sinirler ve endokrin bezler günlük hayatta vücudun değişik fonksiyonlarının koordinasyonunu sağlamaktadırlar. Bu nedenle egzersiz endokronolojisi, organizmanın egzersize uyması açısından önemli bir yer tutmaktadır (Erdil 1983).

Egzersiz ve yoğun antrenman gibi çeşitli stres durumları hormonal salınımı etkileyerek, bazı hormonların istirahat düzeylerinin artmasına ve azalmasına neden olmaktadır (Takashı ve ark 1992).

Sporun hormon salgılanması üzerine etkileri, günümüzde spor fizyolojisi ve hekimliği araştırmalarının önemli bir konusunu oluşturmaktadır (Tüzün 1984).

1.2. Hormon

Hormon, iç salgı bezleri tarafından üretilen, kan dolaşımına salgılanan ve sadece hedef (target) hücrelere etki yapabilen bileşiklere denir (Tüzün 1984, Kuter ve Öztürk 1992, Rubaı ve Moddy 1991).

Endokrin sistemde hormonlar ile kimyasal reaksiyonların hızı, hücre zarında madde taşınması, hücrelerin büyüme ve salgılama fonksiyonları kontrol edilir. Hormonal sistemin bu etkileri bazen saniyeler, bazen de birkaç gün içinde başlayıp haftalar, aylar hatta yıllar boyunca devam etmektedir (Consolazıo ve ark 1963).

İnsanda varolan endokrin bezler şunlardır:

1. Hipofiz bezi
2. Tiroid bezi
3. Paratiroid bezi
4. Adrenal bez
5. Pankreasın Langerhans adacıkları
6. Testis (erkek) ve ovaryum (kadın) cinsiyet bezi (Who 1985).

1.2.1. İnsülin Hormonu

Pankreas Langerhans adacıklarının beta hücrelerinden salgılanan insülinin temel fonksiyonu kan glikoz düzeyini düşürmektir (Nelson 1979).

Kandaki glikozun kas ve karaciğer hücrelerine glikojen şeklinde depo edilmesinin, yani kas ve yağ hücrelerine glikoz girişini arttırmak suretiyle karaciğerde glikojen sentezini arttırır. Amino asitlerden glikoz yapımını azaltır (WHO 1985).

Anabolik bir etki ile amino asitlerin vücut proteinlere dönüşümünü sağlar (büyüme hormonu gibi). Böylece hücre büyümesini arttırır (Samuel ve Torıola 1988).

Egzersizde insülin düzeyi azalırken, glukagon artmaktadır (Sepulveda ve ark 1989). İnsülinin glikoz, yağ asidi, protein sentezlerinin etkilerinin yanında, genel olarak da hücre büyümesini de artırır (Samuel ve Torıola 1988).

Glikoz kana karaciğerden glikojenoliz ve glukoneojenez yolları ile verilir, böylece kasların artan enerji ihtiyacı karşılanır. Karaciğerden kana glikoz verilişi yetersiz olduğu zaman, egzersizin devam ettirilemediği görülmüştür. Egzersiz esnasında kas kandan glikoz çekip kullandıkça, orantılı bir şekilde karaciğerden kana glikoz geçmeli ve kan glikoz düzeyi düşürülmemelidir. İnsülin ve glukagon karbonhidrat metabolizmasında rol oynayan belli başlı hormonlardır. Egzersiz sırasında hem glikoz, hem de serbest yağ asitleri gereklidir. Bu nedenle insülin seviyesi azalırken glukagon seviyesi yükselir. Kanda insülin azalmasının nedeni alfa-adrenerjik stimülasyona bağlı insülin sekresyonundaki azalmadır (Akgün 1989).

1.2.2. Büyüme Hormonu (GH)

Hipofizin ön lobunda salgılanan büyüme hormonun hedef dokusu bütün hücrelerdir. Büyüme hormonunun salınması hipotalamusta sentezlenen somatostain hormonu ile inhibe edilir. Basit bir protein yapısında olan büyüme hormonu (GH), protein zinciri içinde yer alan sistein amino asitleri arasında kurulan iki disülfit

köprüsüyle belirli bir üçüncül yapıya kavuşan ve hemen tüm canlı türleri için önemli olan türe özel bir hormondur (Serpek ve ark 1995, Kopchick ve ark 2002, Bhogavan 2002).

Kanda GH'un temelde iki ayrı formunun bulunduğu saptanmıştır. Bu formlardan birisi hipofizer GH iken, diğeri sadece gebe kadınlarda varlığı saptanan plasental GH' dır (De Palo ve ark 2001).

Büyüme hormonunun fizyolojik fonksiyonları şunlardır:

- Bütün dokularda protein sentezini arttırmak suretiyle organizmanın büyüme ve gelişimini kontrol eder.
- Glikojenolizi arttırmak suretiyle kan glikoz düzeyini yükseltir (WHO 1985, Rubaı ve Moddy 1991).
- Lipolizi arttırarak kanda serbest yağ asitlerinin miktarını arttırır. Böylece enerjinin glikojen ve proteinlerden sağlanılmasını azaltır. Kısacası enerji kaynağı olarak daha çok yağların kullanımını sağlar.
- Kaslarda yağ asitlerinden glikoz sentezini arttırarak glikojen depolarını korur. Glikozun kullanım hızını azaltır (Nelson 1979).
- Bağırsaklardan Ca++ emilimini arttırıcı, böbreklerden Na+ ve K+ atılımını azaltıcı etkiye sahiptir.
- Egzersizin ilk dakikalarında solunumu arttırır.
- Hücrelerde protein sentezini arttırma, kemiklerin ve vücudun büyümesini sağlama görevlerini üstlenir (WHO 1985).

Egzersiz şiddeti arttıkça adenohipofizden salgılanan büyüme hormonunun arttığı tespit edilmiştir. Kan büyüme hormonu seviyesinin düzenli yapılan egzersizlerle arttığı ve büyüme hormonundaki bu artışın serbest yağ asit mobilizasyonu ve metabolizmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir (Güner 1992).

Egzersiz büyüme hormonu salınımını artırmaktadır (Jacobs ve ark. 1983).

Egzersize büyüme hormonun cevabı kişinin antrenman durumuyla yakından ilgilidir:

1- Antrenmanlı kişide büyüme hormonu artışı sedentare oranla daha azdır.

2- Yorucu bir egzersizden sonra antrenmanlı kişide büyüme hormon konsantrasyonundaki azalma antrenmansız kişiye oranla daha hızlıdır.

Büyüme hormonunun biyosentezi ve salınımı hipotalamusun kontrolü altındadır. İnsan hipofiz ön lobunun hücrelerinin yaklaşık % 50'si büyüme hormonu sentezleyen somatotrop hücrelerden oluşur. Kadınlarda büyüme hormonu konsantrasyonu erkeklere göre üç kat fazla olduğu (Müller ve ark 1999), erkeklerde günlük büyüme hormonu üretiminin 0,4-1 mg kadarken, kadınlarda üretilen ve depolanan toplam hormon miktarının 5-10 mg dolayında olduğu bildirilmiştir (Kurdak 1996). İnsanlarda GH'un yarılanma ömrü 20-25 dakikadır (Baumann ve ark 1987). Yaşın ilerlemesiyle azalmaya başlayan büyüme hormonu sentezi (Corpas ve ark 1993) 30'lu yaşlarda % 15 düzeylerinde gerilerken, bu gerileme 60'lı yaslarda % 75 düzeylerine ulaşmaktadır (Janssen ve ark 1998).

Yaşın ilerlemesiyle GH'nun yanı sıra lütenize edici hormon (LH), folükül stimüle edici hormon (FSH), tiroid stimüle edici hormon (TSH) (Perry 1999) ve gonadal steroidlerin serum konsantrasyonları da gerilemektedir. Büyüme hormonunun azalmasına bağlı olarak vücut yağında artma, kas ve kemik kitlesinde azalma meydana gelmektedir. Yaşlılarda büyüme hormonu tedavisi görenlerde kas kitlesinde ve yağsız vücut kitlesinde artış, vücut yağında azalmalar meydana gelmiş ancak büyüme hormonunun tedavi edici özelliği yanı sıra zararlı yan etkilerinin de olabileceği bildirilmiştir (Huang ve ark 2005).

Hipofiz ön lobunun somatotrop hücrelerinde üretilen büyüme hormonu hücrelerdeki sekret granülalarında depolanır ve salınım için uyarılar hipofiz ön lobuna ulastığında kan dolaşımına verilir (Le Roith 1997, Kalaycıoglu ve ark 2000, Bhogavan 2002).

İnsanlarda büyüme hormonu salınımı pulsatildir ve en düşük plazma konsantrasyonu sabahın erken saatlerinde görülmektedir. Yemeklerden 2-4 saat sonra plazma düzeylerinde biraz artışlar meydana gelebilir. Büyüme hormonunun salınımı

gece uykusunda en yüksek düzeye ulaşmaktadır. İnsanlarda bazal büyüme hormonu düzeyleri 0.5-3 ng/ml kadardır (Baumann ve ark 1987).

Ayrıca büyüme hormonu salınımı başta stres olmak üzere beslenme şekli, kan büyüme hormonu düzeyleri, kan insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) düzeyleri gibi birçok faktör tarafından stimüle ya da inhibe edilebilir (Müller ve ark 1999). Açlık ve strese bağlı olarak büyüme hormonu salınımı artar (Norrelund 2005).

Karbonhidrat, protein ve yağ gibi besinlerle beslenme GH salınımını etkiler (Farrel ve Barboriak 1981). Yağlı besin tüketilmesi sağlıklı bireylerde GH salınımını düşürür (Farrel ve Barboriak 1981, Alp ve Molvalılar 1987). Büyüme hormonu yağ dokusu hücrelerinde trigliseritlerin yıkılımını artırarak, yağların serbest yağ asitleri halinde kana geçmelerine ve enerji kaynağı olarak kullanılmalarını sağlar. Böylece deri altı yağ dokusu azalırken, kan serbest yağ asiti düzeyleri artar (Sarma ve ark 1999, Yılmaz 1999). Fizyolojik GH yükselmeleri yüksek yağ asidi seviyeleri ile baskılanır (Alp ve Molvalılar 1987).

Seksüel steroidler GH sekresyonunun önemli modülatörüdürler. Günlük GH sekresyonu serumdaki testosteron ve östrojen düzeylerine bağlıdır. Toplam GH sekresyonu ile testosteron ve östrojen sekresyonu arasında pozitif bir korelasyon bulunur (Müller ve ark 1999).

Son yıllarda tanımlanmış olan ghrelin hormonu ile büyüme hormonu arasında yakın ilişki olduğu bildirilmektedir. Ghrelinin, büyüme hormonu ve insülin hattındaki rolü değerlendirildiğinde sadece insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) ile ghrelin arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur (Soriano-Guillen ve ark 2004).

Büyüme hormonu, 250 amino asitten olusan ekstrasellüler ve 350 amino asitten oluşan intrasellüler bölgeye sahip olan 638 amino asitin oluşturduğu reseptörüne bağlanıp reseptörün dimerleşmesine yol açarak bilginin hücre içine iletilmesini sağlar (Berg ve ark 2002).

Büyüme hormonunun etkileri hedef hücrelerdeki GH reseptörleri (GHR) üzerinden hücre içine iletilir. Büyüme hormonu reseptörleri, prolaktin reseptörleri,

bazı sitokin reseptörleri, GHBP'in çözünür reseptörleri gibi bir süper reseptör familyasının bir üyesidir (De Palo ve ark 2001, Bhogavan 2002).

Büyüme hormonu organizmanın büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Büyüme hormonunun etkileri belirli hedef organlar üzerindeki hızlı gelişen ancak kısa süreli direkt etkileri ve karaciğerdeki hedef hücrelerinde IGF-1 salınımının uyarılması üzerinden gerekleştirilen, geç gelişen ancak uzun süren endirekt etkileri olmak üzere ikiye ayrılarak incelenebilir (De Palo ve ark 2001, Bhogavan 2002).

Büyüme hormonunun akut metabolik etkileri insülin etkisine benzerlik gösterir. Bu akut etkiler arasında; öncelikle bağırsaklardan amino asitlerin emilimi ile karaciğer ve kaslarda protein sentezinde kullanılması, yağ ve kas dokusuna glikoz alımının uyarılması, adipoz doku hücreleri olan adipositlerdeki beta-adrenerjik reseptörlerin uyarılması üzerinden lipoliz stimüle edilmesi, immun fonksiyonların uyarılması, kanda amino asit taşınması, preadipositlerin adipositlere dönüşümü ve yağ depolarının parçalanması sonucu açığa çıkan yağ asitlerinin kaslardaki protein biyosentezinde kullanılması, abdominal bölgede toplanan yağların perifere taşınması, hepatik düsük dansiteli lipoprotein (LDL) reseptörlerinin regülasyonu üzerinden kan kolesterol düzeylerinin düşürülmesi, glikoz atılımı ve metabolizmasının stimülasyonu, gonadal IGF-1 üretiminin uyarılması, gonodotropinler üzerinden lüteal progesteron sentezinin uyarılması ve parathormonla birlikte gerçekleştirdigi kemikler üzerindeki etkileri sayılabilir (Samra ve ark 1999, Norrelund ve ark 2002, Moller ve ark 2003).

Son yıllarda rekombinant teknolojisi ile üretilen rekombinant insan büyüme hormonunun (rhGH) insanlarda dwarfizim, kistik fibrozis, lösemi, büyümenin gecikmesi, kronik kalp hastalıkları, yaşlılık gibi pek çok olguda sağaltımda kullanılması, bu hallerdeki büyüme hormonunun etkilerine işaret ederken (Suman ve ark 2003), şiddetli travmalarda ve cerrahi operasyonlarda veya diğer birçok stres faktörleri karşısında büyüme hormonu düzeylerinin yükselmesi, streslerdeki büyüme hormonunun önemini gösterirken, büyüme hormonunun kan seker düzeylerinin regülasyonuna da katıldığı bildirilmektedir (Johnston ve ark 1996).

Büyüme hormonu ve büyüme hormonu etkisine aracılık eden IGF-1 hücreye amino asit alınımı ve hücreye alınan amino asitlerin protein sentezinde kullanılmasının stimülasyonu üzerinden kaslarda anabolik amino etki gösterirler. Bu olgu büyüme hormonu enjeksiyonuyla kaslarda amino asit alımı ve protein sentezinin, bir başka deyişle kas kitlesinin artışıyla kanıtlanmıştır (Öge 2004, Woodhouse ve ark 2006).

Çocukluk çağlarındaki büyüme hormonu yetersizliğinde dwarfizim adı verilen cücelik hali meydana gelir (Johnston ve ark 1996, Suman ve ark 2003). Organlarının boyları birbirlerine karşı oranları degişmeksizin küçülen ve boyutları ancak 8-10 yaşlarındaki bir çocuğun organlarının boyutlarında olan bu tip cüceliklerde çoğunlukla diğer vücut fonksiyonları normaldir ve zekada ya da seksüel aktivitede bir yetersizlik görülmez (Bingöl 1983).

Gençlerde oluşan GH yetersizliklerinde kas kitlesinin azalması, kasların zayıflaması, vücut yağlarının artması (adipozitoz), hiperlipidemi, hiperkolesterinemi, hipertrigliseritemi, insülin tarafından indüklenen hipoglisemi, hipertoni (kan basıncının yükselmesi), vücut veriminin düşmesi, mineral içeriğinin azalmasına bağlı olarak kemiklerin yoğunluğunda azalma (omurgalarda ve radiusta), osteokalsinin serum düzeylerinin düşmesi, omurga kırıkları, sindirim organlarının küçülmesi, albümin sekresyonunun ve protein sentezinin azalması, sellüler immünitenin düşmesi, renal plazma akımının ve glomerular filtrasyon oranının gerilemesi, sperm kalitesinin düşmesi, uykunun bozulması, uyku derinliği ve sürekliliğinin bozulması, yorgunluk-bitkinlik, yaşam kalitesinde düşme ve kardiovasküler bozukluklara bağlı olarak yaşam süresinin azaldığı görülür, ancak tümör oluşumu sıklığı da azalmaktadır. Ergenlik çağındaki gençlerde görülen tüm bu bulgular GH tedavisi ile geriletilebilir ya da tamamen iyileştirilebilir (Kurdak 1996, De Palo ve ark 2001).

Bir çok organ ve sistemi etkileyen GH karbonhidrat, protein ve lipid metabolizmalar üzerinden büyümeyi etkileyen en önemli hormondur. Genellikle hipofiz tümörlerine bağlı olarak büyüme hormonunun aşırı salınımı sonucu gigantizim veya akromegali meydana gelir (Ayuk ve Sheppard 2006). Tümörler genç yaşlarda gelişirse, sağlıklı bireylere oranla büyüme çok hızlıdır ve tüm vücut organlarındaki büyümeler birbirleriyle uyumludur Boyları 2-2.5 metreye kadar

ulaşabilen gençlerin vücutlarında herhangi bir anatomik bozukluk görülmez (Yılmaz 1999, Kalaycıoglu ve ark 2000).

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 çesitli amino asitler ve ilaç uygulamaları da arttırır. Serum GH düzeyini yaş, cinsiyet, vücut kompozisyonu ve antrenman durumu etkilemektedir (Macintyre 1987, Jenkins 1999).

1.2.3. Tiroid Stimule Edici Hormon (TSH)

Boyunda bulunan (gırtlak-soluk borusu arasında) iki parçalı bir bezdir. Tiroid bezi tüm vücut hücrelerinin metabolizmasını etkileyerek enerji üretiminin ve metabolizmanın hızını ayarlar. Tiroid hormonları vücut doku hücrelerinin O_2 kullanımını arttırarak karbonhidrat ve lipit metabolizmasının regüle edilmesini sağlarlar. Bu nedenle büyümenin kontrolünde, dokuların farklılaşması ve gelişmesinde organizmada ki biyokimyasal etkileşmenin düzenlemesinde önemli rol oynarlar (Who 1985).

En önemli hormonlar troksin (T4) , triiyodotronin (T3)'dir. Ayrıca kalsiyum metabolizmasında etkin rolü bulunan kalsitonin hormonu da tiroid bezinden salgılanmaktadır (Who 1985, Rubaı ve Moddy 1991).

Tiroksin (T4) de 4 iyot atomu triiyodotronin (T3) de 3 iyot atomu vardır. Yeterli miktarda tiroid hormonunun üretimi ise dışarıdan beslenme ile iyot alınmasına bağlıdır. Genel olarak tiroid hormonları metabolik hızı oksijen tüketimi ve ısı üretimi arttırıcı etkiye sahiptirler. Çocukların fiziksel ve mental gelişimleri için bu hormonlara da ihtiyaç duyulur. Aşırı tiroid hormonu salınımına "hipertiroidizim" denir. Bu durumda zayıflama, sinirlilik, kalp atım hızının artışı, sıcağa dayanıksızlık, güçsüzlük, uykusuzluk ve yorgunluk görülür (Samuel ve Torıola 1988).

Tiroid hormonunu normalden az salınımına ise "hipotiroidizim" denir. Belirtileri ise hipertiroidizmin tam tersidir (Who 1985).

Egzersizde tiroksin (T4) ve triiyodotronin (T3) hormon salınımında meydana gelen artış, egzersizde enerji dengesinin regüle edilmesiyle ilgilidir (Sepulveda ve ark 1989, Rubai ve Moddy 1991, Kuter ve Öztürk 1992).

Çünkü tiroid bezi hormonları egzersizde;

- Karbonhidrat kullanımını arttırır,
- Protein sentezinin artışı ile kasta hipertrofiyi sağlar,
- Egzersizde glikoz kullanımını arttırmak için glikoz ve glikojenolisiz sağlar,
- Serbest yağ asitlerinin mobilizasyonu ve kullanımı arttırarak, dayanıklılığı arttırır.

Bu yüzden tiroid bezi hormonları tiroksin ve triiyodotronin uzun süreli, şiddetli egzersizlerde artış gösterir ve bu artış enerji dengesinin sağlanmasıyla ilgilidir (Takashı ve ark 1992).

Tiroid hormonları beyin, dalak, testis ve akciğer dışında vücudun tüm dokularında metabolik aktiviteyi artırırlar (Güner 1992). Tiroid hormonları enerji metabolizmasına, lipid metabolizmasına, protein sentezine, büyümeye, gelişmeye etkili oldukları ve diğer hormonlara sinerjik etkilerde bulndukları için fiziksel aktivite ile tiroid fonksiyonları arasındaki ilişki birçok araştırmaya konu olmuştur. Tiroid hormonları bazal metabolizmaya etkilidir (Açıkada ve Ergen 1990). Egzersizle dokuların metabolizması arttığı ve tiroid hormonlarında artma da aynı etkiyi gösterdiği için, antrenmanların tiroid fonksiyonlarına, dolayısıyla bazal metabolizmaya etkisinin olup olmadığı araştırılmış ve antrenmanlarla istirahat metabolizmasının değişmediği bulunmuştur. Atletlerde egzersizle T4 (tiroksin) katabolizmasının ve aynı zamanda sekresyonunun arttığı gösterilmiştir. Yani egzersizde hem T4 kullanımı, hem de salgılanması artar (Akgün 1989). Fiziksel antrenman programlarına katılan kişilerde bulunan tiroid hormonu salgılama hızındaki artış, egzersizin TSH (Tiroid stimule edici hormon) seviyelerini artırması ile açıklanabilir (Galbo ve ark 1977).

1.2.4. Testosteron Hormonu

Kadın ve erkeklerin gonadları (ovaryum ve testisler) her iki cinsiyet gruplarında ikili fonksiyona sahiptir; eşey hücrelerin oluşturulması (ganatojenesiz) ve hormonların salgılanması. Androjenler erkeklik özelliğini, östrojenler ise kadınlık özelliğini kazandıran hormonlardır. Bu hormonlar her iki cinste de salgılanmakta olup, sadece salınım oranları farklıdır (Rubaı ve Moddy 1991).

Erkeklerin yapı ve davranışları üzerine etkiyen androjenler isminden erkeklik oluşumunda görev alan tüm hormonlar anlaşılır. Steroid yapıdaki androjenlerden testislerin leydig hücrelerinde üretilen testosteronun yanı sıra androsteron ve dehidroizoandrosteron önemlidir. Testislerin sertoli hücrelerinde üretilen protein yapısındaki inhibin ise steroid yapıda olmayan bir başka androjendir (Litwork ve Schmit 2002, Bagatell ve Bremner 2003). Testosteronun temel karbon iskeletini oluşturan siklopentano perhidro fenantren (steran) halkası A, B, C ile gösterilen üç benzol halkası ile D ile gösterilen siklopentan halkasına sahiptir. Steran halkalarına keto ve alkil grupları ile H atomu eklenerek ya da çift bağların oluşturulmasıyla çeşitli steroid hormonlar sentezlenebilmektedir. Bunlardan birisi de testosterondur (Yılmaz 1999, Yesalis ve ark 2000).

Başlıca üretim yerlerini testislerin oluşturduğu steroid yapıdaki androjenler böbrek üstü bezi kabuğu, ovaryumlar ve plasentada da az miktarda da üretilmektedir Testosteron'un % 95'i testisin leydig (intertisyel) hücrelerinde, % 5'i ise adrenal kortekste sentezlenir. Kadınlarda ise testosteron büyük oranda adrenal kortekste, daha az olmak üzere overlerde ve plasentada sentezlenir. Vücutta testosteron ana kaynağını dolaşımdaki plazma lipoproteinlerinin oluşturduğu (LDL), ancak tüm vücut hücrelerinde de sentezlenebilen kolesterolden sentezlenir (Kraemer ve ark 2001, Zitzmann ve Nieschlag 2001, Sevin ve ark 2005, Gümüsel ve Kandilci 2005).

Erkeklerde testisler tarafından erkeklik hormonu olarak testosteron ve androstenedion salgılanır. Bunlardan testosteron androstenediona oranla 5 misli daha etkilidir. Testosteronun çoğu karaciğer tarafından inaktif 17- ketosteroidlere dönüştürülür ve idrarla atılır. Androjenler eritropoezi uyarır ve puberte esnasında kanda testosteronun artmasına paralel olarak gerek hemoglobinde, gerek he-

motokritte bir artma meydana gelir. Androjenler genellikle anabolik etkilidirler (Akgün 1989).

İnsülin, glukokortikoidler ve testosteron iskelet kası üzerine etkili hormonlardır. Testosteronun en çok göze çarpan etkisi levator ani kası glikojen konsantrasyonundaki artıştır. Diğer kaslarda aynı etkinin daha az olduğu görülmüştür. Gerçekten levator ani kasında testosteron glikojen sentezini doğrudan doğruya uyarırken, diğer iskelet kasları üzerindeki etkisini dolaylı olarak göstermektedir. Her iki durumda da testosteron glikoz fosforilasyonu ve glikojen sentezinden sorumlu enzimlerin aktivitesini artırarak glikojen içeriğinde artışa neden olmaktadır. Öte yandan kronik iskemi sırasında testosteron Krebs döngüsündeki dehidrogenazların (Örneğin malat dehidrogenaz, süksinat dehidrogenaz gibi) aktivitelerinin azalmasını önler. Ratların gastroknemius ve quadriceps kaslarında testosteronun hem sarkoplazmik hem de miyofibriler protein sentezini ve nukleus RNA polimeraz aktivitesini artırdığı gözlenmiştir (Pastoris ve ark 1983).

Birçok çalışma dolaşımdaki testosteron kısa süreli yoğun egzersizle ve daha uzun süreli submaksimal egzersizle arttığını göstermiştir. Total seks hormonu bağlayıcı globulinde herhangi bir değişme olmaksızın serbest testosteron konsantrasyonlarının arttığını gösterilmiştir. Testosteron hepatik ve ekstrahepatik mekanizmalar sayesinde kandan uzaklaştırılmaktadır. Egzersizde testosteronun artışı gonadotropin stimulasyonu olmaksızın testikuler üretimin artışına bağlıdır (Cumming ve ark 1986). Testosteron artışının adale hipertrofisini kolaylaştırdığı bilinmektedir (Weis ve ark 1983).

Steroid hormonlar içerisinde yer alan androjenlerden (testosteron ve 5α-dihidrotestosteron) testosteron sistematik ismi 17,β-hidroksi-4-androsten-3-on olarak verilir. Dolaşım kanındaki temel androjen olan testosteron gelişimini tamamlamış testis hacminin yaklaşık % 5'ini oluşturan intertisyel kompartman içinde yerleşik sayıları 500 milyona kadar ulaşan leydig hücrelerinde bir dizi enzimatik reaksiyonla kolesterolden sentezlenir (Sevin ve ark 2005).

Dolaşımdaki testosteron düzeyleri saatlik veya diurnal (gün içi) degişimler gösterir. Genç erkeklerde gün içi testosteron düzeyi sabahları maksimal düzeye

çıkarken, öğleden sonra en düşük düzeye iner. Bu gün içi salgılanma düzeni bazı yaşlı erkeklerde dolaşımdaki TeBG düzeylerinin artması, testosteron salgısının azalması ve/veya nöroendokrin bozukluklar nedeniyle değisikliğe uğrar (Veldhuis 2000).

Yetişkin bir erkekte 4-12 mg (ortalama 7 mg) günlük testosteron üretilirken, böbrek üstü bezindeki oluşumu 0.2 mg/gün kadardır. Testosteron salınımı ritmik değil, bilakis aralıklarla gerçekleştirilir (Löffler ve Petrides 1988, Serpek 2002).

Erkeklerde puberta ani ve uzun süreli testosteron üretimi ile başlar. Bu olay, henüz tam olarak anlaşılmamış bir dizi hormonal değişikliği başlatırken, hipotalamus ile hipofiz bezinin bu aşamalarda önemli bir rol oynadığı düsünülmektedir. Hipotalamustan salınan GnRH, hipofizer gonadotropinlerden olan FSH ve LH üretimini ve salınımını artırır. Hipofizden kana verilen FSH ve LH testis ve seminifer tüpler üzerine etki ederek, spermatogenez ile testosteron yapımı ve salınımını uyarırlar. Puberta öncesinde günlük 0.25 mg/gün düzeyindeki testosteron üretimi pubertada 11 mg/gün'e kadar yükselir. Belirli bir plazma konsantrasyonuna ulaşıldığında da testosteronun feedback etkisiyle gonadotropinlerin salınımı baskılanır (Yesalis 1993, Griffin ve Wilson 1998).

Serum testosteronun sirkadiyanem ritminin belirlenmesi amacıyla tükürükte yürütülen çalışmalarda testosteronun konsantrasyonun en yüksek sabah, en düşük aksam olduğu gözlenirken (Kraemer ve ark 2001) alınan gıdalarında plazma konsantrasyonlarını etkilediği, fazla yağlı yiyeceklerden sonra total testosteron ve serbest testosteron seviyelerinde önemli düşüşler meydana gelirken (Volek ve ark 2001).

Testosteron plazmada ya TeBG bağlı (% 44) ya serbest testosterona (% 2) ya da esas olarak albümin olmak üzere plazma proteinlerine bağlı (% 54) olarak bulunur. Yetişkin bir erkekteki testosteron bağlı globülinin düzeyi ~ 25 nM, normal testosteron seviyesi ~22nM kadardır ve testosteron bağlayıcı globülin düzeylerindeki azalış dokuların kullanabileceği testosteron düzeylerini artırırken, artış dokuların kullanımına sunulan testosteron düzeylerini azaltmaktadır (Griffin ve Wilson 1998, Bagatell ve Bremner 1996).

Temelde hem büyümeyi hem de virilizasyonu uyarıcı etkilere sahip olan androjenlerin primer terapötik kullanımları hormon replasman tedavisi oluştururken bilinen anabolik etkilerinden nedeniyle sporcularda kas yapısının ve buna bağlı olarak performansın artırılması amacıyla illegal olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Gümüsel ve Kandilci 2005).

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 (Caudox-Hodson ve ark 1985).

Fiziksel ve mental stres sonucu gelişen testosteron düzeylerindeki düşmelere hipofizin yanıt veremediği bildirilmiş (Zitzmann ve Nieschlag 2001), bu durum ağır dayanıklılık antrenmanlarından sonra bazı sporcularda serum testosteron düzeylerinde düşmeler görülürken, LH ve FSH düzeylerinde herhangi bir değişiklik olmaması ile kanıtlanmıştır (Wheeler ve ark 1991).

Kan testosteron düzeyleri geri etki mekanizması üzerinden kendi üretim ve salınımını kontrol ettiğinden, eksojen anabolik steroid kullanımının endojen testosteron üretimi kapasitesini azalttığı öne sürülmüs ve bu tezin doğrulugu anabolik steroid kullanmayı bırakan sporcularda testosteron üretiminin normalin altında kalması, kortizolün katabolik etkisindeki artışa bağlı olarak kasların zayıflaması ve kuvvette azalma meydana gelmesi gibi bulgularla desteklenmiştir (Fahey 1998).

Testosteronun degişik yetmezliklerin tedavilerinde kullanılacak dozları endikasyonlarda farmakolojik etkileri oluşturan dozlardır. Ancak sporcuların kas gelişimi ve performansın yükseltilmesi amacıyla kullandıkları doz çok daha yüksek olabilmektedir (Kurdak 1996, Kuhn 2002).

Spesifik genlerin transkripsiyonlarını belirli enzim proteinlerine özgü mRNA'ların artan miktarlarda transkripsiyonları üzerinden enzimlerin artan miktarlarda üretimleriyle bir yandan protein biyosentezini uyarırlarken, diğer yandan protein yıkılımını da engellerler ve protein anabolizan etki gelişir. Bu nitelikleriyle steroid hormonlar özellikle halterciler gibi ağır dayanıklılık antrenmanları yapan

sporcularda kulanım alanı bulurlar ve bu tür sporcularda ağır dayanıklılık antrenmanları sayesinde steroid reseptörlerinin sayılarındaki artışla steroidlerin etkilerinin daha da güçlendigi ortaya konmuştur (Fahey 1998).

Anabolik steroidlerin parenteral yoldan kullanımı, erkeklerdeki adolesan evre ile büyümenin geri kalan dönemlerinde hipogonadizme bağlı olarak gelişen hormon yetersizliğinin bastırılması ve büyümenin hızlandırılması amacıyla kullanılması yanı sıra aplastik anemi, myelofibrozis, böbrek hastalıklarına bağlı anemilerin tedavisinde eritropoezi uyarmak amacıyla ya da ilerlemiş osteoporozda da kullanılmaktadır. Ayrıca etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte anti östrejenik etkileri üzerinden göğüs kanserlerinin sağaltımında da yararlı bir sekilde kullanılabildikleri yazılmaktadır (Gümüsel ve Kandilci 2005). Keza androjenler negatif azot dengesi ile seyreden bazı hallerde (ağır yaralanmalar, ameliyatlar, yatalak hastalar ve AİDS vb) diyet ve egzersiz programlarına destek olarak kullanılırken (Gümüsel ve Kandilci 2005, Sevin ve ark 2005), otozomal dominant kalıtsal bir cilt hastalığı olan angeoneurotik ödemin tedavisinde oral preparatlarından yararlanılmaktadır (Yesalis ve ark 2000).

İllegal olarak kullanılan testosteronun sentetik türevleri olan anabolik steroidlerin (Potteiger ve Stilger 1994, Powers 2002, Evans 2004) anabolik etkileri güçlendirilirken, androjenik etkileri azaltılmıştır ve oxymesteron ya da oxandrolon gibi örnekleri kuvvet ve dayanıklılığı arttırmak amacıyla sporcular tarafından kullanılmaktadır (Muscatelli ve ark 1994, Bagatell ve Bremner 2003). Günümüzde lise çağındaki öğrenciler gibi, küçük yaşlarda bile vücut yağ kitlesinin azaltılması, kuvvetin ve atletik performansın artırılması amacıyla anabolik steroid kullanımının artış eğilimi gösterdiği bildirilmektedir (Gaa ve ark 1994, Potteiger ve Stilger 1994, Powers 2002). Anabolik steroidlerin sporcular ile sporcu performansı üzerine ilişkin kesin etkileri konusundaki bilgilerde uyumsuzluklar bulunmaktadır. Ancak, anabolik steroidleri aerobik metabolizma üstüne olan etkileri ön plana alınıp yorumlandığında, bu maddelerin aerobik metabolizma ile bireyin maksimal oksijen tüketim üzerine herhangi bir etkisi olup olmadığı kesin olarak tespit edilememiştir (Johnson ve ark 1972, Hervey ve ark 1976). Anabolik steroid kullanımına bağlı olarak sporcuların performansındaki iyileşmenin, saldırganlık ve motivasyonda artma, anti katabolik etki (antrenmanın yarattığı strese bağlı olarak artan glikokortikoidlerin katabolik

etkisinin tersi) ve protein kullanımındaki artışa bağlı olarak meydana gelen pozitif azot dengesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Zitzmann ve Nieschlag 2001).

Evans (2004) son yıllarda yapılan çalışmalarına göre, fizyolojik dozlarda kısa süreli anabolik steroid kullanımlarının önemli yan etkiler oluşturmadığı halde, uzun süreli kullanımlarda çok zararlı yan etkilerinin geliştiğinin kanıtlanmasına karşın, sporcuların performanslarını sürdürmek ya da daha da artırmak amacıyla illegal kullanımdan vazgeçemediklerini vurgulamaktadır.

Anabolik steroidlerin veya prokürsörlerinin kullanımına bağlı olarak gelişen yan etkiler arasında da erkeklerde akne, saç kaybı, kalp hastalıklarında artış, böbrek ve karaciğer fonksiyonlarında bozukluk, hipertansiyon, impotans, üreme hormonlarında azalma, testikuler artrofi, jinokomasti, kadınlarda maskulinizasyon, hirsutizm, ses kalınlaşması, kilitoral hipertrofi, menstüral düzensizlik, erkek ve kadınların her ikisinde birden adolesanlar da hızlı gelişme, olgunlaşmamış epifizlerin kapanması, kas ve tendon yaralanmalarında artış, temporal bölgede saçın azalması, HDL kolesterolde azalma, LDL kolesterolde artış, kolestatik sarılık, saldırgan davranışlar, mizaç değişikliği, libido artışı veya azalması, sinirlerde gerginlik, ödem, kas spazmı gibi etkiler sayılabilir (Potteiger ve Stilger 1994, Powers 2002). Bireyin kendini iyi hissetmesiyle enerjisinin, saldırganlığın ve seksüel arzularının artması anabolik steroid kullanımından sonra meydana gelen kişilik değişiklikleri arasında sayılabilir. Kişilik degişikliklerinde kaynaklanan performans artırıcı etkinin, varsa ne şekilde olduğu da tam olarak bilinmemektedir (Haupt ve Rovere 1984). Kadınlarda kıllanma ve saldırganlık artışı gibi olumsuz etkilere yol açtığından yasaklanan anabolik steroidlerin kullanımı yarışma sporlarında kullanımlarının yasaklanmış olmasının yanı sıra maskulinizan yan etkilerinin bulunması bu ilaçların kadınlar tarafından kullanımını anlamlı derecede azaltmaktadır (Yesalis 2000).

Anabolik steroidlerin profesyonel ve amatör sporcular arasındaki kullanım sıklığı tam olarak bilinmemekle birlikte çok yaygın bir şekilde tüketildiği sanılmaktadır. Anderson ve McKeag (1985)'ın 1984 yılında Michigan üniversitesinde National College Academi Assacotion (NCAA) sporcuları üzerinde yürüttükleri bir anket çalışmasında Amerikan futbolu oynayan sporcularda % 9 olarak belirlenen steroid hormon kullanımı oranlarının basketbolcular, tenisçiler ve

voleybolcularda % 4'lere gerilediğini, Tricker ve ark (1989) ise Kansas ve Missori'de kadın vücut geliştiricilerde % 10 olarak saptanan illegal steroid kullanım oranlarının erkek vücut geliştiricilerde % 54'lere kadar yükseldiğini bildirmektedirler.

Steroid kürü uygulanacak sporcularda steroid küründen önce yogun ağırlık antrenmanlarına başlanmasının kas hücrelerindeki steroid reseptörlerinin sayılarını artırdığı ve steroid etkisinin daha güçlü bir sekilde ortaya çıktığı, steroid kürü sırasında alınacak proteinden zengin diyetinde artan protein biyosentezi için gerekli amino asitleri sağlayarak protein anabolizan etkinin daha güçlü bir şekilde gelişmesini saglayacağı bildirilmektedir (Haupt ve Rovere 1984, Yesalis ve ark 1989, Yesalis 1993).

1.3. Egzersiz

Canlı organizmanın en belirgin özelliklerinden birisi olan hareket yeteneği açısından insanoğlu, başka canlılara göre genellikle daha geridedir. Ancak üretken zekası, insanın başarıyı elde etmesini sağlamıştır (Açıkada ve Ergen 1990).

Fiziksel egzersiz hayat boyunca yapılabilecek bir aktivitedir. Fiziksel egzersiz esnasında metabolik fonksiyonlarda, sinir, kas, dolaşım ve solunum sistemlerinde uyum meydana gelir. Egzersize adaptasyonda ortam şartlan, stres, antrenman, yorgunluk ve sigara, alkol gibi kötü alışkanlıklar önemli rol oynar. Egzersiz zevk vermekten başka, çevikliğin, uyanıklığın, psişik ve fizik sağlık halinin korunmasına yardım eder. Egzersiz önemli sosyal ve psikolojik etkilere sahiptir, egzersiz eksikliği şişmanlıkta ve bazı hastalıkların (özellikle hipertansiyon, kalp ve damar sistemi bozuklukları) ortaya çıkışında rol oynayabilir (Morehouse ve Miller 1973).

Egzersiz endojen yakıtları büyük miktarlarda harekete geçirmektedir. Egzersiz yapan kas tarafından kullanılan en azından 3 ayrı yakıt vardır: plazma glikozu, yağ asitleri ve kasın endojen glikojeni. Egzersizin erken safhasında (5-10 dakikaya kadar) sarfedilen başlıca yakıt kas glikojenidir. Sonraki yaklaşık 30 dakikada ise artmış kan akımı ile kasa getirilen yakıtlar (plazma glikozu ve yağ

asitleri) daha fazla kullanılır. Daha sonra ise glikoz kullanımı azalır ve yağ asitlerinin rolü artar (Vander, Sgerman ve Luciano 1990).

1.3.1. Egzersizde Enerji Metabolizması

İstirahatte vücudun enerji ihtiyacı ATP'nin (Adenozin Trifosfat) parçalanmasıyla karşılanır. ATP enerji verici maddelerin oksidasyonu (aerobik metabolizma) ile devamlı olarak yenilenir. Egzersiz esnasında enerji ihtiyacı istirahatte olduğu gibi, ATP'den karşılanır. Eğer egzersiz yoğun değilse ATP aerobik metabolizma ile elde edilir ve oksijen kullanımında artma söz konusudur. Aerobik yoldan yeterli miktarda ATP sentezlenemezse gerekli enerjinin bir kısmı anaerobik metabolizma ile temin edilir. Bu durumda anaerobik metabolizma sonucu teşekkül eden pirüvik asit, laktik aside dönüşür. Bu tip egzersizde oksijen kullanımı egzersizin sonunda yavaş yavaş normale döner (Morehouse ve Miller 1973).

1.3.2. Enerji Sistemleri

Organizmada enerji üretimi ile ilgili maddelerden ATP'nin sentezlenmesi için devreye giren metabolik olayların temelini enerji sistemleri oluşturmaktadır (Ergen 1991).

İki dakika süren yoğun egzersizde enerjinin yarısı ATP, kreatin fosfat ve laktik asit sistemlerinden gelirken, kalanı aerobik reaksiyonlardan sağlanır. Bu koşullarda, hem aerobik hem de anaerobik metabolizmanın kapasitesinin yüksek olması istenir (Ardle ve Katch 1986).

1.4. Adenozin Tifosfat (ATP)

İnsan organizmasında yaşam fonksiyonlarının (sinir sistemi fonksiyonları, salgılama, kas kasılması, vb.) oluşabilmesi için, enerji açığa çıkaran kimyasal reaksiyonlara ihtiyaç vardır. Tüm vücut hücrelerinde enerji oluşumu ATP molekülü vasıtasıyla sağlanmaktadır. Hücre içerisinde depo halde bulunan ATP miktarı sınırlı olup bu madde, kişinin günlük aktivitelerinin yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak devamlı bir şekilde yenilenmektedir (Ergen 1991). ATP adenin, riboz ve 3 fosfat

kökünün birleşmesinden oluşmaktadır. Son 2 fosfat kökü molekülün geri kalan kısmına "yüksek enerji bağlan" adı verilen bağlarla birleşmektedir (Guyton 1991). Bu bağ kimyasal olarak parçalandığında ortaya çıkan enerji, açığa çıktığı hücrenin özelliğine göre yaşam fonksiyonlarının yerine getirilmesini sağlamaktadır (Ergen 1991). Bir mol ATP parçalandığında 12 Kcal enerji açığa çıkar. Bir fosfat kökünün ayrılışı ile adenozin difosfat (ADP), ikinci kökün de ayrılışı ile adenozin monofosfat (AMP) oluşur.

ATP bütün hücrelerin sitoplâzma ve nükleoplazmasııda bulunur ve bütün fizyolojik reaksiyonlar enerjilerini direkt olarak ATP'den sağlarlar. ATP ve kreatin fosfat enerjiden zengin fosfojenlerdir ve kaslarda mevcudiyetleri sınırlıdır. Kassal efor esnasında kullanılan ATP'nin tekrar oluşumu en iyi aerobik ortamda olur (Akgün 1989).

Bir kg kas kitlesi içinde yaklaşık 5 mmol ATP ve 15 mmol kreatin fosfat depolanır. 70 kg ağırlığında, 30 kg'lık kas kitlesine sahip bir insanda depolanan yüksek enerjili fosfat miktarı 570-690 mmol arasındadır. Egzersiz sırasında 20 kg'lık bir kas kitlesinin aktive olduğunu varsayılırsa depolanan fosfat miktarının 20- 30 saniyelik kros koşusu veya 6 saniyelik supramaksimal bir egzersiz için yeterli olduğu görülür (Ardle ve Katch 1986).

Fosfojenler diğer enerji kaynaklarına oranla organizmada çok az bulunmalarına rağmen çok süratli enerji verirler. Bu yüzden ATP ve kreatin fosfata acil enerji fosfatları adı da verilir. Magnezyum ve kalsiyum iyonlarının varlığında miyozin başı ATP az özelliği gösterir. Bu enzim ATP'nin ADP'ye yıkılmasında katalizör olarak etki eder ve enerji açığa çıkar. Bu enerji birbirlerine karşı duran aktin ve miyozin fılamanları arasında bağlantı kurulmasını sağlar. Bu reaksiyon sonucunda fîlamanlar birbiri üzerinde kayar ve böylece kas kontraksiyonu meydana gelir. Depolanmış ATP'nin tamamı yarım saniyeden kısa zamanda tükenebilir (Shephard 1971).

Kas kreatin fosfat depolan antrenmanla artar. Bazen kasılmada gerekli iyonların konsantrasyonlarında (magnezyum, kalsiyum) da antrenmanla artma görülmektedir (Shephard 1971).

Margaria ve arkadaşları (Jacobs ve ark. 1983) maksimal faaliyetin ilk 8 saniyesinde bütün fosfojenlerin parçalandığını, kullanılan fosfojenlerin yerine konulması için ise 22 saniyeye ihtiyaç olduğunu tesbit etmişlerdir.

1.4.1. Glikojen

Glikojen, oksijene ihtiyaç göstermeden 2 molekül pirüvik aside kadar parçalanır ve meydana gelen enerji ile 4 molekül ATP sentezlenir. Bunlardan biri aktivasyon enerjisi olarak reaksiyonda kullanılır. Yani sentezlenen net ATP miktarı 3 moleküldür. Ortamda yeteri kadar oksijen yok ise pirüvik asit trikarboksilik asit döngüsüne girmez ve laktik aside dönüşür. Glikojenin oksijensiz ortamda bu şekilde yıkılarak enerji açığa çıkmasına anaerobik yol denir. Eğer ortamda yeteri kadar oksijen mevcut ise, pirüvik asit trikarboksilik asit döngüsüne girer ve CO_2 ve suya kadar parçalanır. Glikojenin bu tür kullanımına aerobik yol adı verilir. Aerobik yolda bir molekül glikozdan elde edilen enerji ile 40 molekül ATP sentezlenir. Bunlardan biri reaksiyonda kullanıldığından elde edilen net ATP miktarı 39 moleküldür (Noyan 1989).

1.4.2. Oksijen

Enerji veren maddelerin bir kısmının kullanımı oksijene ihtiyaç duymamasına rağmen, yeterli miktarda oksijen gelmediği takdirde kısa bir süre sonra enerji fiziksel aktiviteyi destekleyemez hale gelir. Oksijen kullanılıını ile yapılan iş arasındaki ilişki lineerdir. Bir şahsın çalışma kapasitesini sınırlayan en önemli faktör çalışan kaslara O_2 teminidir ve maksimal oksijen kullanımı ($V0_2max$) aerobik gücün en iyi göstergesidir (Morehouse ve Miller 1973).

Egzersizin başında organizmaya giren oksijen miktarı ihtiyacın altındadır. Egzersizin başında görülen bu oksijen eksikliğine oksijen açığı denir. Bunun nedeni egzersizin başında solunum ve dolaşım sistemlerinin egzersizin gerektirdiği ihtiyaca uyum gösterememeleridir. Egzersiz sona erdiği zaman, O_2 alınımı efordan evvelki istirahat düzeyine hemen geri dönmez ve bir süre daha organizmaya ihtiyacın üstünde O_2 alınır. Fazla alman oksijen miktarına oksijen borcu denir. Eğer şahıs mutedil bir egzersiz yaparsa O_2 açığı görülmeyebilir ve alınan O_2 ihtiyacı karşılar.

Eforun tamamen anaerobik yapıldığı egzersizlerde oksijen borcu, oksijen açığının iki misli kadar olur. Birçok günlük aktivite oksijen borcu meydana getirebilir. Vücut birden harekete geçirildiğinde, bir otobüse yetişmek için hızlı koşulduğunda, merdivenler acele çıkıldığında oksijen borcuna girilir (Akgün 1989).

Özellikle çok şiddetli egzersizden sonra toparlanma eğrileri O_2 borcunun iki önemli özelliğini yansıtır:

1-) Eğer önceki egzersiz primer olarak aerobik ise O_2 borcunun yaklaşık yarısı toparlanma döneminin ilk 30 saniyede geri ödenir. Birkaç dakika içinde de toparlanma tamamlanır.

2-) Şiddetli egzersizden sonraki toparlanmada laktik asit ve vücut ısısı çok artmıştır. Bu durumda toparlamadaki O_2 tüketiminin hızlı komponentine ek olarak bir de yavaş faz görülür. Egzersiz şiddetine ve süresine bağlı olarak, toparlanmanın bu fazı birkaç saat ile bir gün sürebilir.

O_2 borcu terimi ilk defa Nobel ödülü sahibi Hill tarafından 1922'de ortaya kondu. Hill diğer araştırıcılar gibi egzersiz sırasındaki ve toparlanmadaki enerji metabolizmasını parasal hesap terimleri ile tartıştı. Vücudun karbonhidrat depoları enerji kredilerine benzetildi. O_2 borcunun iki amaca hizmet ettiğine inanılmaktadır:

1-) Orijinal karbonhidrat depolarını yeniden kurmak. Bunun için laktik asidin %80'i karaciğerde tekrar glikojene çevrilir.

2-) Geri kalan laktik asidi Krebs döngüsü yolunda katabolize etmek.

1.4.3. Alaktasit Borç

Egzersiz sırasında tüketilen yüksek enerjili fosfatlar olan ATP ve kreatin fosfatın yenilenmesi ile ilgilidir. Bu yenilenme için gerekli enerji, toparlanma sırasında besinlerin aerobik yıkılımı ile elde edilir. Toparlanmada oksijenin küçük bir kısmı da miyoglobini doldurmak için kullanılır. Alaktasitten laktasit O_2 borcuna geçme düzeyi şahıstan şahsa, fizyolojik kondisyon düzeyine bağlı olarak değişir.

Anaerobik alaktasit kapasite daha ziyade kas kitlesine bağlıdır. Antrenmanla kas kitlesi artırılırsa alaktasit kapasite de artar.

1.4.4. Laktasit Borç

Laktasit oksijen borcunun büyük kısmı karaciğerde laktik asidin glikojene çevrilmesiyle ilgilidir. Kondisyonu yüksek şahıslar daha geç laktasit oksijen borcuna girerler. Laktasit kapasite yalnız kas kitlesine değil, kasın glikojen içeriğine de bağlıdır (Ardle ve Katch 1986).

1.5. Anaerobik Metabolizma

Yürüme gibi daha uzun bir zaman periyodunda yapılan faaliyetler, enerji üretimi için başlıca oksijen kullanıldığından, aerobik olarak düşünülür. Basketbol, futbol, tenis ve kısa mesafe koşuları gibi faaliyetlerde ise fosfojenleri (ATP ve CP) içine alan anaerobik enerji yolları önemli yer tutar (Henry 1968). Anaerobik yolla enerji oluşurken, glikozun parçalanması sonucu laktik asit meydana gelmektedir. Bu madde belirli bir süre sonra, anaerobik yolla enerji oluşumunu kimyasal reaksiyonları yavaşlatarak engellemektedir (Açıkada ve Ergen 1990). Bu tip aktivitelerde önemli olan anaerobik kabiliyetleri tayin etmek için kan laktik asit seviyesi, kan pH değişimi, kas lifi tipi ve anaerobik enzim aktivitelerinin tayini gibi çeşitli inzavif tetkikler geliştirilmektedir. Bununla birlikte bu tetkikler kompleks ve pahalı cihazlar gerektiren laboratuvar analizlerine ihtiyaç duyarlar ve pratikteki uygulamaları sınırlıdır (Tharp ve ark 1985).

1.5.1. Laktik Asit

Birçok hastalıkta olduğu gibi sağlam şahıslarda da egzersiz esnasında belirli bir metabolik yüke ulaşıldığı zaman, kasılan kaslarda laktik asidin toplanmaya başladığı gc. ülmüştür. Bunun moleküler oksijenin yokluğuna bağlı olduğu gösterilmiştir. Laktik asit (LA) kolayca diffüze olabilen bir madde olmamasına rağmen, kandaki konsantrasyonu vücudun total laktat muhtevası hakkında bilgi verebilmektedir (Karlsson 1986).

Kanda laktik asidin belirlenmesi için kullanılan ilk yöntem 1914 yılında uygulanmıştır (Controni, Rodrigues ve Hicks 1977). Ancak enzimatik yaklaşımların bulunmasına kadar kullanılan yöntemlerin çoğu spesifite ve duyarlılığa sahip değildir (Henry 1968).

Laktik asidoz güçlü kas egzersizine tipik bir cevaptır (Gladden 1989) ve laktatın metabolik rolüne ilaveten hem kalbe hem de iskelet kasının performansı üzerine etkilerinden dolayı önemlidir. Laktik asidoz dolaşım yetmezliği, şeker hastalığı, karaciğer ve böbrek rahatsızlığı, phenformin ve ethanol gibi ilaçlar ve toksinlerin kullanımı neticesi görülebilmektedir. Klinik laktik asidozda ölüm oranı %50'den fazladır. Son zamanlarda üzerinde durulan laktik asidoza sebeb olan faktör tiamin eksikliğidir. Tiamin eksikliğinin laktik asidozda rol oynadığı, laktik asidozlu hastaların glikoz, NaCl ve B vitamini ihtiva eden sıvı tedavisine hızla cevap vermesinden anlaşılır (Henry 1968).

Laktik asit vücut sıvılarında doğrudan doğruya laktat şeklinde görülür. Laktik asit 3.7'lik bir pH'a sahiptir ki, yorgun kastan kana geçtiği zaman karşılaştığı sınır olan 6.7 - 7.4'lik pH değerinde %99.5'den daha fazlası ayrışmış demektir (Gladden 1989).

Pinto Riberio ve arkadaşları (Prampero 1986) yaptıkları çalışmalar sonucunda laktik asidin vücuttaki metabolizmasını şöyle anlatmaktadırlar:

1- Şayet vücutta laktat üretimi ve uzaklaştırılması eşit bir hızda ilerlerse LA konsantrasyonu sabit kalır.

2- LA konsantrasyonu istirahat durumundakinden daha yüksek ve sabit olduğu zaman, hem üretimi hem de uzaklaştırılması aynı hızla artmaktadır.

3- Laktat, terle atılan küçük bir miktar dışında, vücuttan pek fazla atılamamaktadır. Bundan dolayı;

4- Laktatm uzaklaştırılması hemen sadece laktatın CO_2 ve suya oksitlenmesine veya laktatın tekrar glikojene dönüşebilmesine bağlıdır.

5- Uzun süren egzersizde glikojenin tekrar senteziyle ilgili en önemli organ olan karaciğere gelen kan miktarı azalmaktadır.

6- Laktatın uzaklaştırılmasının hemen tamamiyle kalpte, iskelet kaslarında, beyin ve böbrekte oluşan komple oksitlenmeye bağlı olduğu düşünülmektedir (Prampero 1986).

1.6. Aerobik Metabolizma

Aerobik metabolizma, oksijen ortamda bulunduğunda karbonhidrat ve yağların $C0_2$'e kadar parçalanmasıyla enerji elde edilmesini sağlamaktadır (Astrand 1981). İstirahatte ve çeşitli egzersizlerde vücudun ihtiyacı olan enerji aerobik metabolizma ile temin edilir. Aerobik metabolizmada glikoz veya glikojen, glikoliz adını alan reaksiyon zinciri ile pirüvik aside çevrilirken, herbir molekül glikoz molekülü için 2 molekül ATP teşekkül eder. Glikoliz sitoplazmada meydana gelir (Morehouse ve Miller 1973). Yeterli oksijen mevcut olduğunda pirüvik asit Asetil CoA'ya dönüşür.Asetil CoA Krebs siklusuna girer ve mitokondride meydana gelen olaylarla asetil CoA, CO_2 ve 20'ya okside edilir. Başlıca giriş asetil CoA olmasına rağmen, pîrüvat da CO_2 alıp oksaloasetat meydana getirerek siklusa girebilir. TCA (Trikarboksilik asit) siklusu, sitrik asit siklusu adları da verilebilen Krebs siklusu, karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin oksidatif yıkılımında ortak bir yoldur. Herbir glikoz molekülü için TCA siklusuna iki asetil CoA ve $6H_2O$ molekülü girer, bunlar CO_2, 2 CoA molekülü ve 16 H+ atomuna yıkılır.

Glikozun oksidatif yıkılımında glikoliz sırasında 4, pirüvik asitten CoA oluşumu sırasında 4, TCA siklusunda 16 tane olmak üzere toplam 24 H+ atomu meydana gelir. Bunlar ikişerli paketler halinde salınırlar. 20H+ atomu NAD+ ile birleşerek solunum zincirine girer ve her 2 H+ iyonu için 3 molekül ATP meydana gelir. Kalan 4 H+ atomu NAD+ ile birleşmeksizin oksidatif proçeslere girer ve 4 ATP elde edilir. Pirüvik aside kadar 2, her dönüşünde 1 olmak üzere TCA siklusunda toplam 2 ATP elde edildiği için, aerobik metabolizmada bir mol glikozdan 30 + 4 + 2 + 2= 38 mol ATP elde edilir. Başlangıç maddesi glikojen ise elde edilen ATP sayısı 39'dur. Aerobik yoldan bir mol palmitik asitin yıkımıyla ise 130 mol ATP elde edilmektedir (Noyan 1989).

1.7. Anaerobik Gücün Değerlendirilmesi

Anaerobik güç, mümkün olan en kısa sürede, belirli bir mesafe boyunca güç üretme çabası olarak, anaerobik kapasite ise toplam işin birim zamandaki miktarı olarak tanımlanmaktadır (Dotan ve Bar-Or, 1983). Egzersiz sırasında her bir zaman dilimi içerisinde kullanılan maksimum enerji miktarı sistemin gücünü, bir enerji sisteminin iş üretebilmek için kullandığı mevcut toplam enerji miktarı ise o sistemin enerji kapasitesini oluşturur. Yüksek şiddetli egzersizi tamamlamak için gerekli enerji temel olarak yüksek enerjili fosfatlardan ve anaerobik glikolizin hidrolizden elde edilir (Marsh ve ark 1999). Orijinal olarak pik gücün alaktik anaerobik işlemlere dayandığı ve maksimal anaerobik güce karşılık geldiği, ortalama gücün ise kastaki anaerobik glikoliz hızını yansıttığı farz edilmektedir (Scott ve ark 1991). Çok kısa süreli (8-10 sn) yüksek şiddette egzersizler ile daha uzun süreli maksimal egzersizlerde ATP'nin resentezinde sırasıyla kas içi enerjice zengin fosfatlar (ATP-CP veya Fosfojen sistem) ve anaerobik glikoliz (Laktasit sistem) temel rol oynar (Jacobs ve ark 1983). Yüksek şiddette egzersizlerde ATP döngüsü (sentez ve yıkım) dinlenik duruma göre 1000 kat artabilir. Buna bağlı olarak fosfojen sistem ve anaerobik glikolizden ATP üretimide aynı oranda artabilir. Yüksek şiddette egzersiz esnasında ATP'nin harcandığı hızda yenilenmesi hiç bir zaman tek bir enerji sistemi tarafından gerçekleştirilemez.

Kas içinde sadece çok küçük bir miktar ATP depo edebildiği için [4-5 mmol. iskelet kası (kg)-1] şiddetli bir fiziksel aktiviteye başlandığında artan enerji tüketimi depo ATP yoluyla karşılanamaz. Artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için kas hücresinde depo edilen fosfokreatin [15-20 mmol. iskelet kası (kg)-1], kreatin ve inorganik fosfata (Pi) yıkılarak enerji açığa çıkarır. Açığa çıkan enerji, ATP'nin tekrar sentezinde kullanılır. Bu yollarla üretilen enerji, maksimum şiddetlerde 8-10 saniyeye kadar sürdürülen aktiviteler için gerekli enerjinin kaynağının nereyse tamamını karşılar (Çolakoğlu 1995).

1.7.1. Anaerobik Güç Testleri

Maksimal oksijen tüketiminin aerobik gücü gösterdiği ölçüde anaerobik performansın değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre bulunmamaktadır. Ancak yinede noninvaziv (hastaya fiziksel bir zarar verme ihtimali olmayan her tür girişim) olarak anaerobik performansı test eden yöntemlerle, anaerobik proseslerin göstergesi olarak kullanılan en güvenilir kan ve gaz parametrelerinin egzersiz yanıtları arasında yüksek korelasyon vardır (Vandewalle ve ark 1987).

Laboratuarlarda sıkça kullanılan anaerobik performans testleri ATP, fosfokreatin ve kas glikojeninin kullanım verimliliğini ölçen testlerdir (Bulbulian ve ark. 1996). Anaerobik performans testlerinde anaerobik enerji salınımının dinamikleri arasındaki dengeler, testin özelliğine göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle her biri tekrarlanabilirlik güvenilirlikleri oldukça yüksek yöntemler olmalarına rağmen, tek bir anaerobik test yönteminin tüm spor disiplinleri için tamamen aynı geçerlikte olduğunu varsaymak hatadır.

Bu alanda yapılmış bir taramanın sonunda geleneksel olarak kullanılan yirmiye yakın laboratuar ve saha testi rapor edilmiştir (Koşar ve Hazır 1994). Ancak anaerobik performansı test eden bu tarz protokoller için kesin bir rakam vermek oldukça güçtür.

1.7.1.1. Wingate Testi

Wingate Anaerobik Testi (WAnT) geçerli ve güvenilir bir testtir ve maksimal üzeri şiddetli egzersizlerde anaerobik kas performansını değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Ekonomik ve emniyetli araç ve gereç gerektirmesi, kas gücünü indirek olarak ölçebilmesi ve objektif bir test olması anaerobik güç ve kapasitenin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmasının temel nedenlerindendir (Koşar ve Hazır 1994). Wingate Anaerobik Testi (WAnT) sabit bir dirence karşı 30 saniyelik maksimal hızda bacak yada kol ergometresinde pedal çevirmeye dayanır. Bu yük supramaksimal bir mekanik güç sağlayacak ve birkaç saniye içerisinde yorgunlukta fark edilebilir bir gelişme elde edebilecek şeklinde önceden belirlenmektedir (Inbar ve ark 1996). Ayrıca, 30 saniye süren Wingate anaerobik

testi, deneğin vücut ağırlığına oranlanmış yüksek bir dirence karşı tüm eforla bisiklet çevirmeye dayanır (Weinstein ve ark 1998). 30 saniyelik süre Margaria'nın supra-maksimal treadmill koşu testine dayanarak anaerobik glikojenolizisin devreye girmesi için yeterli olduğu düşünülmektedir (Inbar ve ark 1996). Güvenilir ve geçerli bir test olan wingate anaerobik testi fizyologlar tarafından büyük ilgi görmekte ve anaerobik kas performansının ve supramaksimal egzersizin etkilerini değerlendirmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Bar-Or 1987).

WAnT' da performans değişkenleri, vücut ağırlığına göre relatif anaerobik güç, relatif anaerobik kapasite ve yorgunluk indeksidir. Anaerobik güç, test süresince her beş saniyedeki mekanik güç ortalamalarının en yüksek değeri olarak kabul edilirken; anaerobik kapasite test süresince ölçülen ortalama mekanik güç değeridir. Yorgunluk indeksi ise test süresince meydana gelen mekanik güçteki azalmanın anaerobik gücün yüzdesi olarak ifade edilir (Beneke ve ark 2002). Bir Wingate anaerobik test sonucundan üç indeks elde edilmektedir. Bunlar; (a) pik güç, herhangi bir 3 ve 5 saniyelik periyottaki en yüksek mekanik güç, (b) ortalama güç, test boyunca devam eden güç ortalaması ve (c) yorgunluk indeksi, test süresince güçteki azalmanın pik güce oranıdır (Bar-Or 1987).

Genellikle bacakların dönüşümlü (cyclic) anaerobik performansı test edilse de kolların anaerobik gücünü ölçebilen özel bisiklet ergometreleri de mevcuttur (Dotan ve Bar-Or 1983, Marsh ve ark 1999, Jacobs ve ark 2003, Blimkie ve ark 2005).

WAnT'nin test süresi 30 saniye olarak belirlenmiştir (Beneke ve ark 2002, Weinstein ve ark 1998). Bu süre sadece maksimal glikolitik gücün değil aynı zamanda glikolitik/anaerobik toleransın da güzel bir ölçütü olacak kadar uzun, sporcuların tüm test boyunca en başarılı şekilde motive edilerek maksimal bir efor sergilemelerini sağlayacak kadar da kısadır (Dotan 2006). Bu süre boyunca sporcuların sözlü olarak desteklenmesi, test kalitesini etkileyen bir diğer faktördür (MacIntosh ve MacEachern 1997, Narkowski ve Bus 2004).

Direnci oluşturan mekanizmaya uygulanacak yük, sporcunun vücut ağırlığının belli oranlarında ayarlanır (Cohen ve ark 2002).

Her bisiklet ergometresi için test yükü farklı bir katsayı kullanılarak hesaplansa da, WAnT'nin uygulandığı en popüler ergometre olarak bilinen Monark ergometresi için kullanılan oran bacaklar için 75 gr/kg, kollar test edilecekse 50 gr/kg olarak önerilmiştir (Ayalon ve ark 1974, Dotan ve Bar-Or 1983). WAnT'nin literatürde tartışıldığı 40 yıla yakın süreçte, test yükünün ayarlanması konusunda farklı öneriler getirilmiştir. Monark ergometresi için önerilen en yüksek katsayı değeri 100 gr/kg olarak literatüre geçse de (Mengütemur ve Çolakoğlu 1996) üst düzey erkek atletler için kullanılan düzeltme oranı Monark ergometresi için önerilen orijinal katsayının %20 fazlası olarak bilinir (Bediz ve Gökbel 1994). Ancak WAnT için yük optimizasyonu konusu tamamıyla çözümlenememiştir.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmaya 3 farklı branşta mücadele eden (Futbol=10, Taekwonda=10, Bisiklet=10), yaş ortalamaları 20–24 yıl olan ve aktif olarak spor yapan 30 erkek sporcu gönüllü olarak katıldı. Denekler, son bir yıl içerisinde nörolojik, işitsel-görsel (vestibüler-visual) rahatsızlık ve son 6 ay içerisinde alt ve üst ekstremitelerinde ciddi bir yaralanma geçirmemiş (sporculara uygulama öncesinde verilen bilgi formu ile bu durum sorularak tespit edildi) sporculardan seçildi. Uygulama öncesinde sporculara araştırma kapsamında maruz kalacakları testler anlatıldı ve gönüllü olarak katıldıklarına dair belge imzalatıldı. Testler öncesi sporcular doktor kontrolünden geçirildi.

Araştırma Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Performans Laboratuarında gerçekleştiridi. Monark marka ayak wingate ergometresi kullanılarak, 3 ayrı gruptan oluşan farklı branşlardaki sporcularda ayak wingate anaerobik testi yapılarak testden önce ve hemen sonra ön kol dirsek venasından kan örnekleri alındı, bu örneklerden belirtilen serum hormon düzeylerine bakıldı. Çalışma protokolü Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu etik kurulu tarafından onaylandı.

2.1. Boy ve Vücut Ağırlığı

Deneklerin 20 grama kadar hassas bir kantarda (Angel marka) çıplak ayak ve sadece şort giydirilerek tartıları yapıldı. Uzunluk (boy) ölçümleri (Holtain marka) ise denekler ayakta dik pozisyonda dururken skalanın üzerinde kayan kaliper deneğin kafasının üzerine dokunacak şekilde ayarlandı ve uzunluk 1mm hassasiyetle okundu.

2.2. Wingate Anaerobik Güç Testi

Wingate testi için modifiye edilmiş bilgisayara bağlı ve uyumlu bir yazılımla çalışan kefeli bir Monark 824 model (made in İsveç) Ayak bisiklet ergometresi kullanıldı. Testler öncesi her sporcu için boy ayarları yapıldı. Her sporcu için test sırasında ayak ergometresinde 75gr/kg olarak hesaplandı. Sporcuların dirençsiz olarak mümkün olan en kısa zamanda en yüksek pedal hızına ulaşmaları istendi.

Maksimum hıza ulaşıldığından emin olunduğunda (yaklaşık 3–4 saniye sonra), 75gr/kg olarak hesaplanmış yük bırakılarak test başlatıldı. Sporcular bu dirence karşı 30 saniye boyunca en yüksek hızla pedal çevirdi. Sporcular test boyunca sözel olarak teşvik edildiler.

2.3. Kan ve Hormon Analizi

Tüm deneklerden egzersiz öncesi (istirahat) ve anaerobik güç testi sonrası (yorgunluk) olmak üzere 2 kez ön kol dirsek venasından 8 ml kan edtalı tüplere alınarak 3500 devirde santifirüj edilerek plazma ve serumlar ayrıştırıldı. Elde edilen serumlarda: Bütün serumlar Kemilüminesens yöntemiyle gh Beckman Coulter; insülin, tsh, ft3, ft4, tt serumları ise Siemens Diağnostic (USA) marka kit kullanılarak serum hormon düzeyleri belirlendi. Çalışma sonunda artan sporcu kanları ependorf tüplerine alınarak -80 C muhafaza edildi. Bütün ölçümler aç karnına yapıldı.

2.4. Verilerin Analizi (İstatistikel Analizler)

Bulguların istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 16.0 bilgisayar paket programı ile yapılarak, bütün parametrelerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplandı. Verilerin homojenliğinin belirlenmesi amacıyla "Tek Örnek Kolmogorov-Smirnov" testi yapıldı ve verilerin normal dağılım gösterdiği belirlendi. Grupiçi farklılıkların belirlenmesinde "bağımlı t (paired t)" testi kullanıldı. Gruplararası farklılıkların tespitinde Tek Yönlü Varyans Analizi testi, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için ise "Asgari Önem Fark" (Least Significant Difference "LSD") testi kullanıldı. $P<0.05$ düzeyindeki farklılıklar anlamlı olarak kabul edildi.

3. BULGULAR

Çizelge 3.1. Grupların Yaş, Boy ve Vücut Ağırlık ortalamaları

Gruplar	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)
Futbol	21,60±1.71[a]	177,90±3,84[a]	70,80±6,12[a]
Taekwondo	21,80±2,14[a]	180,60±2,98[a]	73,30±7,74[a]
Bisiklet	22,30±1,88[a]	177,90±3,84[a]	72,20±4,44[a]

Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

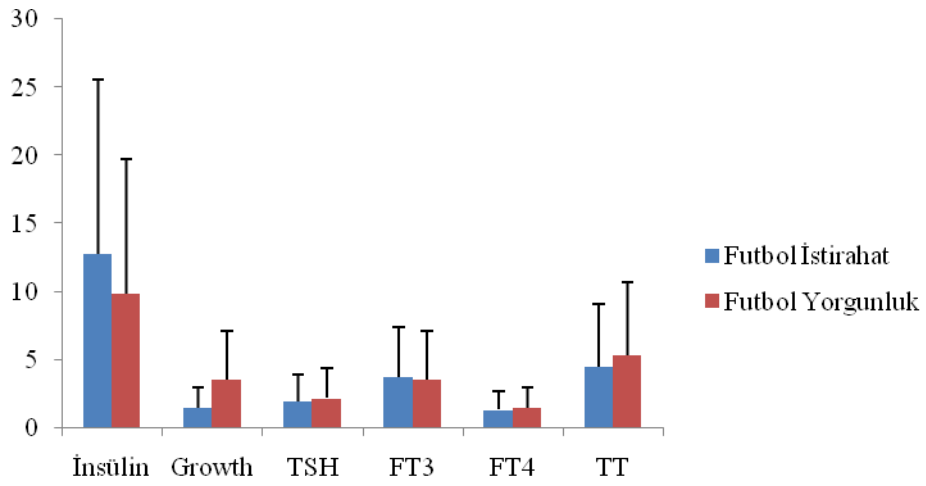
Çalışmaya katılan tüm grupların yaş, boy ve vücut ağırlığı parametreleri açısından önemli bir faklılık göstermediği belirlendi (P>0,05).

Çizelge 3.2. Futbol branşının grupiçi karşılaştırılması

Parametreler	Futbol (n=10)		T	P
	İstirahat	Yorgunluk	Değeri	Değeri
İnsülin (mU/mL)	12,80±6,62[a]	9,89±4,87[a]	1,312	0,222
Growth (ng/mL)	1,51±0,88[a]	3,58±0,89[a]	-1,530	0,160
TSH (µIU/mL)	1,97±0,62[a]	2,20±0,77[a]	-,729	0,485
FT3 (pg/mL)	3,72±0,30[a]	3,55±0,55[a]	0,957	0,364
FT4 (ng/dL)	1,36±0,16[b]	1,50±0,108[a]	-3,990	0,003*
TT (ng/dL)	453,47±194,03[b]	535,84±170,55[a]	-2,738	0,023*

Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

Çalışmada futbol branşının grupiçi istirahat ve yorgunluk serum hormon değerleri karşılaştırıldığında; insülin, growth, tsh ve ft3 hormonlarında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmadığı görüldü (P>0,05). İstirahat ft4 ve tt serum hormon değerlerinin yorgunluk değerlerine göre önemli düzeyde düşük olduğu tespit edildi (P<0.05).



Grafik 1. Futbol gurbunun istirahat ve yorgunluk düzeyleri

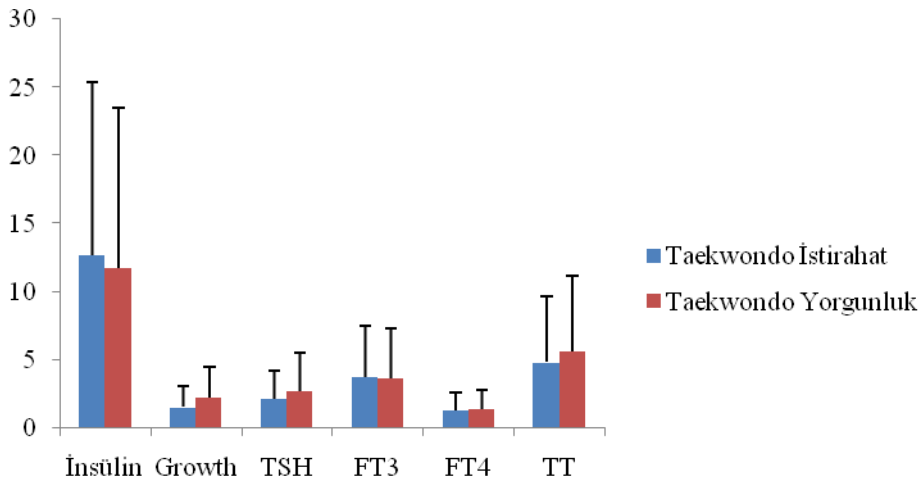
* T.testosteron değerleri 1/100 oranında düşürülmüştür.

Çizelge 3.3. Taekwondo Branşının Grupiçi Karşılaştırılması

Parametreler	Taekwondo(n=10)		T	P
	İstirahat	Yorgunluk	Değeri	Değeri
İnsülin (mU/m)	12,70±5,31[a]	11,77±6,24[a]	2,299	0,178
Growth (ng/mL)	1,53±0,04[a]	2,25±0,50[a]	-1,220	0,253
TSH (µIU/mL)	2,12±0,70[b]	2,74±0,97[a]	-5,092	0,001*
FT3 (pg/mL)	3,73±0,28[a]	3,67±0,24[a]	1,085	0,306
FT4 (ng/dL)	1,32±0,17[b]	1,41±0,16[a]	-7,170	0,000*
TT (ng/dL)	482,81±166,41[b]	560,49±209,73[a]	-3,965	0,003*

Aynı sütundaki ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

Taekwondo branşının grupiçi istirarahat ve yorgunluk serum hormon değerleri karşılaştırıldığında; insülin, growth ve ft3 hormonlarında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmadığı görüldü (P>0,05). İstirahatte ölçülen serum tsh, ft4 ve tt hormon değerlerinin ise yorgunluk değerlerinden önemli düzeyde düşük olduğu tespit edildi (P<0.05).



Grafik 2. Taekwondo grubunun istirahat ve yorgunluk düzeyleri

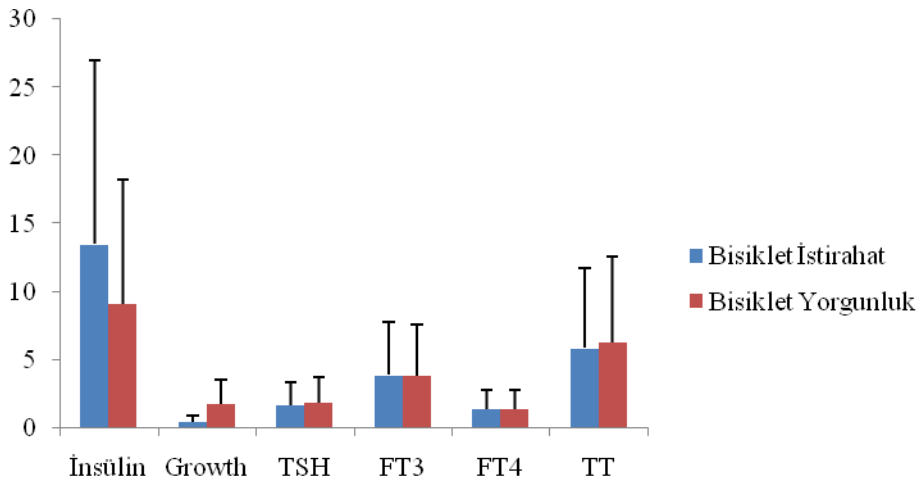
* T.testosteron değerleri 1/100 oranında düşürülmüştür.

Çizelge 3.4. Bisiklet branşının grup içi karşılaştırılması

Parametreler	Bisiklet (n=10)		T	P
	İstirahat	Yorgunluk	Değeri	Değeri
İnsülin (mU/m)	13,48±7,05[a]	9,10±3,36[b]	2,774	0,022*
Growth (ng/mL)	0,46±0,05[a]	1,79±0,35[a]	-1,447	0,182
TSH (µIU/mL)	1,68±1,01[a]	1,87±1,00[a]	-1,534	0,159
FT3 (pg/mL)	3,88±0,25[a]	3,82±0,23[b]	2,825	0,020*
FT4 (ng/dL)	1,40±0,10[a]	1,42±0,08[a]	-,602	0,562
TT (ng/dL)	585,76±197,90[b]	627,16±199,70[a]	-3,422	0,008*

Aynı sütundaki ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

Bisiklet branşının grupiçi istirarahat ve yorgunluk serum hormon değerleri karşılaştırıldığında; growth, tsh ve ft4 hormon düzeylerinde istatistiki bir farklılık olmadığı görüldü (P>0,05). İstirahatteki insülin ve ft3 hormon düzeyleri yorgunluğa göre önemli düzeyde yüksek olmakla birlikte (P<0.05), tt hormon düzeylerinin ise önemli düzeyde düşük olduğu tespit edildi (P<0.05).



Grafik 3. Bisiklet grubunun istirahat ve yorgunluk düzeyleri

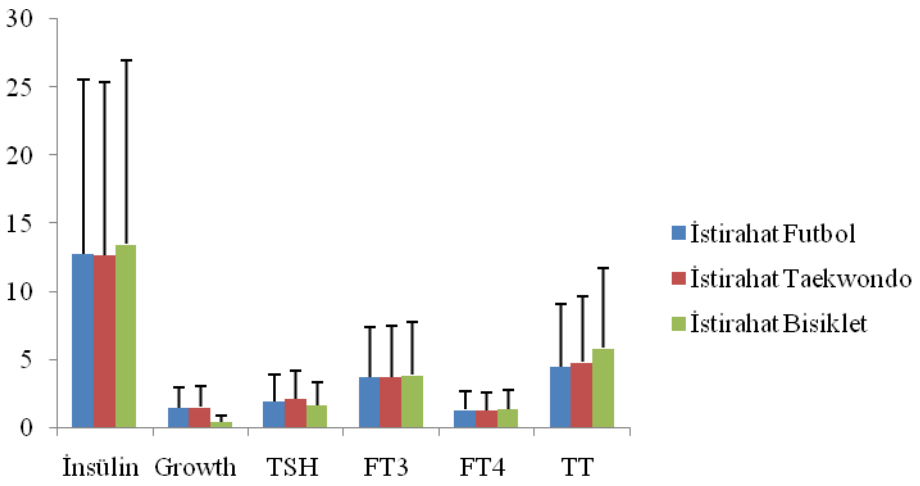
* T.testosteron değerleri 1/100 oranında düşürülmüştür.

Çizelge 3.5. Gruplararası istirahat hormon düzeylerinin karşılaştırılması

Parametreler	**İstirahat**		
	Futbol	**Taekwondo**	**Bisiklet**
İnsülin (mU/m)	12,80±6,62[a]	12,70±5,31[a]	13,48±7,05[a]
Growth (ng/mL)	1,51±0,88[a]	1,53±0,04[a]	0,46±,05[a]
TSH (µIU/mL)	1,97±0,62[a]	2,12±0,70[a]	1,68±1,01[a]
FT3 (pg/mL)	3,72±0,30[a]	3,73±0,28[a]	3,88±0,25[a]
FT4 (ng/dL)	1,36±0,16[a]	1,32±0,17[a]	1,40±0,10[a]
TT (ng/dL)	453,47±194,03[a]	482,81±166,41[a]	585,76±197,90[a]

Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

Gruplararası istirahat hormon değerleri incelendiğinde, tüm grupların ölçülen serum hormon düzeylerinin birbirinden farksız olduğu belirlendi (P>0.05).



Grafik 4. Gruplararası istirahat hormon düzeyleri

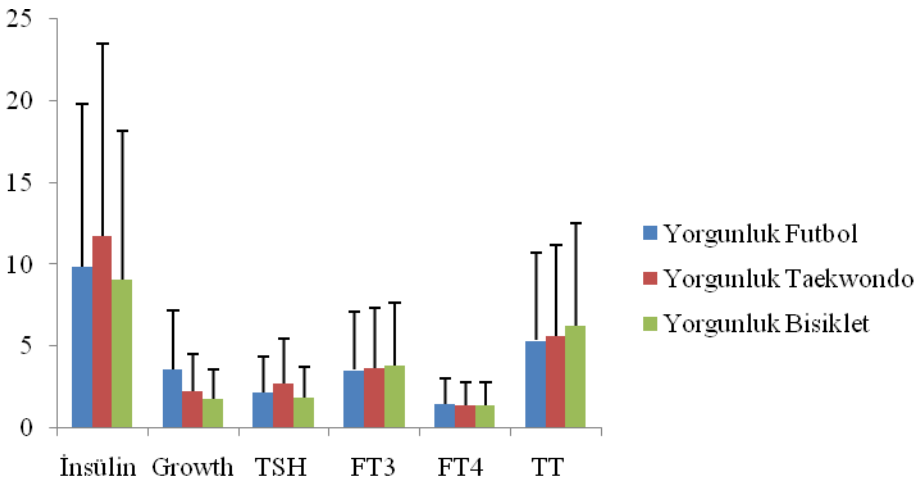
* T.testosteron değerleri 1/100 oranında düşürülmüştür.

Çizelge 3.6. Gruplararası yorgunluk hormon düzeylerinin karşılaştırılması

Parametreler	**Yorgunluk**		
	Futbol	**Taekwondo**	**Bisiklet**
İnsülin (mU/m)	9,89±4,87[a]	11,77±6,24[a]	9,10±3,36[a]
Growth (ng/mL)	3,58±0,89[a]	2,25±0,50[a]	1,79±0,35[a]
TSH (µIU/mL)	2,20±0,77[ab]	2,74±0,97[a]	1,87±1,00[b]
FT3 (pg/mL)	3,55±0,55[a]	3,67±0,24[a]	3,82±0,23[a]
FT4 (ng/dL)	1,50±0,108[a]	1,41±0,16[a]	1,42±0,08[ab]
TT (ng/dL)	535,84±170,55[a]	560,49±209,73[a]	627,16±199,70[a]

Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

Gruplararası yorgunluk hormon değerleri incelendiğinde, bisiklet grubunun yorgunluk serum tsh değerlerinin taekwondo grubu değerlerinden önemli düzeyde düşük olduğu belirlendi (P<0.05). Yorgunlukta ölçülen diğer tüm serum hormon düzeyleri açısından gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi (P>0.05).



Grafik 5. Gruplararası yorgunluk düzeyleri

* T.Testosteron değerleri 1/100 oranında düşürülmüştür.

4. TARTIŞMA

Metabolizma, müsabakalarda ve antrenmanlarda kullanılan enerji sistemlerine göre gösterdiği etkilerde farklılıklar oluşturmaktadır. Bu araştırmanın amacı, farklı enerji sistemlerine sahip branşlarda, kısa süreli yoğun bir egzersiz olan anaerobik güç testinin endokronolojik olarak bazı hormonları nasıl etkilediğini tespit etmek ve literatürle kıyaslamaktır.

Çalışmaya farklı branşlarda aktif spor yapan toplam 30 erkek denek gönüllü olarak katılmıştır. Bu branşlar; futbol (n:10), taekwondo (n:10), bisiklet (n:10) dir. Grupların yaş ortalamaları incelendiğinde, Çizelge 3.1'de belirtildiği üzere futbol 21,60±1.71 yıl, taekwondo 21,80±2,14 yıl, bisiklet 22,30±1,88 yıl olarak kaydedilmiş ve gruplar arası yaş ortalamalarının benzer olduğu görülmüştür. Grupların yaş boy ve vücut ağırlığı ortalamaları incelendiğinde, grupların birbirine benzer olduğu belirlenmiştir. Uygulanan wingate testi vücut ağırlığı kg başına verilen yükle yapıldığı düşünüldüğünden gruplar arası önemli bir farkın olmaması çalışmanın objektifliği açısından önem arz etmektedir.

Sporda performansı etkileyen ve başarının en önemli belirteçlerinden biri anaerobik güç ve kapasitedir. Maksimal fiziksel aktivite sırasında iskelet kaslarının oksijenin yokluğu ve eksikliğinde, anaerobik enerji transfer sistemlerini kullanarak meydana getirdiği iş kapasitesi anaerobik kapasite olarak tanımlanmaktadır. Bu işin birim zamandaki değeri ise anaerobik güç olarak ifade edilir (kg/sn, kg/dk, watt) (Yıldız 2012). İnsülin direkt veya indirekt olarak vücuttaki bütün dokuları etkileyen glukoz, amino asidler ve lipitler gibi besin olarak alınan maddelerin hücreler içinde tutulup depo edilmesini sağlayan homeostazise katkıda bulunan anabolik hormondur. İnsülin aynı zamanda yağ dokusu, karaciğer, kas dokusu, karbonhidrat, yağ ve protein depolarını etkilemektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada grupların kendi içindeki insülin hormon değerleri incelendiğinde, anaerobik güç testi futbol ve bisiklet branşlarındaki sporcuların istirahat ve yorgunluk değerlerini etkilemezken, taekwonduculardaki egzersiz sonrası elde edilen insülin düzeylerini önemli düzeyde düşürmüştür. Çiftçi ve ark (2013) yaşları 17.2±1.31 yıl olan 10 futbolcuya 105 dakikalık submaximal

antrenman programı uygulamışlardır. Deneklerin istirahat ve yorgunluktaki insülin hormon düzeylerine bakılmış ve ölçümler arası bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada yaşları 55,18±13,3 yıl arasında kolorektal kanser işareti olan deneklere 12 haftalık temel egzersiz programı uygulanmış ve bunların insülin düzeylerine ve IGF1 (insülin benzeri büyüme faktörü) değerlerine bakılmış, fiziksel aktivite yapanların insülin değerlerinde yapmayanlara göre önemli bir azalma görülmüştür (Lee ve ark 2013). Voleybolcularda yapılan bir çalışmada müsabaka dönemi antrenmanlarının, hazırlık dönemi antrenmanlarına göre serum kortizol düzeyini yükselttiği ve insülin duyarlılığını belirgin olarak azalttığı gösterilmiştir (Kuo ve ark 2006). Gordon ve ark (2006) tarafından atlara yaptırılan yoğun egzersizin plazma kortizol konsantrasyonunu %29 artırdığı, insülin konsantrasyonunu ise %35 azalttığı belirlenmiştir. Yuan ve ark (2013) 18 fare üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, yağlı yiyecek verilen ve egzersiz yapan grubun insülin düzeyleri normal yiyecek verilen gruptan önemli düzeyde düşük olduğunun belirlenmesi, insülin direncini iyileştirmede egzersizin önemli bir görev yaptığının sonucu olarak ifade edilmektedir. %60 Max VO_2' de 60 dakikalık submaksimal bisiklet egzersizi yapan deneklerde egzersiz sonrası insülin seviyesinin azaldığı ve glukagon seviyesinin yükseldiği, Powers ve Howley (1996) tarafından tespit edilmiştir. 10 hafta süre ile haftada 4 gün ve günde 40 dakika submaksimal anterenman programı sonrası aynı deney tekrarlandığında ise insülin seviyesindeki düşüşün azaldığı ve glukagon seviyesindeki artışın da daha az olduğu gösterilmiştir. İnsülin hormonu seviyesindeki bu düşüşün yapılan egzersizin süresi, şiddeti ve antrenman düzeyi ile ilişkili olduğunu düşünülebilir. Antrene kişilerde submaksimal egzersiz sırasında insülin düzeyinin azalması kas hücrelerine glukoz girişini azaltmaz. Çok düşük konsantrasyonda insülin bu iş için yeterlidir. Hipoksi kaslara glukoz girişini kolaylaştırır. İnsülinden bağımsız olarak kaslara glukoz girer. Sempatik etki sonucu salınan katekolaminlerin glukagon salınımını uyardığı gösterilmiştir (Fox ve ark 1988). Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz bulgular literatürle benzerlik göstermesi bakımından önemlidir.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada gruplararası istirahat ve yorgunluk insülin düzeylerinin hem birbirine hem de literatürdeki insülin düzeyleriyle benzerlik göstermesi önemlidir. Bu benzerliğin grupların aynı fiziksel özelliklere ve aynı antrenman düzeyine sahip olduğunun bir göstergesi olabilir.

GH, büyüme yeteneğine sahip olan bütün dokuların hücrelerinde hem mitozu aktive edip sayısal çoğalmayı sağlar hem de hücrelerde boyutu artırarak büyümeyi gerçekleştirir. Yapmış olduğumuz çalışmada grup içi ve gruplararası growth hormonu değerlerine bakıldığında istirahat ve yorgunluk ölçümleri arasında her 3 grupta da bir farklılığın bulunmayışı, 30 sn süren anaerobik güç testinin sporcuların GH düzeylerini etkilemediğinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

Egzersizle beraber gelişim dönemlerinde GH ve IGF'nin sentezinde artışların olduğunu, ilerlemiş yaşla beraber GH ve IGF'nin azaldığını ve egzersizin bu azalımı yavaşlattığı belirtilmiştir (Heinemeier ve ark 2012). Harbili ve ark (2005) yaşları 19.25 ± 1.77 yıl olan 17 geç hentbolcuda yapmış oldukları çalışmada, 6 hafta boyunca birer gün arayla 6 tekrar maksimal (6 TM) kuvvet antrenmanı uygulamışlardır. 6 haftalık antrenmanın gerek bazal ve gerekse antrenman sonrası hormon değerlerine etkisini ortaya koyabilmek için antrenman periyodunun ilk antrenmanı öncesi ve sonrası ile periyodun son antrenmanı öncesi ve sonrası kan örnekleri alınarak hormon düzeylerine bakılmıştır. Çalışma periyodunda sporculara uygulanan ilk ve son akut antrenmanın T4, BH (büyüme hormonu) ve TT salınımında artış, insülin hormonu plazma düzeylerinde ise ilk antrenman sonunda anlamlı bir düşüş gözlenirken, antrenman periyodunun son antrenmanında bir değişime rastlanmamıştır. 6 hafta süreyle uygulanan kronik kuvvet antrenmanın, dinlenim hormon değerlerinde ise bir değişikliğe yol açmadığı görülmüştür. Hasani ve ark (2012) yaptıkları çalışmada, 19 sağlıklı antrenman yapan kişi ile 15 sağlıklı sedanterden rastgele deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve deney grubuna maksimalin % 70 ile 80 arasında yoğun direnç antremanı yaptırılmıştır. Bütün deneklerden istirahat, egzersizden hemen sonra, egzersizden 5 saat sonra ve egzersizden 8 saat sonra olmak üzere 4 kez kan örneği alınmıştır. Alınan kan örneklerine göre egzersizden hemen sonraki GH hormon düzeyi egzersiz yapan grupta önemli ölçüde artmıştır. Aynı gruptaki İnsülin hormonu düzeyi ise egzersizden 8 saat sonra önemli ölçüde azalmıştır. Egzersiz yapmayan grupta herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Wahl ve ark (2010) bisiklet ergometresinde 11 denek üzerinde uygulanan 30 sn lik maximal zorlanmalı bir egzersizi, 5'er dakikalık dinlenme aralığı verilerek 4 kez uygulamışlardır. Egzersizlerin bitiminden 10 dakika sonra Gh da anlamlı bir artış olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirdiğimiz çalışma bulgularına göre egzersizle birlikte Gh düzeyinin artması literatürlerle benzerlik

göstermesi bakımından önemlidir. Maxsimal egzersizlerden sonra growth hormon düzeyinde gerçekleşen bu artışın, protein sentezini de artırarak kaslarda anabolik bir etkiyle birlikte kas hipertrofisine yol açtığı söylenebilir.

TSH gen transkripsiyonunu artırır, hücresel metabolik aktiviteyi artırır, büyüme üzerinde etkilidir, beynin büyümesi ve gelişmesini sağlar. Tiroid hormonları enerji metabolizmasının önemli düzenleyicisidir ve fiziksel egzersizde salınımının arttığı yönünde bulgular vardır (Günay 1999). Yapmış olduğumuz çalışmada anaerobik güç testi futbol ve bisiklet gruplarının TSH düzeylerini etkilemezken, taekwondo grubu değerlerini önemli düzeyde artırdı. Ayrıca aynı test bisiklet grubunun serum TSH değerlerini, taekwondo grubu değerlerine göre önemli şekilde düşürdü. Yapmış olduğumuz çalışmanın FT3 hormon düzeylerine bakıldığında, yüksek şiddetteki kısa süreli egzersiz futbol ve taekwondo gruplarının FT3 düzeylerini etkilemezken, bisiklet grubunun hormon düzeyini önemli şekilde düşürdü. Çalışmada grupların hem istirahat hem de yorgunluk FT3 düzeylerinin farksız oluşu tüm gruplardaki sporcuların aynı fiziksel özelliklere ve antrenman düzeyine sahip olduğunun bir göstergesi olabilir. Çalışmada anaerobik güç testi bisiklet grubu sporcularının FT4 hormon düzeylerini etkilemezken, futbol ve taekwondo grubunun hormon düzeylerini önemli şekilde artırmıştır. Her üç grubun hem istirahat hem de yorgunluk serum FT4 hormon düzeylerinin benzerliği gruplardaki sporcuların benzer özelliklere ve antrenman düzeyine sahip olduğunun bir belirtisi olabilir.

Mastorakos ve Pavlatou (2005) yapmış oldukları çalışmada TSH seviyesinin egzersizden hemen sonra düştüğünü ve düşüş devam ederek en düşük seviyesine egzersizden 24 saat sonra ulaştığını bildirmektedirler. Egzersiz sırasında metabolik talep artar. Egzersiz, vücut iç dengesinde değişiklikler oluşturan stresli bir durumdur ve oluşan hücresel hasarın yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

Limanova ve ark (1983) çalışmalarında sağlıklı genç bireylerde yaptıkları çalışmalarda egzersizin serum tiroid hormon düzeylerini değiştirmediğini belirtmişlerdir. Maksimal egzersizde TSH düzeyinin belirgin olarak azaldığı, egzersiz sonrasında yükseldiği, uzun süreli submaksimal egzersizde ise TSH düzeyinin egzersiz sonrası 15. dakikaya kadar arttığı bildirmişlerdir. Bununla birlikte

Maksimal egzersizde T3 düzeyinin ise belirgin olarak arttığını egzersiz sonrasında 15. dakikada başlangıç düzeyine düştüğünü belirtmişlerdir (Schmid ve ark. 1982). Şen ve ark (2013) yaşları 17. 2±1.31, olan 10 futbolcu üzerinde yapmış oldukları çalışmada, 1 saatlik yoğun antenman programı uygulamışlardır. Deneklerden dinlenik ve erzersizden sonra TSH,T3,T4 hormon düzeylerine bakılmıştır ve ölçümler arası bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir. 70 km kayak krosu sonrasında T3 ve T4 düzeyinin hemen yarış sonrasında arttığını, ertesi gün başlangıç düzeyine düştüğünü belirtmişlerdir. TSH düzeyinin hemen egzersiz sonrasında arttığını ancak ertesi gün ise başlangıç düzeyinin % 175 ine ulaştığını tespit etmişlerdir (Refsum ve Stromme 1979). Kürekçilerde direnç egzersizi sonrasında TSH ve T3 düzeyinin belirgin azaldığını T4 düzeyinin değişmediğini göstermişlerdir. Dayanıklılık egzersiz sonrasında ise TSH düzeyinde belirgin artış bildirmişler ve yoğun egzersizde yüksek enerji tüketimine bağlı olarak tiroid hormonunun azaldığını bildirmişlerdir (Simsch ve ark. 2002). Egzersiz ve antrenmanlar bazı hormonların kandaki seviyelerinde artış veya azalmaya neden olmaktadır. Egzersiz esnasında, egzersizin yoğunluğu ve süresine bağlı olarak tiroid hormonu düzeyi değişir. 180-900 m yüzme veya 90 dakika pedal çevirme ile hemokonsantrasyon oluşmadığı için tiroid hormonu konsantrasyonu etkilenmez. Uzun süreli submaksimal egzersiz ve kısa süreli maksimal egzersiz sirküle olan tiroid hormon düzeyinde değişiklik oluşturmaz. Uzun süreli ağır egzersizde T3, T4 artar. (Fox ve ark. 1988). Yapılan başka bir çalışmada haltercilerde yoğun direnç egzersizi sonrasında T3 konsantrasyonunun değişmediği, T4 konsantrasyonunun ise egzersiz sonrası 20 dakikaya kadar yükseldiği gösterilmiştir (McMurray ve ark. 1995). Başka bir çalışmada da, farklı su sıcaklıklarında yapılan yüzme egzersizlerinde tiroid hormon cevabının değiştiğini göstermişlerdir. Plazma TSH ve T4 düzeyinin 20 derecede arttığını 32 derecede azaldığını ve 26 derecede değişmediğini ve T3 düzeyinin ise sıcaklık farkından etkilenmediğini göstermişlerdir (Deligiannis ve ark 1993). Maraton koşusu sonrasında da TSH, T3 ve T4 hormon düzeylerinin yükseldiği tespit edilmiştir (Sander ve Rocker 1988). Ravaglia ve ark (2001) yapmış oldukları çalışmada aktif spor yapan bireylerin, spor yapmayan (sedanter) bireylerden, Troid hormon seviyelerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. McMurray ve ark (1995) yapmış oldukları çalışmada akut egzesizden 20 dk. sonra T4 konsantrasyonu artarken, T3 konsantrasyonunda her hangi bir değişim olmadığını ve egzersiz sonrası yorgunlukta anlamlı bir değişikliğin olduğunu tespit etmişlerdir. Fortunato ve ark

(2008) yapmış oldukları çalışmada, egzersizden hemen sonra T3 seviyelerinde önemli şekilde azalma olduğunu, T4 seviyesinde ise artış olduğunu belirtmişlerdir. Gerçekleştirdiğimiz çalışma bulgularına göre egzersizle birlikte TSH, FT4, hormon düzeylerinin artışı, FT3 hormon değerlerinin azalışı literatürle benzerlik göstermesi bakımından önemlidir.

Testosteron iskelet kası üzerine etkili bir hormondur. Testosteronun en çok göze çarpan etkisi kas kütlesindeki ve glikojen konsantrasyonundaki artıştır. Yapmış olduğumuz çalışmada, yaptırılan kısa süreli yüksek şiddetteki yorucu egzersiz, her üç gruptaki sporcuların total testosteron seviyelerinde önemli bir artış sağlamıştır. Bu artış bisiklet grubunda futbola göre daha belirgin ve önemli bir şekilde devam etmiştir. Bu da bisikletçilerin maksimal direnç egzersizlerinden daha çok etkilenebileceğini göstermektedir. Birçok çalışma dolaşımdaki testosteronun kısa süreli yoğun egzersizle ve daha uzun süreli submaksimal egzersizle arttığını göstermiştir. Nitekim Vingren ve ark (2009) akut direnç egzersizlerinin kas androjen ve glukokortikoid reseptörlerini belirlemek amacıyla erkek ve kadın deneklere 6 setten oluşan 10 tekrarlı squat egzersizi yaptırmışlardır. Egzersizle beraber kadınlarda ve erkeklerde free testosteron önemli düzeyde artarken, total testosteron sadece erkek sporcularda artmıştır. Benzer olarak Kraemer ve ark (1990) ile Hakkinen ve ark (1993) yoğun direnç egzersizlerinin dolaşımdaki testosteron düzeylerinde önemli bir artış meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Literatürdeki çalışmalarda testosteron düzeyleri ile ilgili çelişkili raporlar mevcuttur. Daha önce belirtilen çalışmaların tersine testosteron düzeylerinin egzersizden etkilenmediğini yada düştüğünü söyleyen bir çok çalışma vardır. Buna göre Dobrzanski ve ark (1981) dağcılar ve güreşçilerde yapmış oldukları submaksimal çalışmada, egzersizden hemen sonra serum testosteron oranlarında önemli düşme olduğunu belirtmişlerdir. Egzersizden 45 dak. sonra ise serum testosteron oranlarında her hangi bir azalma olmadığını tespit etmişlerdir (Dobrzanski ve ark 1981). Yapılan başka bir çalışmada kızların testosteron seviyelerine bakılmış, puberte dönemi ve sonrasında egzersizden sonraki testeteron seviyelerinin bir artış göstermediği belirlenmiştir (Vingren ve ark 2010). Yine Koch ve ark (2011) yaşları 25 ile 85 arasında değişen 624 gönüllü erkek deneği bisiklet ergometresinde kısa süreli yüksek şiddette bir egzersize tabi tutmuş ve serum testosteron seviyelerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Literatürlerde testosteron düzeyindeki çelişkili bilgilerin nedeni olarak, çalışmaların süresi, sıklığı,

şiddeti, denek grubu ve deney dizaynından kaynaklanabileceği söylenebilir. Yapılan çalışmalarda kısa süreli maximal ve uzun süreli submaksimal şiddetteki egzersizlerin testosteron seviyesini önemli düzeyde arttırdığı bildirilmektedir. Bu artışın temel nedeni Caudox-Hodson ve ark (1985) tarafından testosteronun hepatik ve ekstrahepatik mekanizmalar sayesinde kandan uzaklaştırıldığı, dolaysısıyla egzersizler sırasında karaciğere giden kan akımının azalacağı, böylece testosteron inaktivasyonunun ve atılımınında azalmasıyla birlikte egzersizlerde kan testosteron düzeylerinde geçici yükselmeler görülebiliceği ifade edilmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, farklı enerji sistemlerine sahip branşları alarak kısa süreli yoğun bir egzersiz olan anaerobik güç testinin endokronolojik olarak bazı hormonları nasıl etkilendiğini tespit etmek ve literatürle kıyaslamak amacını oluşturmaktadır.

Yapılan bu çalışma sonucunda aşağıda belirtilen önerinin bu alanda yapılacak araştırmalara katkı sunacağı düşünülmektedir.

Hormonal düzeyde yapılan çalışmaların farklı düzeyde ve şiddette yapılması üst düzey sporcular için konunun daha iyi anlaşılması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; kısa süreli yoğun bir egzersiz olan anaerobik güç testinin endokronolojik olarak 3 branştada (futbol, taekwondo, bisiklet) insülin ve ft3 serum hormon değerlerini azalttığı; growth, tsh, ft4, tt serum hormon değerlerini ise artırdığı söylenebilir. Ayrıca aynı testin bisiklet grubundaki serum tsh değerlerini taekwondo grubu değerlerine göre önemli düzeyde düşürdüğü, diğer hormon düzeylerini ise etkilemediği tespit edildi.

6. ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Farklı Branşlardaki Sporcularda Anaerobik Egzersizin Bazı Hormon Düzeylerine Etkisi

Savaş ÇAKMAKCI

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ/KONYA–2013

Bu araştırma; farklı branşlardaki sporcularda anaerobik güç testinin bazı hormon düzeyleri üzerine etkisinin incelenmesi amacı ile yapılmıştır.

Çalışmaya Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi Spor Yüksekokulunda okuyan, aktif spor yapan, farklı branşlarda (futbol n:10, taekwondo n:10, bisiklet n=10) toplam 30 gönüllü erkek denek katılmıştır. Araştırmaya katılan deneklerin yaş ortalamaları; futbol 21,60±1.71 yıl, taekwondo 21,80±2,14 yıl, bisiklet 22,30±1,88 yıl, vücut ağırlığı ortalamaları; futbol 70,80±6,12 kg, taekwondo 73,30±7,74 kg ve bisiklet 72,20±4,44 kg, boyları; futbol 177,90±3,84 cm, taekwondo 180,60±2,98 cm ve bisiklet 177,90±3,84 cm'dir. Çalışma protokolü Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu etik kurulu tarafından onaylandı.

Araştırmada; Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi Spor Yüksekokulu performans labaratuvarında wingate testi için modifiye edilmiş Monark marka 894E model (made in Sveden) ayak ergometresi kullanıldı. Tüm deneklerin test öncesi ve hemen sonrası dirsek venasından alınan 8 cc kan örneklerinden elde edilen bütün serumlar Kemilüminesens yöntemiyle gh Beckman Coulter kit ile; insülin, tsh, ft3, ft4, tt serumları ise Siemens Diağnostic (USA) marka kit kullanılarak serum hormon düzeyleri belirlendi.

Elde edilen bulguların analizinde SPSS 16.0 paket program kullanılmıştır. Grupiçi farklılıkların belirlenmesinde "bağımlı t (paired t)" testi kullanıldı. Gruplararası farklılığın tespitinde Tek Yönlü Varyans Analizi, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için "Asgari Önem Fark" (Least Significant Difference "LSD") testiyapıldı. Farkllık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

Tüm grupların yaş ve vücut ağırlığının benzer, taekwondo grubunun boy uzunluğunun, futbol ve bisiklet gruplarına göre önemli olduğu görüldü ($p<0.05$). Futbol grubunun yorgunluğa göre istirahat ft4 ve tt hormon düzeylerinde önemli ($p<0.05$) artış olduğu; insülin, gh, tsh ve ft3 düzeylerinin ise benzer olduğu belirlendi. Taekwondo grubunun yorgunluk serum tsh, ft4 ve tt düzeylerinin önemli şekilde arttığı ($p<0.05$); insülin, gh, ft3 düzeylerinde ise önemli bir farklılığın olmadığı tespit edildi. Bisiklet grubunun yorgunluktaki insülin ve ft3 düzeylerinde istirahate göre önemli ($p<0.05$) azalma, tt düzeylerinde ise önemli ($p<0.05$) artış olduğu, gh, tsh ve ft4 hormon düzeylerinin ise benzer olduğu görüldü. Gruplararası farklılıklara göre, tüm grupların ölçülen istirahat serum hormon düzeylerinin birbirinden farksız olduğu belirlendi ($P>0.05$). Bisiklet grubunun yorgunluk serum TSH değerlerinin taekwondo grubu değerlerinden önemli düzeyde düşük olduğu ($P<0.05$), yorgunlukta ölçülen diğer tüm serum hormon düzeyleri açısından ise gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi ($P>0.05$).

Sonuç olarak; wingate anaerobik güç testinin futbolcularda ft4 ve tt düzeylerini, taekwondocularda tsh, ft4 ve tt düzeylerini artırdığı; bisikletçilerde ise insülin ve ft3 düzeylerinde

azalma, tt'de artışa sebep olduğu söylenebilir. Ayrıca aynı testin bisiklet grubundaki serum tsh değerlerini taekwondo grubu değerlerine göre önemli düzeyde düşürdüğü, diğer hormon düzeylerini ise etkilemediği tespit edildi.

Anahtar Sözcükler: Anaerobik güç; egzersiz; hormonlar.

7. SUMMARY

Some of The Effects of Hormone Levels of Anaerobic Exercise in Athletes of Diffirent Branches

This study has been carried out to research the effect of the anaerobic power test on some hormone levels of athletes in different branches

The study involves 30 males as volunteer experimental subjects. They study at different branches (football n: 10, taekwondo n: 10, cycling n: 10) at Selçuk University, The College of Physical Education and Sports and they do sports regularly. The average age of participants of the research is; football 21,60±1.71 years, taekwondo 21,80±2,14 years, cycling 22,30±1,88 years. Average body weight is; football 70,80±6,12 kg, taekwondo 73,30±7,74 kg and cycling 72,20±4,44 kg, Average height is; football 177,90±3,84 cm, taekwondo 180,60±2,98 cm and cycling 177,90±3,84 cm. Thy study protocol was confirmed by Selçuk University, The College of Physical Education and Sports ethics committee.

In the research was used a Monark brand, 894E model foot ergometer (made in Sweden) which was modified for the Wingate test. This research was conducted in performance laboratory at Selçuk University, The College of Physical Education and Sports. 8 cc blood was obtained from elbow veins of all experimental subjects before and after test. The hormone levels of these blood samples which were defined by Chemiluminescence method (gh, insulin, tsh, ft3, ft4, tt) were determined by using Siemens Diağnostic kit.

The SPSS package program was used to analyse all these findings. 'The paired t test' was used to define the intra-group differences. 'The one way-track Variance Analysis' was used to detect the intergroup differences and 'the Least Significant Difference (the LSD) Test was applied to determine which group the difference was stemming from. The difference level was considered as $p<0.05$. It was observed that age and body weights of all groups were identical. In addition, the height of taekwondo group was observed to be significantly higher in comparison with football and cycling groups ($p<0.05$). It was observed that there was a significant increase in ft4 and tt relaxation hormone levels of the football group in proportion to tiredness ($p<0.05$). However, their insulin, gh, tsh and ft3 levels were similar. It was detected that tiredness serum tsh, ft4 and tt levels of the taekwondo group increased remarkably ($p<0.05$) and that there was no significant difference in their insulin, gh and ft3 levels. A remarkable decrease was observed in the insulin and ft3 levels of the cycling group in tiredness in proportion to relaxation ($p<0.05$). On the other hand, while an important increase was observed in their tt levels ($p<0.05$), it was detected that their gh, tsh and ft4 hormone levels remained similar. According to the inter-groups differences, the measured relaxation serum hormone levels of all groups were determined to be identical ($p>0.05$). It was determined that tiredness serum tsh values of the cycling group were remarkably lower than the values of the taekwondo group ($p<0.05$), and that there were not any important differences among groups in terms of all other measured serum hormone levels ($p>0.05$).

In conclusion, it can be stated that the Wingate anaerobic power test increases ft4, tt levels of footballers and tsh, ft4, tt levels of taekwondo-doers. In addition, while this test decreases insulin and ft3 levels of cyclers, it increases the tt level. Furthermore, it was observed that the test significantly decreases the serum tsh values of the cycling group in comparison with the values of taekwondo group. However it does not effect other hormone levels.

Keywords: Anaerobic Power; Exercise; Hormones.

8. KAYNAKLAR

1. Açıkada Ç, Ergen E. Bilim ve Spor Ankara: Büro-Tek Matbaacılık,1990:2-17.
2. Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi, 3. Baskı, I. Cilt, Ankara,1989:181-190.
3. Akgün, N.Egzersiz Fizyolojisi, 1. Cilt, 3.Baskı, Gökçe Ofset Matbaacılık, Ankara,1989. 3.
4. Alp H, Molvalılar S. Büyüme Hormonu, Endokrin Hastalıklar, 1987:21-22.
5. Anderson WA, McKeag DB. The Subtance Use And Abuse Habits Of Collage Student-Athletes, Collage of Human Medicine, Michigan State Universty, East Lansing Michigan,1985:104.
6. Astrand PO, Redahl K. Textbook Of Work Physioloy 2. Ed. Mc Raw Hill Comp,1986:22-31.
7. Astrand PO. Aerobic And Anaerobic Energy Sources İn Exercise. Medicine sport.13,1981: 22-37.
8. Ayalon, A., Inbar, O. ve Bar-Or, O. Relation Between Two Measurements of Explosive Strength and Three Measurements of Anaerobic Power. In: Nelson, R.C. and C.A. Morehouse (Eds) International Series on Sports Sciences. Vol.1, Biomechanics IV. Baltimore: University Pres, 1974; 143-151.
9. Ayuk J, Sheppard MC. Growth Hormone And Iİts Disorders Postgrad. Med. J.82, 2006:24-30.
10. Bagatell CJ, Bremner WJ ANDROGENS IN HEALTH AND DİSASE, Human press,2003:134.
11. Bagatell CJ, Bremner WJ. Drug Therapy: Androgens In Men: Uses and abuses,New England Jornal of Medicine,1996:334,707.
12. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity, Sports Medicine. 1987; 4: 381-394.
13. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test: An Update on methology reliability and validity. Sports Med. 4, 1987:381-394.
14. Baumann GM, Klaus KD, Buchanan TA. The Effect Of Circulating Growth Hormone-Binding Potein On Metabolic Clearence, Distribtion And Degradation Of Human Growth Hormone, J. Clin. Endocrinol. Metab,1987:657-660.
15. Bediz, C.Ş. ve Gökbel, H. Wingate Test. Spor Bilimleri Dergisi, Cilt:29, 1994; 119-134.
16. Beneke, R., Pollmann, C., Bleif, I., Leithauser, R.M. ve Hütler, M. How Anaerobic Is The Wingate Anaerobic Test for Humans? Eur J Appl Physiol. 87(4-5), 2002; 388-92.
17. Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. Biochemistry, Freeman and company, Fifth Edition, 2002:410-420.
18. Bhogavan NV. Medical biochemistry, capter 31-34. Endocrin metabolism ıı. Hypotalamus and pitutiary, Repuroductive System, 2002:729-801.
19. Bingöl G. Biyokimya, Hacettepe-Tas yay, Ankara,1983:338.
20. Blimkie, C.J.R., Roache, P., Hay, J.T. ve Bar-Or, O. Anaerobic Power of Arms in Teenage Boys and Girls: Relationship to Lean Tissue. Eur J Appl Physiol. 57(6), 2005; 677-83.
21. Bulbulian R, Jeong J, Murphy M. Comparison Of Anaerobic Components Of The Wingate And Critical Power Tests İn Males And Females. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1996:28: 1336-1341.
22. Cadoux-Hudson TA, Few JD Imms FJ . The Effect Of Exercise On The Production And Clearance Of Testosterone İn Well Trained Young Men, Eur.J.Appl Physiol 54,1985:321-5.
23. Cantroni G, Rodrigues WJ, Hicks JM. Cerebrospinal Fluid Lactic Acid Level İn Meningitis. Pediatrics 91,1977: 379-381.
24. Cohen, M., Babington, J.P., Ozmun, J. ve Edwards, J.E. Reliability and Validity of the Bosco Mechanical Power Jump Test. American Collage Sports Med. 34(5), 2002; 35.
25. Consolazio CF, Johnson RE, Pecora LJ. Physiological Measurement Of Metabolic Function In Man, New York McGraw- HİII Book Company,1963.

26. Corpas E, Harman SM, Blacman MR. Human Growth Hormone And Human Aging, Endocrine reviwe vol:14, 1993:21.

27. Cumming DC, Brunsting LA, Strich G, Ries AL, Rebar RW. Reproductive Hormone İncreases In Response To Acute Exercise İn Man, med. Sci. Sports Exerc l8,1986:369-73.

28. Çiftçi S, Albayrak DC, Demir Gİ, Şen M. Akut Egzersizin Antrene Bireylerde İnsülin, Kortizol Ve Glukoz Düzeylerin Eetkisi, Sakarya Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu,Sakarya,1999:486.

29. Çolakoğlu, M. Dayanıklılık Gelişiminin Metabolik ve Fizyolojik Temelleri, II. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 1(2), 1995; 30-41

30. 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.,Mar, 2001:(1-2):1-17.

31. Deligiannis A, Karamouzis M, Kouidi V, Kallaras C. Plasma TSH, T3, T4 Anda Cortisol Responses To Swimming At Varying Water Temperatures. Br J Sports Medicine, Aristotle University, Thessaloniki, Greece. Br J Sports Med. 1993 Dec; 27 (4): 247-50.

32. Dobrzanski T, Zurowski S, Graban W. Chromoendocrinological Studies İn Athletes.IV.Multiple hormonal responses to submaxsimal muscular exercise. Acta Physiol Pol 1981;32:529-536.

33. Dotan, R. The Wingate Anaerobic Test's Past and Future and the Compatibility of Mechanically Versus Electro-Magnetically Braked Cycle-Ergometers. Eur J Appl Physiol. (98), 2006:113-116.

34. Erdil G. Elit Masa Tenisçiler Ve Sedanterlerde Fizyolojik Kapasite Ve Koordinasyon Testleri Ölçümlerinin Karşılaştırılması. İzmir. E.Ü. Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoloji Anabilim Dalı Spor Hekimliği Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 1983.

35. Ergen E. Egzersizde Enerji Metabolizması In Spor Hekimliği Ders Notları Ed. E. Ergen, 11-21, TTB Merkez Konseyi, Ankara,1991.

36. Evans NA. Current Consepts İn Anabolic Androgenic Steroids. The American Journal of Sports Medicine 32,2004:534-542.

37. Fahey TD. Anabolic-Androgenic Steroids: Mechanism Of Action And Effects On Performance. In: Encyclopedia of Sports Medicine and Science, T.D.Fahey (Editor). Internet Society for Sport Science: http://sportsci.org,1998.

38. Farrel PA, Barboriak J. The Time Cours Of Alterations İn Plasma Lipids In Lipoprotein Concentrations During Eight Weeks Of Endurance Training, Atherosclerosis, 1981:231-8.

39. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. The Physiological Basis Of Physical Education And Athletics. 4 Ed. Wn. C. Brown Publishers, New York,1988.

40. Gaa GL, Griffith EH, Cahil BR, Tuttle LD. Prevalence Of Anabolic Steroid Use Anmong İllinois High School Student. Journal Of Athletic Training. Vol: 29, Number 3,1994:216-222.

41. Galbo H, Hummer L, Petersen IB, Christensen NJ, Bie N. Thyroid And Testicular Hormone Responses To Graded And Prolonged Exercise In Man, J.ApplPhysiol 36,1977:101-6.

42. Gladden LB. Lactate Uptake By Skelatal Muscle In "Exercise and Sport Science Review" Ed. K.B Pandolf ,1989:115-155.

43.Gordon ME, McKeever KH, Betros CL, Manso Filho HC. Exercise- induced Alterations in Plasma Concentrations Of Ghrelin, Adiponectin, Leptin, Glucose, İnsulin, and Cortisol in Horses. Vet J.1,2006.

44. Griffin JE, Wilson J. Wilioms Textbook Of Endocrinology, (Edit:Wilson, Foster, Kronenberg, Larsen) 9th edition, Saunders Company, Capter 16,1998:819-877.

45. Gümüsel B, Kandilci HB. Androjenler, Anabolik Steroidler ve Antiandrojenik İlaçlar, Türkiye Klinikleri J Int Med Sci, 1(35),2005:112-118.

46. Günay M. Egzersiz Fizyolojisi. Kültür Ofset Ankara, 1999;1851.

47. Güner R. Egzersiz ve Endokrin Sistem. In " Spor Hekimliği Ders Notları" Ed. E.Ergen, TTB Merkez Konseyi, Ankara,1992:38-44

48. Hakkinen K, Pakarinen A. Acute Hormonal Responses To Two Different Fatiguing Heavy-Resistance Protocols İn Male Athletes. J Appl Physiol 1993;74:882–7

49. Hasani R, Shirin F, Ehsan S, Heshmat R. Time Course Responses Of Serum Gh, İnsulin, Igf-1, Igfbp1, And Igfbp3 Concentrations After Heavy Resistance Exercise İn Trained And Untrained Men, Volume: 41 Issue:1,2012:144-151.

50. Haupt H, Rovere GD. Anabolic Steroids: A Review Of The Literature. Am. J.Sports Med.12,1984:46.

51. Heinemeier KM, Mackey AL, Doessing S. Gh/Igf-I Axis And Matrix Adaptation Of The Musculotendinous Tissue To Exercise İn Humans, Source: Scandınavıan Journal Of Medıcıne & Scıence In Sports Volume:22 Issue: 2012:1-7.

52. Henry RJ. Clinical Chemistry: Principles and Technics Harper and Row, New-York,1968.

53. Hervey GR, Hutchinson I, Knibbs AV, Burkinshaw L, Jones PR, Norgan NG. "Anabolic" Effects Of Methandienone İn Men Undergoing Athletic Training. Lancet,1976:699.

54. Huang X, Blackman MR, Herreman K, Pabst KM, Harman SM, Caballero B. Effects Of Growth Hormone And/Or Sex Steroid Administration On Whole-Body Protein Turnover İn Healthy Aged Women And Men, Metabolism. Sep;54(9), 2005:1162-7.

55. Inbar O, Bar-Or O. Anaerobic characteristics in male children and adolescents. Medicine and Science in Sport Exercise. 1986;18 (3): 264-269.

56. Jacobs I, Tesch PA, Bar- or O, Karlsson, J, Dotan R. Lactate İn Human Skeleta Muscle After 10 and 30 Sof Supramaximal Exercise. J. Appl. Physiol.Respirat. Environ. Exercise Physiol. 55, 1983:365-367.

57. Jacobs I, Tesch PA, Bar-Or O, Karlsson, J, Dotan, R.Lactate İn Human Skeletal Muscle After 10 and 30s Of Supramaximal Exercise, J Appl Phsiol Respirat Environ Exercise Physiol, 55,2, 1983:365-367.

58. Jacobs, P.L., Mohaney, F.T. ve Johnson, B. Reliability of Arm Wingate Anaerobic Testing in Personal with Complete Paraplegia. J Spinal Cond Med. 26(2), 2003, 141-4.

59. Jakob L, Vingrena C, William J, Kraemera B, Disa L, Hatfieldd JS, Voleka NA, Ratamesse JM, Andersona KH, Juha A, Maren S, Fragalaa GA, Thomasa JY, Carl MM. Human Performance Laboratory, Department of Kinesiology, University of Connecticut, Storrs, CT 06269, USA, 2009:102-108.

60. Janssen JA, Stolk RP, Pols HA, Grobbee DE, de Jong FH, Lamberts SW. Serum Free IGF-1, Total IGF-1, IGFBP-1 and IGFBP-3 Levels İn An Elderly Population: Relation To Age And Sex Steroid Levels. Clin Endocrinol (Oxf). Apr;48(4), 1998:471-8.

61. Jenkins PJ. Growth Hormone And Exercise, Clin Endocrinol 50, 1999: 683-689.

62. Johnston DG, Davies RR, Prescott RWG. Regulation Of Growth Hormone Secretion In Man: A Review. Journal of the Royal Society of Medicine. Vol: 78,1996:319-327.

63. Kalaycıoglu L, Serpek B, Nizamlıoglu M, Baspınar N, Tiftik AM. Biyokimya, Nobel-Yayın Dagıtım, Ankara,2000:325-326.

64. Karlsson J. Muscle Exercise, Energy Metabolism And Blood Lactate. Adv. Cardiol. 35,1986:35-46.

65. Koch B, Glaser S, Schaper C. Association Between Serum Testosterone and Sex Hormone-Binding Globulin and Exercise Capacity in Men: Results of the Study of Health in Pomerania (SHIP), Journal Of Andrology Volume: 32, Published: Mar-Apr 2011:135-143.

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

67. Koşar NŞ, Hazır T. Wingate Anaerobik Güç Testinin Güvenirliği. Hacettepe Üniversitesi. Ankara. Spor Bilimleri Dergisi. 1994;7 (4): 21-30.

68. Kraemer WJ, Loebel CC, Volek JS, Ratamess NA, Newton RU, Wickham RB. The effect Of Heavy Resistance Exercise On The Circadian Rhythm Of Salivary Testosterone In Man, Eur J Appl. Physiol. 84,2001: 13-18.

69. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R. Hormonal And Growth Factor Responses To Heavy Resistance Exercise Protocols. J Appl Physiol 1990;69:1442–50.

70. Kuhn CM. Anabolic Steroids. Recent Progress in Hormone Resarch 57,2002: 411-434.

71. Kuo MC, Chou CH, Ho CF, Chang WH, Lin TW, Hou CF, Chien KY, Liu TC, Kuo CH. Glucose Tolerance And İnsulin Sensitivitiy Following An Oneweek Volleyball Competition. Chin J Physiol. 49 (3),2006:147-51.

72. Kurdak SS. Sporda Doping ve İlaç Kullanımı, Sporsal Kuram Dizisi 7, Ankara, 1996:63-69.

73. Kuter M. Öztürk F. Bir Erkek Basketbol Takımının Fiziksel Ve Fizyolojik Profili, Spor Bilimleri II. Ulusal Kongresi Bildirileri, H.Ü. Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu Yayımı, Ankara. 1992; 221–226.

74. Le Roith D. İnsülin-Like Growth Factors, New Eng J Med 336 (9),1997: 633-640.

75. Lee DH, Kim JY, Lee MK. Effects Of A 12-Week Home-Based Exercise Program On The Level Of Physical Activity, İnsulin, And Cytokines İn Colorectal Cancer Survivors: A Pilot Study, Source: Supportıve Care In Cancer Volume:21, Sep 2013:2537-2545.

76. Litwork G, Schmit TJ. Textbook Of Biochemistry With Clinical Correlation,(Ed:Thomas M. Devlin) Capter 22. biochemistry of hormone II. steroid hormone,2002:960-985.

77. Löffler G, Petrides PE. Physiologische Chemie, Springerverlag, Berlin,1988:698-707.

78. Macintosh, B.R. ve MacEachern, P. Paced Effort and All-out 30-Second Power Tests. Int J Sports Med. 18(8), 1997, 594-99.

79. Macintyre JG. Growth Hormone And Athletes, Sports Med. 4(2),1987:129-142.

80. Marsh, G.D., Paterson, D.H., Govindasamy, D ve Cunningham, D.A. Anaerobic Power of the Arms Legs of Young and Older Men. Experimental Physiol. 1999, 84:589-97.

81. Mc Ardle, WD, Katch, FI, Katch VL. Exercise Physiology Energy, Nutrition and Human Performance. 2nd Ed. Lea and Febiger, Philadelphia,1986.

82. McMurray RG, Eubank TK, Hackney AC. Nocturnal hormonal responses to resistanse exercise. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.72,1995:121-126.

83. McMurray RG, Eubank TK, Hackney AC. Nocturnal Hormonal Responses To Resistance Exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995; 72 (1-2): 121-6.

84. Mengütemur, M. ve Çolakoğlu, M. Wingate Anaerobik Test Sonuçlarının Belirli Koşu Mesafelerine Ait Performans Zamanları İle İlişkileri. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.(2),1996,2-11.

85. Moller N, Gjedsted J, Gormsen L, Fuglsang J, Djurhuus C. Effects of growth hormone on lipid metabolism in humans. Growth Horm IGF Res. Aug;13 Suppl,2003:18-21.

86. Morehouse E. Miller T. Egzersiz Fizyolojisi (Çeviren Akgün, N) 6. Baskı, Ege üniversitesi Matbaası, Bornova,1973.

87. Muscatelli F, Strom TM, Walker AP, Zanaria E,Recan D, Meindl A. Mutations İn The DAX-1 Gene Give Rise To Both X-Linked Adrenal Hypoplasia Congenita And Hypogonadotropic Hypogonadism. Nature. Dec 15;372(6507):1994:672-6.

88. Müller EE, Locatelli V, Cocchi D. Neuroendocrine Control Of Growth Hormone Secretion, American Physiological Society, Vol. 79, No. 2,1999:511-607.

89. Narkowski, H. ve Busco, K. Changes in Power Outputs under the Influence of Sprint Training in Handball Players. Acta Bioengineering and Biomechanics. 6(1), 2004, 31-40.

90. Nelson JK. Measuremet of physical performance Minnessota, Burgergess Publishing Company, 1979.

91. Norrelund H, Riis AL, Moller N. Effects of GH On Protein Metabolism During Dietary Resitriction In Man. Growth hormone & IGF Resarch.2002:198-207.

92. Norrelund H. The Metabolic Role Of Growth Hormone İn Humans With Particular Reference To Fasting, Growth hormone & IGF Resarch 15, 2005:95-122.

93. Noyan A. Fizyoloji Ders Kitabı, 6. Baskı, Meteksan A.Ş, İstanbul,1989.

94. Öge A. Yaslanmayla Olusan Endokrin Degisiklikler Ve Tedavi Yaklasımları, Türk Geriatri Dergisi 7 (2):,2004:117-121.

95. Özkan A, Aşçı A, Açıkada C. (2007) Determination Of The Optimal Load For The Wingate Anaerobic Test. IV. Internatinal Mediterranean Sport Sciences Congress. Antalya, 2007:108.

96. Pastoris O, Dossena M, Fulle D, Taglietti M, Benzi G. Action Of Testestorone On Some Biochemical Parametres Related To The Energy Metabolism Of Skeletal Muscle, Arch Int Pharmaccodyn, 263,198: 129-138.

97. Perry HM. The Endocrinology Of Aging, Clinical Chemistry, 45:8(B),1999:1369-1376.

98. Potteiger JA, Stilger VG. Anabolic Steroid Use In The Adolecent Athlete. Journal of Athletic training.Vol: 29. Number 1,1994:60-64.

99. Powers ME. The Safety And Efficacy Of Anabolic Steroid Precursors: What Is The Scintific Evidence?. Journal of athletic training. Vol: 37, Number3,2002:300-305.

100. Powers SK, Howley ET. Exercise Physiology Theory and Application to Fitness and Performance. McGraw-Hill Comp,1996:57.

101. Prampero PE. The Anaerobic Threshold Concept: A Critical Evaluation Adv.Cardiol. 35,1986:24-34.

102. Ravaglia G, Forti P, Maioli F, Pratelli L, Vettori C, Bastagli L, Mariani E, Facchini A, Cucinotta D. Regular Moderate İntensity Physical Activity And Blood Concentrations Of Endogenous Anabolic Hormones And Thyroid Hormones İn Aging Men.Mech. Ageing Dev. 122,2001: 191-203.

103. Refsum HE, Stromme SB. Serum Thyroxine, Triiodatkyronine And Thyroid Stimulating Hormone After Prolonged Heavy Exercise.Scand J Clin Lab İnvest. 1979:39 (5): 455-9.

104. Rubai BY, Moddy JM. Effects Of Respiration On Size and Function Of The Athletic Heart,cThe Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 1991;2: 257-264.

105. Samra JS, Clark ML, Humphreys SM, MacDonald IA, Bannister PA, Matthews DR, et al (1999) Suppression of the nocturnal rise in growth hormone reduces subsequent lipolysis in subcutaneous adipose tissue.Eur J Clin Invest. Dec;29(12):1045-52.

106. Samuel AA, Toriola AL. Effects Of Diferent Runnig Programmes On Body Fat And Blood Pressure In Schoolboys Aged 13-17 Years, The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 1988;3: 267-273.

107. Sander M, Rocker L. Influence Of Marathon Running On Thyroid Hormones. Int. J Sports Med. 1988 Apr; 9 (2): 123-6.

108. Schmid P, Wolf W, Pilger E, Schwaberger G, Pessenhofer H., Pristautz H, Leb G. TSH, T3, rT3, And fT4 in Maximal And Submaximal Physical Exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1982; 48 (1): 31-9.

109. Scott CB, Roby FB, Lohman TG, Bunt JC. The Maximally Accumulated Oxygen Deficit As An İndicator Of Anaerobic Capacity. Med Sci Sports Exerc. 23,5,1991:618-624.

110. Sepulveda F, Oliveıra E, Olıveıra G, Macedo E, Macıel L, Costa O, Oliveira A, Freıtas F. M-Mode Echocardiography Study Of Twenty-Two Top Class Racing Syclists, The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness.1989;2: 136-140.

111. Serpek B, Yalçın S, Haliloglu S. Konya Merinosu Ve Akkaraman Koyunlarında Somatotrop Hattın Endokrinolojisi İle Plazma Somatotropin Ve Igf-1 Düzeylerinin Büyümeye Etkileri, TUBİTAK, Proje no: VHAG 968,1995:5-15.

112. Serpek B. Hormonlar, Doktora Ders Notları, Selçuk üniveristesi Veteriner Fakültesi, Konya,2002.

113. Sevin G, Arun MZ, Üstünes L. Androjenler ve Anabolik Steroidler, Türkiye Klinikleri J Int Med Sci, 1(35),2005:78-89.

114. Shephard RJ. Kalp ve İskelet Kası Enerji Kaynakları (Çeviren Durusoy F.) Spor Hek. Derg.7,8,1971: 83-93.

115. Simsch C, Lormes W, Petersen KG, Baur S, Liu Y, Hackney AC, Lehmann M, Steinacker JM. Training İntensity İnfluences Leptin And Thyroid Hormones İn Highly Trained Rowers.. Int. J Sports Med. 2002 Aug; 23 (6): 422-7.

116. Soriano-Guillen L, Barrios V, Chowen J, Shanchez I, Vila S, Quero J, et al Ghrelinlevels From Fetal Life Through Early Adulthood: Relationship With Endocrine And Metabolic And Anthropometric Measures, J Pediatr; 2004:30-35.

117. Suman OE, Thomas SJ, Wilkins JP, Mlcak RP, Herndon DN. Effect Of Exogenous Growth Hormone And Exercise On Lean Mass And Muscle Function In Children With Burns. J. Appl. Physiol,2003:2273-2281.

118. Takashı A. Yasuo K. Shıgekı I. Hırdakı K. Tetsud F. Isometric and Isokinetic Knee Joint Performance In Japanese Alpine Ski Racers. The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness. 1992;4: 353-357.

119. Tharp GA, Newhouse RK, Uffelman L, Thorland WG, Johnson GO. Comparison Of Sprint And Run Time With Performance On The Wingate Anaerobic Test. Res. Q. Exerc.Sport. 56,1985:73-76.

120. Tricker R, O'Neill, MR, Cook D. The İncidence Of Anabolic Steroids Use Among Competitive Budybuilders, J. Drug. Educ. 19(4),1989:313.

121. Tüzün M. Dokuz Eylül Üniversitesi BES Bölümündeki Kız Öğrencilerin Bazı Solunum Parametreleri ve Fiziksel Güç Uyumlarının Karşılaştırılması, İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1984.

122. Vander AJ, Sherman JH, Luciano DS. Human Physiology: The Mechanisms of Body Function, 5th edition, Mc Graw-Hill Publishing Company, USA,1990:76-81.

123. Vandewalle, H., Peres, G. ve Monod, H. Standard Anaerobic Exercise Tests. Sports Med. 4(4), 1987, 268-89.

124. Veldhuis JD. Recent Neuroendocrine Facets Of Male Reproductive Aging, Exp Gerontol; 35,2000::1281-1308.

125. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone Physiology in Resistance Exercise and Training The Up-Stream Regulatory Elements, 1993 Dec; 27 (4): 247-50.

126. Vingren JL, Kraemer WJ, Hatfield DL, Volek JS, Ratamess NA, Anderson JM, Häkkinen K, Ahtiainen J, Fragala MS, Thomas GA, Ho JY, Maresh CM. Effect Of Resistance Exercise On Muscle Steroid Receptor Protein Content İn Strength-Trained Men And Women. Steroids. 2009 Nov-Dec;74(13-14):1033-9.

127. Volek JS, Gomez AL, Love DM, Avery GN, Sharman MJ, Kraemer WJ. Effect Of a High-Fat Diet On Postabsorptive And Post Prandial Testosterone Responsen To A Fatrich Meal, Metabolism, vol: 50, No:11,2001:1351-1355.

128. Wahl P, Zinner C, Achtzehn S. Effect Of High- And Low-İntensity Exercise And Metabolic Acidosis On Levels Of Gh, Igf-I, Igfbp-3 And Cortisol, Growth Hormone,Volume: (20)5,2010: 380-385.

129. Weinstein, Y., Bediz, C., Dotan, R. ve Falk, B. Reliability of Peak Lactate, Hearth Rate and Plasma Lactate Volume Following the Wingate Test. Israel Sports Authority, Ministry of Education, Culture and Sport, 1998.

130. Weiss LM, Cureton KJ, Thompson FN. Comparison Of Serum Testosterone And Androstenedione Responses To Weight Lifting İn Men And Women, Eur.J. Appl Physiol 50,1983: 413-9.

131. Wheeler GD, Singh M, Pierce WD, Epling WF, Cumming DC. Endurance Training Decreases Serum Testosterone Levels In Men Without Change İn Luteinizing Hormone Pulsatile Release. J Clin Endocrinol Metab 72(2),1991: 422-425.

132. Who. Energy and proteinreguirementss, Technical Report Series VVorld Health Organization Geneva 1985;724.

133. Woodhouse LJ, Mukherjee A, Shalet SM, Ezzat S. The infuluence of growth hormone status on phsical impairments, functional limitations and health-related quality of life adults. Endocrine reviwes. Doi:10.1210/er.2004-0022,2006.

134. Yesalis CE, Courson SP, Wright JE. History Of Anabolic Steroid Use İn Sport And Exercise, In; Yesalis C.E. ed. Anabolic Steroids in Sports and Exercise. Champaign, IL: Human Kinetics,2000:51-71.

135. Yesalis CE, Wright JE, Lombordo JR. Anabolic-Androgenic Steroids; A Synthesis Of Existing Data And Recommendations For Future Resarch. Clinical Sports Medicine,1989:109-134.

136. Yesalis CE. Anabolic Steroids İn Sports And Exercise: Human Kinetics Publisher printed in the USA,1993: 89-120.

137. Yıldız S. Aerobik ve Anerobik Kapasitenin Anlamı Nedir?, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, 2012.

138. Yılmaz B. Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi, Feryal matbacılık 1. basım, Ankara,1999: 40-53

139. Zitzmann M, Nieschlag E. Testosterone Levels In Healthy Men And The Relation To Behavioural And Physical Characteristics: Facts And Constructs. Eur J Endocrinol. Mar;144(3),2001:183-97.

9. EKLER

EK –A

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEKOKULU
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı

17.01./2013

Karar Sayısı: 2014/04

Sayın: **Doç.Dr. Mehmet KILIÇ**
Selçuk Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Selçuklu/KONYA

"Farklı Branşlardaki Sporcularda Anaerobik Egzersizin Bazı Hormon Düzeylerine Etkisi" başlıklı tez projesi öneriniz incelenmiş ve Yüksekokulumuz Girişimsel Olmayan Etik Kurul Yönergesine uygunluğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Doç.Dr. Şükrü Serdar BALCI
Başkan

Doç.Dr.Erkan Faruk ŞİRİN
Üye

Doç.Dr.Mehibe AKANDERE
Üye

Yrd Doç.Dr. Sultan HARBİLİ
Üye

Doç.Dr.Serkan REVAN
Raportör

1- Etik kurul kararları Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yuksekokulu "Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Yönergesi"ne göre verilmektedir.
2-Etik kurul kararları danışma niteliğindedir, üyeler projeler hakkında verdikleri kararlardan dolayı idari ve cezai sorumluluk taşımaz.
3-Projenin yürütülmesi sırasında oluşacak olumsuzluklarda proje yürütücüleri sorumludur.

S.Ü. BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEKOKULU TEL: (0332) 241 00 41 FAX: (0332) 241 16 08 KAMPÜS/KONYA

10. ÖZGEÇMİŞ

15 Ağustos 1982 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Elazığ'da tamamladı. 2010 yılında Selçuk Ünüversitesi Beden ve Eğitimi ve Spor Yöneticiliği bölümünden mezun oldu. Öğrenim süresi içerisinde I. Kademe Badminton Antrenörlük belgesini almaya hak kazandı. 2011'de Selçuk Ünüversitesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Yükseklisans öğrenimmine başladı.