SEZGİN KOCA

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ

2022

T.C.
BURSA ULUDAĞ
ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ SPOR
BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI

EGZERSİZİN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİSİ: SİSTEMATİK DERLEME

SEZGİN KOCA

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

BURSA-2022

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI

EGZERSİZİN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİSİ: SİSTEMATİK DERLEME

SEZGİN KOCA

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

DANIŞMAN:
Prof. Dr. Şerife VATANSEVER TAYŞİ

BURSA-2022

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYANI

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum
"Egzersizin Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi: Sistematik Derleme" adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırladığımı ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

10/02/2022

Sezgin KOCA

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

10/02/2022

Adı Soyadı: Sezgin KOCA

Anabilim Dalı: Antrenörlük Eğitimi

Tez Konusu: Egzersizin Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi: Sistematik Derleme

ÖZELLİKLER	**UYGUNDUR**	**UYGUN DEĞİLDİR**	**AÇIKLAMA**
Tezin Boyutları	X	❑	
Dış Kapak Sayfası	X	❑	
İç Kapak Sayfası	X	❑	
Kabul Onay Sayfası	X	❑	
Sayfa Düzeni	X	❑	
İçindekiler Sayfası	X	❑	
Yazı Karakteri	X	❑	
Satır Aralıkları	X	❑	
Başlıklar	X	❑	
Sayfa Numaraları	X	❑	
Eklerin Yerleştirilmesi	X	❑	
Tabloların Yerleştirilmesi	X	❑	
Kaynaklar	X	❑	

DANIŞMAN ONAYI

Unvanı Adı Soyadı: Prof. Dr. Şerife VATANSEVER

İmza:

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak
İç Kapak
ETİK BEYANI ..... **ii**
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
TÜRKÇE ÖZET ..... **vi**
İNGİLİZCE ÖZET ..... **vii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL BİLGİLER **3**
2.1. Egzersiz **3**
2.1.1. Egzersizin Tanımı **3**
2.1.2. Egzersiz Türleri **4**
2.1.2.1. Aerobik Egzersiz **4**
2.1.2.1.1. Maksimal Oksijen Tüketim Kapasitesi ($MaxVO_2$) **5**
2.1.2.1.2. Kalp Atım Sayısı **6**
2.1.2.1.3. Algılanan Zorluk Derecesi **6**
2.1.2.2. Anaerobik Egzersiz **6**
2.2. Bağışıklık Sistemi (İmmün Sistem) **7**
2.2.1. Lökositler **8**
2.2.1.1. Bazofiller **9**
2.2.1.2. Eozinofiller **9**
2.2.1.3. Nötrofiller **10**
2.2.1.4. Lenfositler **10**
2.2.1.4.1. T Lenfositleri **11**
2.2.1.4.2. B Lenfositleri **12**
2.2.1.5. Monositler **13**
2.2.2. HCT (Hematokrit) **13**
2.2.3. Doğal Bağışıklık Sistemi **13**
2.2.4. Edinsel Bağışıklık Sistemi **14**
2.2.4.1. İmmünoglobulinlerin Sınıflandırılması **16**

2.3. Egzersiz ve Bağışıklık Sistemi **17**
2.3.1. Akut Egzersiz ve Bağışıklık Sistemi **21**
2.3.2. Kronik Egzersiz ve Bağışıklık Sistemi **23**
3. GEREÇ ve YÖNTEM **25**
3.1. PRISMA Bildirgesi **25**
3.2. Sistematik Derleme **25**
3.3. Çalışmaya Dahil Edilme Ölçütleri **26**
3.4. Çalışmaya Dahil Edilmeme Ölçütleri **26**
4. BULGULAR **29**
4.1. Sistematik Derlemeye Dahil Edilen Araştırmaların Genel Özellikleri **29**
4.2. Sistematik Derlemeye Dâhil Edilen Araştırmalar **51**
5. TARTIŞMA **95**
5.1. Yüksek Şiddetli Antrenmanlar İmmün Sistem Üzerinde Nasıl Sonuçlara Yol Açar? **101**
6. SONUÇ ve ÖNERİLER **105**
6.1. Araştırmacılara Öneriler **106**
7. KAYNAKLAR **108**
8. SİMGELER, KISALTMALAR ve TANIMLAR **116**
TEŞEKKÜR **120**
ÖZGEÇMİŞ **121**

TÜRKÇE ÖZET

Bu çalışmanın amacı farklı katılımcı özellikleri (genç, yetişkin, yaşlı) üzerinde yapılan farklı egzersiz türlerinin (aerobik, anaerobik, akut, kronik) bağışıklık sistemi (lökositler, sitokinler, interlökinler, tümör nekroz faktörü alfa vb.) üzerindeki etkilerini sistematik olarak incelemektir.
Sistematik derlemede, PRISMA bildirgesi rehber alınmıştır. Literatür taraması PubMed ve Google Scholar veri tabanlarında yapılmıştır.
Çalışmaların incelemesi sonucunda, kronik egzersizin immün sistem üzerinde olumlu ekliler ortaya koyduğu görülmüştür. Düzenli olarak yapılan orta şiddetteki (%55-65 $MaxVO_2$) kronik egzersizler kan dolaşımını desteklemekte, immün sistem biyobelirteçlerini (lenfositler, NK hücreleri, immünoglobulin [IgA, IgG…]) %40' a varan oranlarda arttırmaktadır. Akut egzersizler ise geçici etkiler yaratarak egzersiz sonrası bağışıklık biyobelirteçlerini arttırmaktadır. Fakat egzersiz bitimini takip eden 6-24 saat aralığında bu değerlerin eski seviyelerine döndüğü görülmektedir. Yüksek şiddetlerde (%80 $MaxVO_2$ ve üstü) yapılan akut egzersiz sonrası bağışıklık sistem biyobelirteçleri baskılanmakta ve bu değerlerin egzersiz öncesi değerlerinin de altına düştüğü durumlar görülebilmektedir. Bu durum da enfeksiyonlara karşı direnci azaltmaktadır.
Bu sistematik derlemeye; 14 randomize kontrollü çalışma, 10 deneysel çalışma ve 1 tane de inceleme çalışması olmak üzere toplam 674 katılımcıya sahip (541 erkek ve 133 kadın) 25 çalışma dâhil edilmiştir. Akut ve kronik egzersizlerin bağışıklık parametrelerini değiştirebileceği görülmüştür. Düzenli yapılan aerobik ve anaerobik egzersizler, bağışıklık parametrelerini arttırmaktadır. Akut ve/veya uzun süre yapılan (90 dk ve üstü) egzersizlerin bağışıklık sistemini olumsuz yönde etkileyebileceği görülmektedir. Ancak bu durumun geçerlilik kazanması için uzun süreli, büyük örneklemli daha çok randomize kontrollü çalışma yapılması gerekmektedir. Sistematik derlememizin bulguları bu konuda yapılacak çalışmalar için yol gösterici olabilir.

Anahtar kelimeler: Bağışıklık Sistemi, Akut Egzersiz, Aerobik Egzersiz Anaerobik Sistem, Kronik Egzersiz.

İNGİLİZCE ÖZET

The Effect of Exercise on the Immune System: A Systematic Review

The aim of this study is to systematically examine the effects of different types of exercise (aerobic, anaerobic, acute, chronic) performed on different participant characteristics (young, adult, old) on the immune system (leukocytes, cytokines, interleukins, tumor necrosis factor alpha, etc.).
In the systematic review, the PRISMA statement was taken as a guide. Literature search was done in PubMed and Google Scholar databases.
As a result of the examination of the studies, it has been observed that chronic exercise has positive effects on the immune system. Regular moderate (55-65% MaxVO_2) chronic exercises support blood circulation and increase immune system biomarkers (lymphocytes, NK cells, immunoglobin [IgA, IgG…]) up to 40%.
Acute exercises, on the other hand, create temporary effects and increase post-exercise immune biomarkers. However, it is seen that these values return to their previous levels between 6-24 hours following the end of the exercise. Immune system biomarkers are suppressed after acute exercise at high intensities (80% MaxVO_2 and above) and situations where these values fall below pre-exercise values may be observed. This situation also reduces the resistance against infections.
This systematic review; Twenty-five studies with a total of 674 participants (541 men and 133 women) were included, including 14 randomized controlled trials, 10 experimental studies, and 1 review study. It has been observed that acute and chronic exercises can change immune parameters. Regular aerobic and anaerobic exercises increase immune parameters. It is seen that acute and/or long-term (90 minutes and more) exercises may adversely affect the immune system. However, more randomized controlled studies with long-term, large samples are required for this situation to be valid. The findings of our systematic review may be a guide for further studies on this subject.

Keywords: Immune System, Acute Exercise, Aerobic Exercise, Anaerobic System, Chronic Exercise.

1. GİRİŞ

Günümüzde spor ve egzersiz yapmak yaygın bir sosyal aktivite olarak karşımıza çıkmaktadır. Egzersizler fiziksel yeterlilik seviyesini arttırmakta ve sağlık durumu üzerinde faydalı olmaktadır. Egzersiz, bilimsel temellere ve verilere uygun bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Aynı zamanda egzersiz, hastalıklardan korunmada da etkili olmaktadır. Düzenli olarak yapılan egzersizler, kalp damar hastalıklarını yaşama riskini azaltmakta, obeziteyi önlemekte, hipertansiyon üzerinde olumlu etkiler sağlamakta, bağışıklık parametrelerini arttırarak kanser gibi hastalıkların olumsuz özelliklerini azaltabilmektedir. Egzersizin kan değerleri üzerinde etkilerini ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır. Egzersizin tipi ve yoğunluğu kan değerlerini etkilemektedir (Kılıç, 2004).

Egzersiz, insanların sağlık durumlarının geliştirilmesinde ve geliştirilmiş olan sağlık durumunun devamlılığının sağlanmasında etkili olmaktadır. Egzersizlerin vücuda yarar sağlaması için fizyolojik temellere dayandırılması gerekmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından egzersiz, insan vücudunun karşı karşıya kalmış olduğu stres şeklinde tanımlanmaktadır. Kişinin vücudu bu strese karşı hem hormonal hem de immunolojik bazı fizyolojik tepkiler geliştirmektedir. Sporcuların başarı sağlayıp bu stresle başa çıkabilmeleri için optimal performansın hedeflenmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, sağlık kavramını da içinde barındıran optimal antrenman terimi ortaya çıkmaktadır (Leutholtz ve ark., 2001).

Egzersizin düzenli uygulanması sonucunda kişilerin fiziksel uygunluk seviyesinde artış gözlenmektedir. Egzersizler kişilerin, belirli hastalıklardan korunmasında ve belirli hastalıkların tedavilerinde kullanılmaktadır. Sonuç olarak, düzenli egzersizlerin kişinin sağlık durumunu olumlu yönde etkilendiği belirtilmektedir (Hazar, & Ateşoğlu 2004).

Düzenli olarak yapılan egzersizler, organizmanın bütün sistemlerini olduğu gibi bağışıklık sistemini de olumlu olarak etkilemektedir (Hazar, & Ateşoğlu 2004).

Egzersizlerin bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri son yıllarda birçok araştırmaya konu olmuştur. Akut ve kronik egzersiz sonrasında bağışıklık sisteminde oluşan değişiklikler farklı olmaktadır. Egzersizin; bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri, bu egzersizlerin yoğunlukları ve kişilerin fiziksel özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Hafif ve orta şiddetli egzersizler ile bireylerin bağışıklık sistemleri güçlenirken yoğun egzersizler ile ise bağışıklık sistemi baskılanabilmektedir (Tvede ve ark., 1993).

Son yıllarda yapılan çalışmalar incelediğinde; önemli yarışmalar ve öncesinde elit sporcuların, solunum yolu enfeksiyonlarına karşı hassas oldukları görülmüştür. Bu hassasiyet bozulan immün fonksiyonlarına işaret etmektedir, fakat yapılan çalışmalara bakıldığında bu konuyla ilgili bir bağlantı kurulamamıştır. Yapılan çalışmalarda çıkan sonuç; egzersizin hacmi, fiziksel uygunluk düzeyi ve egzersizin şiddetine göre bağışıklık geliştirilebilmekte veya baskılanabilmektedir (Gleeson, 1995).

Yapılan çalışmalarla ortaya çıkan sonuçların birbirleriyle bağlantılı olmamasının nedeni konuyla ilgili az sayıda araştırma olması ve benzer egzersiz türleriyle ilgili araştırmalar yapılmasıdır. Bu sistematik derleme, farklı tür ve şiddetteki egzersizlerin bağışıklık sistemi üzerindeki etkisini incelemeyi ve yeni yapılacak araştırmalara yol göstemeyi amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Egzersiz

İnsanın yaşam tarzında yapacağı bazı değişiklikler bağışıklık sistemini daha güçlü hale getirebilir. Bu değişiklikler; sigara içmemek, sağlıklı kiloyu korumak, alkolden kaçınmak, yeterince uyumak, stresi en aza indirmek, kaliteli ve dengeli beslenmek ve bunların en önemlilerinden biri de düzenli egzersiz yapmaktır (Biddle, 1995).

Egzersiz, eklem ve kas fonksiyonlarının kullanılarak kalp ve solunum hızını artıran ve farklı şiddetlerde yorgunlukla sonuçlanan etkinlikler olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda oyun ve gün içinde yapılan günlük etkinlikler de egzersiz olarak kabul edilmektedir (Tel, 2017).

2.1.1. Egzersizin Tanımı

Fiziksel aktivite, bazal metabolizmanın üstünde enerji harcaması gerektiren, kas ve eklemleri kullanarak oluşturulan hareket olarak tanımlanmaktadır. Egzersiz, fiziksel aktivitenin bir alt kümesidir. Egzersiz; "planlı ve programlı yapılan, fiziksel uygunluğun ilkelerini geliştirmeye ya da korumaya yönelik olarak yapılan tekrarlı vücut hareketlerine denir" (Biddle, 1995).

Egzersiz bilim insanları tarafından doğrulanmıştır. Hoffman' ın 2017 yılındaki araştırmasında egzersiz "Organizmada, fonksiyonel ve morfolojik değişimleri oluşturan ve bireyin verimini artırması ile belirli zaman dilimi içerisinde uygulanan yüklenmelerin bütünü" şeklinde tanımlanmıştır. Egzersiz hareketsiz bireyler için hayat boyu yapılacak bir etkinlik olarak fiziksel sağlığın zinde tutulması, bağışıklığın korunması gibi amaçlarla bir plan program çerçevesinde yapılan düzenli fiziksel aktiviteler olarak tanımlanmaktadır (Polat, 2004).

Egzersiz, planlanmış hareketlerin kişinin performans ve kapasitesini yükseltmek amacı

ile yaptığı aktivitelerdir. Egzersizin temel amacı; BKİ (Beden Kitle İndeksi) yi, kalp atış ritmini dengelemek, kuvveti ve dayanıklılığı arttırmak, kas eklem hareketlerini rehabilite etmektir. Bunların hepsi sağlığımız için yararlıdır ve her birey mutlaka egzersiz yapmalıdır (Tel, 2017).

2.1.2. Egzersiz Türleri

Tüm egzersizleri aerobik ve anaerobik egzersiz çatısı altında toplamak mümkündür. Aerobik enerji sistemi kullanılarak yapılan egzersizler metabolizmanın oksijen taşıma, kullanma ve dayanıklılık becerilerinin gelişimini sağlarken anaerobik egzersizler kasların çalışma kapasitesini oluşturan sürat, kas gücü ve patlayıcı kuvvet gibi parametreleri geliştirmeye yardım eder.

Egzersiz ile fiziksel uygunluk hedeflenmektedir ve bu fiziksel uygunluğun devamlılığını sağlamak için bedensel aktivitelerin devam ettirilmesi gerekmektedir. Egzersizin insanların vücuduna olan etkileri kullanılan oksijen miktarına göre farklılık göstermektedir. Aerobik egzersizler, kaslar için daha fazla oksijen gerektirdiğinden, kalp ve akciğer normalden daha fazla çalışmak durumunda kalır. Aynı zamanda aerobik egzersizlere kardiyak fonksiyonlar daha fazla gelişmektedir. Aerobik egzersizlere; bisiklet, koşma, yüzme, tenis gibi aktiviteleri örnek gösterebiliriz (Wilmore, 2003).

2.1.2.1. Aerobik Egzersiz

Aerobik egzersiz, aerobik sistemlerini ve kardiyorespiratuvar sistemlerini kullanarak bu sistemlerin kapasitelerinin ve verimliliğinin arttırılması sağlayan egzersizlerdir. Başka bir ifadeyle, insan vücudunda bulunan büyük kas gruplarının katılımı ile yapılan ve kalp hızını artıran aktiviteler aerobik egzersizler olarak tanımlanmaktadır. Aerobik egzersizler temel olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; şiddet, sıklık ve süre şeklindedir. Aerobik egzersizlerde şiddetin ayarlanmasında üç kriter bulunmaktadır. "Bu kriterler; maksimum oksijen kullanımı, kalp atım sayısı ve algılanan zorluk derecesi şeklindedir. Maksimum oksijen kullanımı, kullanılabilecek en yüksek seviyede oksijen miktarı şeklinde açıklanmaktadır. İnsanlara verilen işlerin giderek artması ile kullanılan

oksijen miktarı da artış göstermektedir. Sonunda ise öyle bir noktaya gelinir ki, yapılan iş artsa bile oksijen kullanımında artış sağlanamaz. Bu noktada, kişinin kullanmakta olduğu oksijen maksimal seviyededir. Bu durum, kişinin aerobik egzersiz yapabilme kapasitesinin ortaya koymaktadır" (Beltz ve ark., 2016).

2.1.2.1.1. Maksimal Oksijen Tüketim Kapasitesi ($MaxVO_2$)

$MaxVO_2$, insan vücudunun bir dakikada harcayabildiği en yüksek O_2 miktarıdır. Bu aerobik kapasite olarak bilinir. Bu kapasitenin % 80 gibi büyük bir kısmı genetik faktörlerce belirlenir. 13 yaşından önceki kız ve erkek çocuklarında $MaxVO_2$ değerleri arasında çok büyük bir fark yoktur. Kadınlar en yüksek $MaxVO_2$ kapasitesine 14-16 yaş arasında, erkekler ise 19 yaşlarında erişirler. 30 yaşından sonra sedanter bireylerde $MaxVO_2$ değerinde düşme görülür ve erkekler kadınlara göre performans kapasitelerini daha hızlı kaybederler. Fakat antrenman yaparak bu $MaxVO_2$ değerini yüksek tutmak mümkündür (Çetinbaş, 2002; Sönmez, 2002).

"Maksimum oksijen tüketimi kapasitesini ifade etmek için kullanılan "$MaxVO_2$" kısaltmasındaki, max = maksimum, V= volüm (hacim), O_2= oksijen anlamındadır. Bu nedenle $MaxVO_2$, bir dakikada kullanılan maksimum O_2 miktarını ifade eder. $MaxVO_2$ aerobik enerji sisteminin, fonksiyonel güç kapasitesinin en geçerli ölçüm yöntemidir. Oksijen tüketimi, dakikada litre olarak (L/dak), veya dakikada mililitre olarak (ml/dak) veya vücudun her kilogramı başına dakikada harcanan O_2 miktarı mililitre olarak (ml/kg/dak) olarak ifade edilebilir. L/dak, vücudun ağırlığı dikkate alınmadan kullanılan mutlak bir ifadedir; ml/kg/dak ise daha göreceli bir ifadedir ve kişinin vücut ağırlığı da dikkate alınarak hesaplandığı için, kişiler arasında olabilecek farklılıkları daha anlamlı ortaya koyar. Vücut ağırlığı değişikliğinden veya antrenman durumundaki değişiklikten kaynaklanabilecek durumlar bu şekilde daha iyi değerlendirilebilir" (ACSM, 1993; Bowers ve ark., 1988; Sönmez, 2002).

2.1.2.1.2. Kalp Atım Sayısı

Kalp atım sayısı, yapılan egzersizin şiddeti arttıkça artış göstermektedir. Kalp debisini oluşturan kalp atım hızı egzersizlerin şiddetini belirlemede bir araç olmaktadır.

2.1.2.1.3. Algılanan Zorluk Derecesi

Egzersizlerin şiddetini belirlemek adına kullanılan bir materyaldir. Kişinin, egzersizlerde ne kadar zorlanmakta olduğu tablolarda bulunan basamaklara bakılarak yorumlanmaktadır (Esten, 2012) (Tablo 2.1.)

Tablo 2.1. Algılanan Zorluk Derecesi Tablo Örneği

Derece	Algılanan Efor
6	Çok çok hafif
7	Çok hafif
8	Oldukça hafif
9	Hafif
10	Biraz zor
11	Zor
12	Çok zor
13	Çok çok zor

2.1.2.2. Anaerobik Egzersiz

Anaerobik egzersizler, kısa süre içerisinde yoğun şiddetli işlerin ortaya konmasını gerektiren fiziksel aktiviteler olarak açıklanmaktadır. Bu egzersizler maksimal veya supramaksimal (maksimal üstü) seviyede yapılmaktadır. Egzersiz sırasında, kişinin oksijen seviyesi yetersiz gelmekte ve kastaki anaerobik enerji sistemleri devreye girmektedir. Anaerobik egzersiz sırasında, kaslarda anaerobik enerji sistemleri kullanılmaktadır. Bu durum anaerobik kapasite olarak açıklanmaktadır. Bu egzersiz sırasında yapılan işlerin birim zaman içerisindeki değerine anaerobik güç denmektedir. Anaerobik güç, patlayıcı güçlerin ortaya konmasını belirtmektedir. Kanda bulunan laktat düzeyi, anaerobik gücün ölçülmesinde kullanılmaktadır (Mcardle, & Jackson 2000).

Sportif aktivitelerdeki hareketliliğin elde edilmesinde metabolik süreçler etkili olmaktadır. Egzersizlerin şiddetinin artması ile kaslara gelen O_2 düzeyi azalmaya başlar ve enerji metabolizması anaerobik sisteme geçer. Bu geçişe ilk başlanan yer anaerobik eşik olarak tanımlanmaktadır. Bu eşiğin altında kalan egzersizler aerobik, üstünde olan egzersizler ise anaerobik olarak açıklanmaktadır (Spencer ve ark.,2005).

2.2. Bağışıklık Sistemi (İmmün Sistem)

İmmün, serbest anlamına gelen Latince bir kelimeden türetilmiştir. Bu yüzden immün sistemin işlevi, bizi bakteri ve hastalıklara sebep olabilen virüs gibi mikroorganizmalara karşı serbest tutmaktır (Devries, & Housh 1994).

Bağışıklık sistemi (İmmün Sistem), organizmayı olası mikroorganizma istilalarına karşı korumak, hastalığı önlemek, işlevini yitirmiş hücrelerin onarılması ya da imhasını gerçekleştirmek ve yara iyileşmesini sağlamak için hareket eden hücreler ve moleküller arasındaki karmaşık bir etkileşimdir. Bağışıklık hücrelerinin bazıları doğuştan gelirken bazıları ise sonradan çeşitli yollarla (aşılama, hastalığı geçirme vb.) edinilmektedir. Sistemin kendisi, genel bağışıklık tepkisi üzerinde sinerjik olarak hareket eden 2 ana gruba ayrılmıştır: "Doğuştan gelen sistem (fagositler ve doğal öldürücü hücreler) ve edinsel sistem (B ve T hücreleri)." Savunma sistemleri arasındaki iletişim, savunma tepkileri üretmek için etkileşime giren sitokinler ve diğer haberciler (Simpson ve ark., 2015) aracılığıyla gerçekleştirilir.

Bağışıklık sistemi, benzersiz işlevlere sahip olan sayısız hücre popülasyonlarından oluşmaktadır. Bağışıklık hücreleri, insan vücudunun her yerinde görev alır. Dolayısıyla da bu sistem; beslenme, egzersiz, uyku gibi birçok faktörden etkilenmektedir. İmmün sistemde bulunan hücrelerin fonksiyonlarının azalması, bulaşıcı hastalıklara karşı duyarlılığı arttırmaktadır. Bağışıklık sistemi dediğimiz adeta vücudun güvenlik gücü olan bu sistem; merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler sistem ve sindirim sistemi arasında bir etkileşim aracı olarak görev yapmaktadır (Sattlers, & Rosenthal 2016).

İmmün sistem, organizmaları iç ve dış zararlı etkenlerden lenfositler ve makrofaj

hücreleri ile korumaya çalışmaktadır (Berkarda, 2003). Vücudumuz, farklı mikroorganizma ve bozulmuş hücrelerle savaşmak için özel bir sisteme sahiptir. Bu sistem kandaki lökositler ve lökositlerden kaynaklanan doku hücrelerinden oluşmuştur. Bu hücreler bir arada çalışarak, iki yolla hastalıkları önlerler. Bunlardan biri mikropları fagositoz ile yok etmek, bir diğeri antikorlar ve duyarlı lenfositler oluşturarak yayılmacı ajanları parçalamak (Guyton, 1987).

2.2.1. Lökositler

Lökositler vücudun savunma sisteminin hareketli birimleridir. Taze kan frotilerinde renksiz, parlak protoplazmaları düzenli olmayan parçacıklar olarak görünürler. Hücre zarları yoktur, stoplazma ve çekirdekten oluşmuştur. Kırmızı kemik iliklerinde üretilirler. Yetişkin bir erkeğin 1 mm^3 kanında yaklaşık 7000 lökosit bulunur (Günay, 1998). Vücut tarafından yapılan tüm faaliyetler lökosit sayısını arttırır. Güneşte aşırı süre kalma, yüksek bir yere çıkma, deniz seviyesinden aşağılara inme gibi olaylar lökosit sayısını arttıran etmenlerdendir. Kandaki lökosit sayısının artmasına lökositoz, azalmasına ise lökopeni denir (Bezci, 2007). Kanda normalde altı çeşit akyuvar vardır. Bunlar polimorfonükleer nötrofiller, polimorfonükleer eozinofiller, poliformonükleer bazofiller, monositler, lenfositler ve seyrek olarak plazma hücreleridir.

Lökositlerin kandaki yüzdelik oranları aşağıdaki gibidir (Guyton, 1988).
Granülositler;

- Bazofiller % 0,4
- Eozinofiller % 2,3
- Nötrofiller % 62,0

Agranülositler;

- Lenfositler % 30,0
- Monositler % 5,3

Nötrofil ve makrofajlar fagositoz yoluyla yayılmacı mikroorganizmaları yok ederler. Eozinofiller zayıf fagositlerdir ve kemotaksi (organizmanın kimyasal bir uyarana karşı

tepki olarak gösterdiği harekettir) gösterirler. Eozinofiller esas olarak parazit enfeksiyonu görülen kişilerde sıklıkla ve çok miktarda üretilirler. Mast hücreleri ve bazofiller kanın pıhtılaşmasını önleyen bir madde olan "heparin" salgılarlar. Ayrıca bu hücreler histamin, seratonin ve az miktarda bradikinin de salgılar (Guyton, 1987).

2.2.1.1. Bazofiller

Bazofiller, kan akışını heparin ve histamin salgılayarak hızlandırır. Bu da enfeksiyonlu bölgeye daha fazla lökosit taşınmasını sağlar (McLaughlin ve ark., 2007). Dolaşımdaki bazofiller, büyük mast hücrelerine benzerler. Hem bazofiller, hem de mast hücreleri, kanın pıhtılaşmasına engel olan heparini salarlar. "Mast hücreleri ve bazofiller, histamin ve kısmi miktarda bradikinin ve seratonin de salarlar. Gerçekten de inflamasyon sırasında bu maddeleri serbestleştiren temel hücreler inflamasyonlu dokudaki mast hücreleridir." Mast hücreleri ve bazofiller alerjik reaksiyonların bazı tiplerinde ciddi öneme sahiptirler (Guyton, 2001). Her 1000 lökositten 4'ü bazofildir. Enfeksiyonların iyileşme sürecinde ve uzun süreçli iltihaplanmalarda sayıları artar. Ayrıca bazofiller alerjik reaksiyonlarda da sürece dahil olurlar (Noyan, 2011). Bazofiller, sayıca az olduklarından dolayı vücut savunmasındaki ve alerjik reaksiyonlardaki görevleri tam bilinmemektedir (Aktaş, 2013).

2.2.1.2. Eozinofiller

Parazit ve alerjik reaksiyon gibi saldırılarda savunma görevi eozinofillerdedir (Mclaughlin ve ark., 2007). Kanda, lökositlerin %2-5'i eozinofillerden oluşur. Nötrofiller tarafından yutulamayan büyük parazitleri öldürmeyle görevlendirirler. Yüzeyinde bulunan algılayıcılar sayesinde parazite tutunurlar ve peroksidaz ve bazik yapıda bazı toksit maddeleri parazitin içine salgılayıp paraziti yok ederler (Lydyard ve ark., 2011). Eozinofiller genel olarak zayıf fagositlerdir ve kemotaksi gösterirler. Bu yok edici hücreler, alerjik reaksiyonların olduğu dokularda toplanma eğilimindedirler (Guyton, 2001). Eozinofillerin major bazik protein yapısı doku hasarı ve organ yetmezliğinden sorumludur. Eozinofiller ayrıca histaminaz, aril sülfataz, fosfolipaz D gibi iltihaplanma karşıtı enzimleri bünyesinde bulundururlar (Gültekin ve ark., 1996).

Kemik iliğinden kökleşmiş olan eozinofillerin olgunlaşmasında GM-CSF, IL-3 ve IL-5 temel bir etkendir. Bir iltihaplanma sonucu bazı vücut mukozalarında eozinofillerin sayılarının arttığı gösterilmiştir (Aktaş, 2013).

2.2.1.3. Nötrofiller

Nötrofiller; iltihapta, darbeye bağlı enfeksiyonlarda mikroorganizmalara saldıran ilk hücrelerdir. Çok loblu çekirdeğe sahip olmasından ötürü doku kesitlerinde görülmeleri daha kolaydır (McLaughlin ve ark., 2007). Nötrofillerin yüzeyinde, patojenleri öldürücü etkiye sahip süperoksit radikalleri oluşur. Bu süperoksitlerin, patojen dokularını ve hücrelerini eritip DNA ve kollajen gibi moleküllerin yapısını değiştirdikleri düşünülmektedir (Gültekin ve ark., 1996). "Dokulara giren nötrofiller, artık olgunlaşmış hücreler oldukları için bir an önce fagositoza yani yutma işlemine başlayabilirler. Fagosite edilecek yayılımcı organizmaya yaklaşınca nötrofil önce partiküle temas eder ve sonra partikül etrafında her yöne doğru geçici uzantılar (psödopotlar) uzatır. Karşılıklı olarak psödopotlar birbiriyle kaynaşır. Böylelikle içerisinde fagosite edilen partikülü bulunduran kapalı bir bölüm meydana getirir. Ardından bu bölme sitoplazmik kavitenin içine doğru çöker ve hücre membranından ayrılarak sitoplazma içinde serbest olarak yüzen fagositik vezikül meydana getirmiş olur (Guyton, 2001)." Nötrofiller yutma sırasında enerji kaynağı olarak glikojeni kullanırlar (Özand ve ark., 1974). Nötrofiller, dolaşımdaki lökositin büyük kısmını (%50-60'ını) oluştururlar. Septik saldırılar, çeşitli iltihaplanmalar ve yangı gibi süreçlerde bağışıklık sistemini destekleyip (Pedersen, 2000).

2.2.1.4. Lenfositler

Bağışıklık sisteminde 2 tip lenfosit vardır: " T ve B lenfositleri." T lenfositleri, hücre içi savunmada, B lenfositleri ise hümoral ya da hücre dışı savunmada görev alırlar. Antijenlere karşı lenfositlerce oluşturulan maddelere antikor adı verilir (Bozdoğan, 2000). Lenfositler vücutta bir yerden başka bir yere gitmek için kan damarlarını ve lenf sistemini kullanırlar. Lenfositler, karşılaştıkları antijene göre tepki üreten ve doğuştan gelmeyen bağışıklık sistemi birimleridir. Lenfositler çoğaldıkları hücrelerle aynı özelliği

gösterirler ve sadece tek bir antijene odaklı çalışırlar (Camcıoğlu, 2013). Değişikliğe uğramamış lenfositler kemik iliğinde üretilir. Daha sonra bu lenfositler kana geçerek farklılaşacakları bölgelere götürülürler (Noyan, 2011). Ortaya çıkışlarına göre iki tür lenfosit vardır: "Doğal katil hücreler, B ve T hücreleri." Kısaca NK (*Naturel Killer*) diye yazılan doğal katil hücreler, doğuştan gelen immün sisteminin bir parçasıdır. Küçük lenfosit hücreleri (B ve T) gibi antijen algılayıcılarına sahip değildirler (Janeway ve ark., 2007). T hücreleri kan lenfositlerinin % 70 kadarını, B hücreleri de % 20-25 kadarını oluşturur (Berkarda, 2003).

2.2.1.4.1. T Lenfositleri

Kemik iliğinde üretilip kana karışan lenfositlerden bazıları Timüs bezine gelerek burada çoğalırlar ve T lenfositlerini oluştururlar. T lenfositlerindeki 'T' harfi Timüs bezinin baş harfinden gelir (Noyan, 2001). Antijenin bağlanması ve uyarı iletiminin gerçekleşmesi T hücresi reseptörünü aktif hale getirir. B hücreleri çözünmüş antijenlere tepki verirken T hücreleri diğer hücrelerin dış zarında bulunan küçük peptid yapıları vasıtasıyla aktif olurlar (Abbas, & Lichtmen 2005).

Epitel dokularda oluşturulan T lenfositler antijene karşı baskılayıcı ve sitotoksik tepki gösterir (Baysal, 2002). T hücreleri, hücre içi bağışıklıktan sorumludurlar. T hücreleri lenf bezlerinin para-kartikal bölgelerinde, dalağın perivasküler bölgelerinde ve sindirim kanalının duvarında küçük odaklar halinde bulunur. "T lenfositleri CD3 yüzey molekülünü ve özgün bir membran antijen reseptörü taşıyan hücrelerdir. Bunların iki önemli görevi vardır ve bu nedenle helper ve supresor hücreler olmak üzere ikiye ayrılırlar (Berkarda, 2003).

Supresor (baskılayıcı) hücreler (T8), baskılayıcı T lenfositleri; çoğunlukla immün sistemin herhangi bir antijene verdiği cevabın durdurulmasında görevlidirler (Erganiş ve İstanbulluoğlu 2002). Sitotoksik T lenfositleri, makrofaj ya da B lenfositleri gibi arada herhangi bir hücre veya mediatör madde olmadan, virüs, kanserli hücre, allograft gibi antijenlere öldürücü tepki gösterirler (Erganiş, & İstanbulluoğlu 2002). Sitotoksik T hücreleri, diğer T hücrelerinden bu hücrelerin fonksiyonlarının belirlenmesine ve aynı

zamanda tanımlanmasına yardım eden, kendi yüzeylerinde farklı bir CD reseptörlerinin bulunmasıyla ifade edilir (Thompson, 2015).

Sitotoksik T lenfositleri (CTL) ve doğal öldürücü (NK) hücreler, viral enfeksiyonlar ve tümör dönüşümüne karşı savunma sağlayan öldürücü lenfositlerdir (Levinson ve ark., 2016).” Helper hücrelerinin (T4), yüzeyinde CD4 proteini bulunur. Bu hücreler antijenlere bağlandıktan sonra antikor ve doğal öldürücü hücre oluşumunu başlatırlar (Berkarda, 2003). Daha önceden vücuda girmiş ve T lenfositleri tarafından tanınmış bir antijen ikinci kez vücuda girdiğinde çok daha kısa bir sürede antikor ve NK hücre oluşumu başlatılır (Erganiş, & İstanbulluoğlu 2002).

2.2.1.4.2. B Lenfositleri

B lenfositlerinin oluşumuna ait literatür bilgileri T lenfositlerine nazaran daha azdır. B lenfositlerinin yarısı doğumdan önceki süreçlerde karaciğerde üretilirken geri kalanı ise doğumdan sonra kemik iliğinde üretilir (Guyton, 2001). B lenfositler hümoral ya da hücre dışı bağışıklıktan sorumludur. B lenfositleri; immünoglobulin sentezi yapar, antikor üretir ve plazma hücrelerine dönüşebilirler. B lenfositleri bir antijenle karşılaştığında hücre zarında bulunan immünoglobulinler molekül yapılarını tanır ve bu sayede aktive olurlar. Daha sonra çok miktarda antikor üretirler (Berkarda, 2003). B lenfositler T lenfositlerden farklı olarak, sadece antijene özgü antikor yapıp dolaşıma verirler. B lenfositler üzerinde antijene özgü alıcılar bulunur. Antijen B lenfosite bağlandığında, B lenfosit antikor üretmeye başlar. “Antijenler hücresel bağışıklık oluşturmak için T lenfositleri de uyarır. T hücreleri ile temas eden antijen, tıpkı B hücreleri gibi T hücrelerinin çoğalarak klon oluşturmasına neden olur. T hücreleri lenfokinler üretir bunlarda iltihaplı alana ya da enfeksiyon alanına ilerleyerek makrofajların ve nötrofillerin hareketini aktive eder. Aynı antijenle karşılaşıldığında, önceki hücre klonları tekrar uyarılarak daha fazla antikor oluşumu sağlanır. Antikorlar kendisine özgü antijenine bağlanarak onun fagositozunu kolaylaştırır” (Bozdoğan, 2000).

2.2.1.5. Monositler

Monositler, nötrofiller gibi fagositoz yani patojeni yutma işlemini yaparlar. Monositler, ancak aktif olduktan sonra yutma işlemini gerçekleştirebilirler. Aktive olduktan sonra kandan ayrılır ve dokulara geçerler. Bu noktadan sonra makrofaj olarak anılırlar (McLaughlin ve ark., 2007).

Özünde kök hücre olmayan monositler vücudun istek ve ihtiyaçları üzerine kök hücre gibi davranabilirler (Siegfried, & Norris 2011).

Monositlerin bir diğer önemli görevi de T hücrelerini aktif etmektir. Bunu interlökin I'i salgılayarak yaparlar (Gültekin ve ark., 1996). Monositler ve makrofajlar patojenleri fagosite etmekte ve lenfositlere iletmektedirler. Lenfositlerin patojeni, patojen vücuda 2. kez girdiğinde tanıması bu şekilde gerçekleşir. İnterferon ve interlökin gibi maddeleri salgılayarak bağışıklık sisteminin uyarılmasını sağlarlar (Siegfried, & Norris 2011). Monositlerin farklı fenotipik ve fonksiyonel özelliklerine göre CD14+CD16-ve bunların alt grupları bulunmaktadır. Enfekte olmuş dokuya doğru hareket eden monositler olgunlaşarak makrofaja dönüşürler (Camcıoğlu, 2013).

2.2.2. HCT (Hematokrit)

"Kan hücrelerinin hacminin kan hacmine oranıdır. Başka bir deyişle kan hücrelerinin yüzde olarak hacmini belirlemeye hematokrit denir. Hematokrit değer 100 ml kanda bulunan alyuvarların ml olarak hacmini gösterir (Yılmaz, 2000). Özellikle anemilerin saptamasında ve incelenmesinde hematokrit önemli ve hata payı az olan bir ölçüttür. Hematokrit; normal erkeklerde % 42-50, kadınlarda % 37-47, 1 yasındaki çocukta % 36-44 ve yeni doğanda % 45-60 değerindedir. Gebeliğin ileriki aylarında, kadınlarda % 26-34 civarında bulunur" (Berkarda, 2003).

2.2.3. Doğal Bağışıklık Sistemi

Doğal bağışıklık olarak adlandırılan sistemin görevi organizmaya ait olmayanı ayırt ve tespit etmektir. Bu sistem vücuda giren ya da alınan her maddeyi öncelikle tanımaya ve kendi hücrelerinden ayırt etmeye çalışır. Enfeksiyonlara karşı organizmanın

savunulmasında ilk adımı doğal bağışıklık sistemi oluşturur ve enfeksiyonun kontrol altına alınmasını ardından da yok edilmesini sağlar.

Bu sistemin ilk bariyeri deridir. Daha sonra ise; solunum, sindirim, ürogenital sistemlerin epitel ve mukoz yapıları gelir. Bariyerin ikinci bölümünde kan ve dokularda yer alan doğal öldürücü hücreler (NK), kompleman sistem, makrofajlar, nötrofiller, eozinofiller, sitokinler ve akut faz proteinleri gibi çok sayıda farklı savunma hücreleri yer alır. Aynı zamanda organizmada oluşan ölü hücre ve dokuların ortadan kaldırılması ve onarılmasına da katkıda bulunur. Ancak doğal bağışıklık sisteminin bağışıklık hafızası yoktur ve aynı patojeni tekrar gördüklerinde gene aynı tepkiyi verirler. Örneğin; doğal bağışıklık sisteminde yer alan doğal öldürücü hücreler (natürel killer) daha önceden karşılaşmadıkları bakteri, mantar, parazit ve kanser hücrelerini yok etme yeteneğine sahiptirler. Doğal bağışıklık sistemi, aynı zamanda edinsel bağışıklık sistemine uyarı ve tanıtım görevinde de bulunur (Guyton, 1987).

Doğal bağışıklığın bir diğer elemanı olan kompleman sisteminin hayati görevleri vardır. Kompleman sistemin önemli görevlerinden biri, bakterilere ve virüslere karşı oluşturulacak savunmada görev almaktır. Patojenler tarafından yayılmacı bir etki oluştuğunda bu sistem aktif olur ve patojenleri hızlı bir şekilde yok etmeye çalışır. Kompleman sistemin diğer görevleri ise; hücre yenilenmesini sağlamak, hastalık oluşturan doku hasarlarını onarmak, özbağışıklık (otoimmün) hastalıklarına ve kronik yangı (inflamasyon-iltihaplanma) süreçlerine dahil olmak vardır (Guyton, 1987).

2.2.4. Edinsel Bağışıklık Sistemi

Doğal bağışıklığın yanında, insan vücudu virüsler, bakteriler, öldürücü parazitler ve hatta diğer canlıların yabancı dokuları gibi istilacılara karşı özgün ve güçlü bir bağışıklık geliştirme özelliğine sahiptir. Buna edinsel bağışıklık denir (Guyton, 1987). Edinsel bağışıklık sistemi, antikorların içinde yer aldığı humoral sistem ile T ve B lenfositlerin yer aldığı hücresel sistem olarak tanımlanabilir. Edinsel bağışıklık sistemi yaşam boyu gelişimini sürdürür. Farklı patojenlere ve maddelere özelleşmiş bir biçimde yanıt verir. Ayrıca antijenlere karşı özel bir hafıza oluşturur. Bu sistem bir antijenle karşılaştığında

uyarılır ve özelleşmiş bir tepki üretir. Daha sonra aynı antijenle tekrar karşılaştığında onu tanır ve daha güçlü ve hızlı bir şekilde ona karşılık verir.

Edinsel bağışıklık, nokta atışı şeklinde nitelendirilebilecek hedef alma özelliğine sahiptir. Patojenlere karşı antikor ve T hücre üretimi yaparak özgün ve güçlü bir bağışıklık oluşturur. Böyle bir bağışıklığın oluşabilmesi için uzun süreler geçmesi gerekir. Bu yüzden ilk defa karşılaştığı bir saldırıda çok etkin değildir. Ancak daha sonraki saldırıları karşılamada etkin ve önemli bir sistemdir.

Vücutta oluşan bağışıklık birbirinden bağımsız olan iki sistemi ihtiva etmektedir. Bu sistemler aşağıdaki şekildedir:

- Hücresel bağışıklık: Hücre içerisinde mantarlara, virüslere, enfekte olmuş hücrelere ve yabancı dokulara karşı ortaya çıkan sistemdir.
- Humoral bağışıklık: Bakterilere karşı ve hücre dışındaki virüs enfeksiyonlarına karşı oluşan bağışıklıktır (Noyan, 2011).

Humoral bağışıklık, organizmanın hücre dışında bulunan mikrop ve toksinlere karşı oluşturduğu antikorlar sayesinde yapmış olduğu savunma şeklidir. Kanda bulunan antikorlar, mikropların konak hücresini hasta yapmasını engeller. Hastalık kapmış ve yapısı bozulmuş hücrelerin vücuttan uzaklaştırılmasını sağlar. Antikorlar, hücre içine girmiş patojenlere karşı etkili değildir. Ancak humoral bağışıklık, hücre içinde yaşayan virüs gibi mikroplara karşı savunmada önemlidir ve bu tip enfeksiyonların yayılmasını önler (Noyan, 2011).

Edinsel bağışıklık, aktif veya pasif olarak gelişebilir. Aktif bir bağışıklık kazanmak için aşı yapılması ve/veya hastalık geçirilmesi gerekirken pasif bağışıklık kazanmak için edinsel bağışıklığı olan bir kişiden alınan serum ya da hücrelerin, bağışıklığı olmayan birine verilmesi gerekir.

"Edinsel immün sistemin hücreleri, kan ve dokularda bulunan lenfosit, mononükleer fagositlerin ve diğer yardımcı hücrelerin antijenlerle karşılaştıkları doku ve organlar

lenfoid sistem olarak tanımlanır. Edinsel bağışıklık, kanda bulunan ve lenfosit adı verilen savunma hücrelerinin organizmaya yabancı olan antijenleri ayırt etmesi ile başlayan karmaşık bir süreçtir. T ve B lenfositleri temelde esas olarak edinsel bağışıklık yanıtta görev alan hücrelerdir" (Guyton, 1987).

Sistem ilk olarak kendinden olmayan sinyalleri tanıdığında sorunu ortadan kaldırmak için bağışıklık yanıtını verir ve yeterli bir bağışıklık cevabını aktif hale getiremez ise enfeksiyon gibi sonuçlar ortaya çıkar. Diğer taraftan eğer bağışıklık yanıtı gerçekte bir tehdit olmadan devreye girer ya da aktive olursa alerjik reaksiyonlar ve otoimmün hastalık gibi farklı problemler ortaya çıkar (Rich ve ark., 2001).

Bağışıklık sisteminin gelişimi yeni doğan döneminden itibaren yaş ile birlikte tamamlandığından bebeklik dönemi yaş grubu ile çocukluk dönemi yaşlarda immün sistemde bazı farklılıklar bulunmaktadır. Yeni doğan ve bebeklerde antijenlere karşı verilen antikor yanıtı henüz tam olarak gelişmemiştir. Herhangi bir sağlık problemi olmayan yeni doğan bebeklerde henüz bir antijenle karşılaşma durumu olmadığından kandaki IgA ve IgM düzeyleri düşüktür. IgA miktarı genç erişkin yaşlarda yetişkin seviyesine ulaşırken, IgM seviyeleri ise yaklaşık bir yaş civarında erişkin düzeylerine ulaşır (Rich ve ark., 2001).

2.2.4.1. İmmünoglobulinlerin Sınıflandırılması

İmmünoglobulinlerin IgM, IgG, IgA, IgD, IgE olarak tanımlanan beş ana grubu bulunur. Kendilerinin oluşmasına neden olan antijenlerle özgül tepkime veren glukoprotein yapısında moleküllerdir. Total plazma proteininin % 20-25'ini oluştururlar. IgA sınıfı antikorlar mukozal bağışıklıkta önemli rol oynar. Sindirim, solunum ve genitoüriner sistem mukozaları sürekli dışarıdan giren mikroorganizmalarla savaşır.
IgG sınıfı antikorlar plasentadan geçen tek immünglobulin çeşididir. Yenidoğan döneminde bebeği enfeksiyonlardan korur. Anne sütündeki IgG' ler de aynı görevi sürdürür.

İmmünoglobulinler (Antikorlar) antijenik uyarım sonucu B-lenfositlerin değişimi ile oluşan plazma hücreleri tarafından sentezlenirler.

Ig, immünoglobulin sözcüğünün kısaltmasıdır, diğer harfler ise grupları belirler (Guyton, 1987).

İmmünoglobulinler, hem reseptör hem de efektör molekül olarak görev yaparlar. Reseptör olarak patojenlerin yüzeyindeki antijenleri tanır ve bunlara tutunurlar. Efektör olarak yabancı antijenleri hareketsiz hale getirirler ya da yok edilmesine katkıda bulunurlar (Rich ve ark., 2001).

2.3. Egzersiz ve Bağışıklık Sistemi

Günümüzde, teknolojinin çok hızlı bir şekilde ilerlemesi ile insanların hayatlarında hareketsizlik artmakta fiziksel aktivite gerekliliği giderek azalmaktadır. Sağlıklı yaşamanın temel taşlarından biri olan fiziksel aktivitenin eksikliğindeyse başta kalp damar rahatsızlıkları olmak üzere birçok hastalık ortaya çıkmaktadır (Açıkada,& Ergen 1990; Bottechia ve ark., 1987). Bundan dolayı sağlıklı kalmak için belirli düzeylerde fiziksel aktivitenin içinde bulunmak önem kazanmaktadır. Ayrıca, birçok hastalığın tedavi ve rehabilitasyon programları içinde egzersiz programları yer almaktadır. Ancak, vücuda uygun bilinçli bir şekilde egzersiz yapmak önemlidir. Bilinçsiz şekilde yapılan egzersiz zarar verici etkilere yok açabilmektedir. Örneğin, kalp krizi geçirmiş hastalara çeşitli egzersiz programları önerilmektedir. Ancak egzersiz usullerinin bilinçsiz uygulanması, endotel hücre hasarı ve damar duvarı trombosit etkileşimini arttırarak kardiyovasküler ve serebrovasküler olaylara neden olduğu bilinmektedir. Nitekim şiddetli egzersiz sırasında tromboembolik olaylara bağlı ani ölümlere de rastlanabilmektedir (Amsterdam, 1990; De Scalzi ve ark., 1987).

Egzersiz yaparken egzersizin yoğunluğuna bağlı olarak kana farklı miktarlarda stres hormonları salgılanır (Akgtin, 1994; Nieman, & Pedersen 1999). Salgılanan bu hormonlar kandaki lökosit ve lenfosit alt grupları üzerinde oldukça büyük etkiye sahiptir. Orta yoğunlukta yani MaxVO_2'nin % 50'sinde yapılan egzersizde bu hormonların etkisi çok görülmezken şiddetli bir egzersizde (MaxVO_2'nin % 75- 80'inde) nötrofil, lenfositoz ve monositoz sayılarında artış görülmektedir. Lenfosit ve alt gruplarına bakıldığında T ve B lenfositlerinin sayılarının artmasına rağmen yüzdelerinin

fazla değişmediği, hatta düştüğü, T ve NK (*Natural Killer*) hücrelerinde ise büyük bir artış gözlemlenmiştir (Hoffman, & Pedersen 1994; Nieman, 1994). Bağışıklık sisteminin çeşitli komponentlerine egzersizin nasıl etki ettiğini bilmek kadar, egzersizin hangi noktalarda klinik olarak bireye yararlı ya da zararlı olduğunu bilmek de önemlidir (Ünal, 2001).

Egzersizin bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar 1920' li yıllara dayanmaktadır. Bu çalışmaların amacı, yorgunluğun ortaya çıkardığı etkilerin enfeksiyonlara neden olup olmadığını incelemekti. İnsanların bağışıklık sistemi üzerinde yorgunluğun etkilerini ortaya koyan çalışmalara bakıldığında farklı sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Kronik, akut, yüksek şiddetli, orta şiddetli egzersizlerin etkilerinin farklı çalışmalarda farklı olduğu görülmektedir. Aynı zamanda egzersizin insanlar üzerinde stres oluşturucu bir etkisinin olduğu da bilinmektedir. Bu stresin fizyolojik ve metabolik etkileri ortaya çıkmaktadır. Bu etkilerden en önemlisi kan değerlerinde ortaya çıkan farklılıklardır (Hazar, & Yılmaz 2008).

Egzersizin düzenli bir şekilde yapılması durumunda kan hücreleri üzerinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Kan hücrelerinin incelenmesi, düzenli yapılan egzersizlerin kan hücre düzeyleri üzerinde etkili olduğu göstermektedir. Bu etkiler, yapılan egzersizlerin sürelerine, sıklığına ve şiddetine göre değişmektedir. Aynı zamanda bu etkiler, katılımcıların fiziksel kondisyon durumlarına göre de farklılık göstermektedir (Büyükyazı, & Turgay 2000).

Fiziksel egzersizin, homeostatik dengenin (kararlı durumun) akut bir şekilde bozulmasına yol açtığı ve kronik adaptasyonları teşvik edebilen bir stres etkeni olduğu gösterilmiştir (Cordova ve ark., 2010). Aerobik egzersizin kendisi farklı hacim ve yoğunluklarda yapılandırılabildiğinden sağlıklı sporcuların hücrelerinin potansiyel bir bozucusudur (Nieman ve ark., 1995; Hofmann, & Tschakert 2017). Sürekli aerobik egzersiz uygulamasının kan serumunda lökositler, sitokinler, interlökinler ve tümör nekroz faktörü alfada bir artışa neden olması muhtemeldir (Andersson ve ark., 2010). Uyarlanabilir bağışıklık, atletik eforla önemli ölçüde değişmez ancak

doğuştan gelen sistem, doğal öldürücü hücre aktivitesini artırarak ve nötrofil etkisini azaltarak kronik strese farklı yanıt verir (Nieman, & Pedersen 1999).

Tek seferlik yapılan akut, yüksek şiddetli egzersizler bağışıklık sistemi hücreleri üzerinde önemli değişiklik ortaya koymaktadır. Bu değişiklikler geçici olabilmektedir. Orta şiddetli antrenmanlar ise bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır. Bu olumlu değişimlerin ortaya çıkmasında; sitokin, katekolaminler, yeterli glutamin ve karbonhidrat destekleri önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple, özellikle sporcuların yarış öncesinde, yoğun antrenman dönemlerinde şiddetli egzersiz sonucunda ortaya çıkabilecek olumsuz etkilerden korunması gerekmektedir. Bu egzersizler sonrasında besin alınımının ve yeterli dinlenmenin yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda egzersiz sonrasında toparlanma sürecinde kanda bulunan sitotoksik kapasite azalmaktadır ve enfeksiyonlara karşı daha dikkatli olunması gerekmektedir. Sağlıklı bir hayat için egzersiz yapan insanların orta şiddetlerde ve stres oluşturmayacak egzersiz türlerini seçmeleri önemlidir (Seher, 2015).

Egzersiz esnasında bazı sıvılar damarları terk ederek dokular arasına geçmekte bu durum da kanda; eritrosit, hemoglobin ve plazma proteinlerinin yoğunluğu arttırmaktadır. Özellikle yüksek şiddetli egzersizlerde bu artış daha da belirgin olmaktadır. Bu artışın başlıca nedeni, egzersizle birlikte, özellikle sistolik kan basıncının artmasıdır. Başka bir neden de ozmotik basıncının artması ve böylece suyun dokular arasına çekilmesidir (Karacabey ve ark. 2004; Özdengül, 1998). Çeşitli çalışmalar orta yoğunlukta bir egzersizin immün sistemi stimule ettiği, fakat şiddetli ve uzun süren egzersizlerin immün sistemi baskıladığı hipotezini sunmuşlar ve araştırmacılarda bu alan da yaptıkları çalışmalarla bu hipotezi desteklemişlerdir (Pedersen, 1997).

Egzersiz, hastalıklarda duyarlılık ve bağışıklık fonksiyonları üzerinde hem olumlu hem olumsuz etkiler ortaya çıkarabilmektedir. Duyarlılık ve egzersiz arasında ilişki egzersizin şiddetine göre farklılık gösterebilmektedir. Orta şiddetli egzersizler, bağışıklık fonksiyonları arttırırken, yüksek şiddetli egzersizler bazı durumlarda bağışıklık fonksiyonlarını bozabilmektedir. Aynı zamanda egzersizin enfeksiyon riskinin

azalttığını ortaya koyan çalışmalar da bulunmaktadır (Matthews, 2002).

Egzersiz, sporcunun yaşamının bir parçası haline geldiği için vücut sistemleri de bu duruma adapte olarak gelişmektedir. Bu durum ise immün sistemin etkilenmesinde önemli olmaktadır. Sporcuların antrenman programlarının yanında, sağlık durumlarının, uyku ve beslenme alışkanlıklarının da dikkate alınması gerekmektedir (Walsh ve ark., 2011).

90 dk üzerinde, uzun süre devam ettirilen şiddetli bir fiziksel egzersizim ardından bağışıklık sistemi zayıflamaktadır. 3-72 saat arasında devam eden bu zayıflama "Açık Pencere" dönemi olarak isimlendirilmektedir. Bu da virüsler ve bakterilere tutunacak bir zemin sunarak enfeksiyon riskini arttırır. Egzersizin bu etkisinin, üst solunum yolu enfeksiyonlarının oluşumu ile bağlantılı olarak analiz edildiğinde pozitif yönde bir korelasyon olduğu görülmektedir (Gleeson, 2007; Nieman, 1994)

Enfeksiyon riskinin en aza indirilmesi ve egzersize bağlı immün baskılamasının sınırlanması için davranışsal, beslenme ve egzersiz programları kullanılmaktadır. Sporculara ve destek personellerine iyi bir hijyen programının uygulanması, enfeksiyon geçişlerinin önlenmesinde etkili olmaktadır. Yoğun egzersiz programlarının bağışıklık sistemi üzerinde, uyku, stres, enerji gibi etkileri bulunmaktadır (Gleeson, & Williams 2013).

Ağır egzersiz programlarının immün sistem üzerinde ortaya çıkardığı etkilere baktığımızda bu antrenmanların kişilerin üst solunum yolu enfeksiyonlarına daha fazla maruz kaldığını görmekteyiz. Bunun neden ise, stres hormonlarının bu süreç içerisinde baskılanması olarak ifade edilmektedir. Orta şiddette yapılan egzersizler ise immün sisteminin fonksiyonlarını aktifleştirmektedir ve üst solunum yolu enfeksiyon risklerini en aza indirmektedir (Malm, 2004).

Egzersiz sonrasında immün sistem vücudu iyileştirmek, enfeksiyon ve iltihaplanmaları düşürmek için uğraşır. İmmün sisteme yardımcı olmak için besin desteğinin de doğru bir şekilde sağlanması gerekmektedir (Gleeson, 2008).

Bazı biyobelirteçlerin bilinmesi bağışıklık sisteminin zayıfladığına veya güçlendiğine

işaret ediyor olabilir. Bunlardan bazıları CRP, IL-6, IL-1 ve TNF-α' dır. Yaşlı yetişkinlerde egzersiz ile artmış inflamatuar belirteçler arasında ters yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Colbert LH ve ark., 2004). Orta yaşlı yetişkinlerle yapılan birkaç çalışmada, bir diyetle birlikte yapılan egzersizin serum CRP ve IL-6 düzeylerini azalttığı bildirilmiştir (Church TS ve ark., 2002; Esposito ve ark., 2003). Bazı araştırmacılar, düzenli egzersiz uygulamasının kalp hastalığı riski taşıyan hastalarda serum CRP, IL-6 ve TNF-α üretimini azalttığını belirtmektedir (Goldhammer ve ark., 2005). Reuben'in çalışmaları, fiziksel olarak aktif bireylerin yaş ve cinsiyete göre eşleştirilmiş gruplara kıyasla daha düşük plazma IL-6 ve TNF-α konsantrasyonlarına sahip olduğunu göstermiştir (Reuben ve ark., 2003).

Sporcuda başarı için optimal performans hedeflenmekte, sağlık kavramını da içeren bu terim optimal antrenman ve optimal beslenme terimlerini de beraberinde getirmektedir (Başoğlu ve ark., 2004; Leutholtz ve ark., 2001). Optimal performans için sporcuda antrenman ve diyet açısından performans geliştirici stratejiler oluştururken sporun doğasından gelen sağlığı olumsuz etkileyebilecek faktörlerin de azaltılması gerekir. Bu anlamda egzersizin sağlığa ve özellikle son 20 yılda immün sisteme olan etkileri incelemeye alınmış ve konuya ilişkin pek çok çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, henüz klinik bağlantısı tam olarak gösterilememesine karşın, egzersizin sporcuda akut ve kronik bir stresör olarak bağışıklık sistemini baskılayabileceğini ortaya koymuştur (Castellani, 2002; Malm, 2004; Nieman, 2003; Pedersen ve ark., 2000; Smith, 2003). Spor nedeniyle bağışıklık sistemi baskılanabilmekte bu durumda enfeksiyon hastalıklarının görülme riskini arttırmaktadır (Başoğlu ve ark., 2004; Malm, 2004).

2.3.1. Akut Egzersiz ve Bağışıklık Sistemi

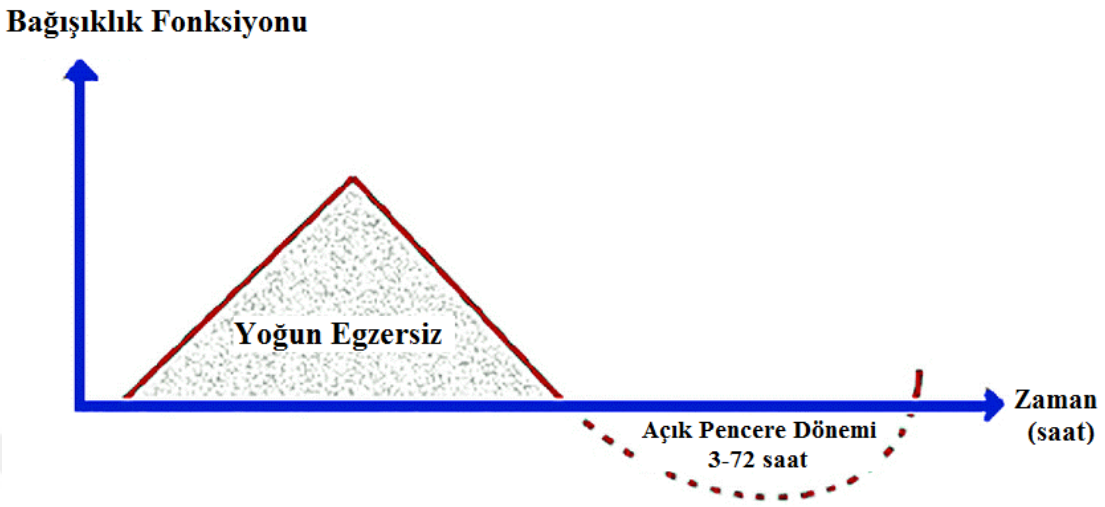
Genelde yüksek şiddetteki bir egzersizden hemen sonra total lökosit sayısı % 50-100 oranında artar. Bu artışın başlıca nedeni nötrofil ve lenfosit sayılarının yükselmesidir. Bu artışa az da olsa monositler de etki etmektedir. Maraton gibi uzun süreli bir egzersizden sonra artışlar % 200-300'lere çıkabilir (Berk ve ark., 1990; Koz ve ark., 1997; Nieman ve ark., 1994; Tvede ve ark., 1994;). Bununla birlikte egzersizden sonra en geç 60

dakika içerisinde lenfosit miktarları egzersiz öncesinin de altına düşer ve 3-6 saat kadar bu düzeyde kalır (Koz ve ark., 1997; Shinkai ve ark., 1992; Tvede ve ark., 1993;). Egzersizden hemen sonra lökosit sayılarındaki bu artış vücudun maruz kaldığı yoğun stres nedeniyledir. Vücutta herhangi bir enfeksiyon ya da septik bir saldırı olmamasına rağmen immün sistemin tepkisi, vücudun akut egzersize nasıl baktığını ve akut egzersize nasıl tepki verdiğini bizlere göstermektedir.

Tek seferlik uzun süren şiddetli egzersiz sonrası tümör hücrelerine karşı vücudun temel koruyucu sistemi olan NK hücreleri ve B hücreleri de baskılanır (Tvede ve ark., 1989) ve dolaşımdaki antikor üretimi ve mukozadaki lokal IgA üretimi durur (Tomasi ve ark., 1982). Bundan başka, şiddetli egzersiz IL-1, IL-6, TNFαR1-2, IL-8 ve MIP-1b gibi sitokinlerin dolaşımdaki seviyelerinde artışa neden olur (Gleeson, 2007; Nieman ve ark., 1997). Bağışıklık sisteminin darbe yediği bu dönemde enfeksiyon riski kat ve kat artmaktadır. Orta şiddetteki bir egzersiz ise daha az lökositoz, lenfositoz, nötrofili ve lenfositopeniye yol açmaktadır (Kendall ve ark., 1960; Koz ve ark., 1997; Lin ve ark., 1993; Nieman ve ark.,1994; Tvede ve ark., 1993).

Egzersiz sonrası oluşan sitokin yanıtı travma sonrası oluşan yanıta benzemektedir ve bu, egzersizin bir travma modeli olduğunu düşündürmektedir. Egzersizle ilişkili immün değişiklikler ve enfeksiyonlara duyarlılık arasındaki bağlantı "açık pencere" dönemi olarak adlandırılmıştır (Nieman ve ark., 1990).

Bu dönem egzersizin tipi, şiddeti, süresi ve bağışıklık düzeyine göre 3-72 saat aralığında sonlanır. Şiddetli egzersizi takiben lenfosit konsantrasyonu düşer ve hücrelerin çoğalma yeteneği, orta düzeydeki sistotoksik aktivite ve immünoglobulin üretimi azalır. Bağışıklığın kötüleştiği bu açık pencere döneminde (Şekil 2.1.), mikroorganizmalar vücuda girebilir ve enfeksiyonlara yol açabilir (Nieman ve ark., 1990).



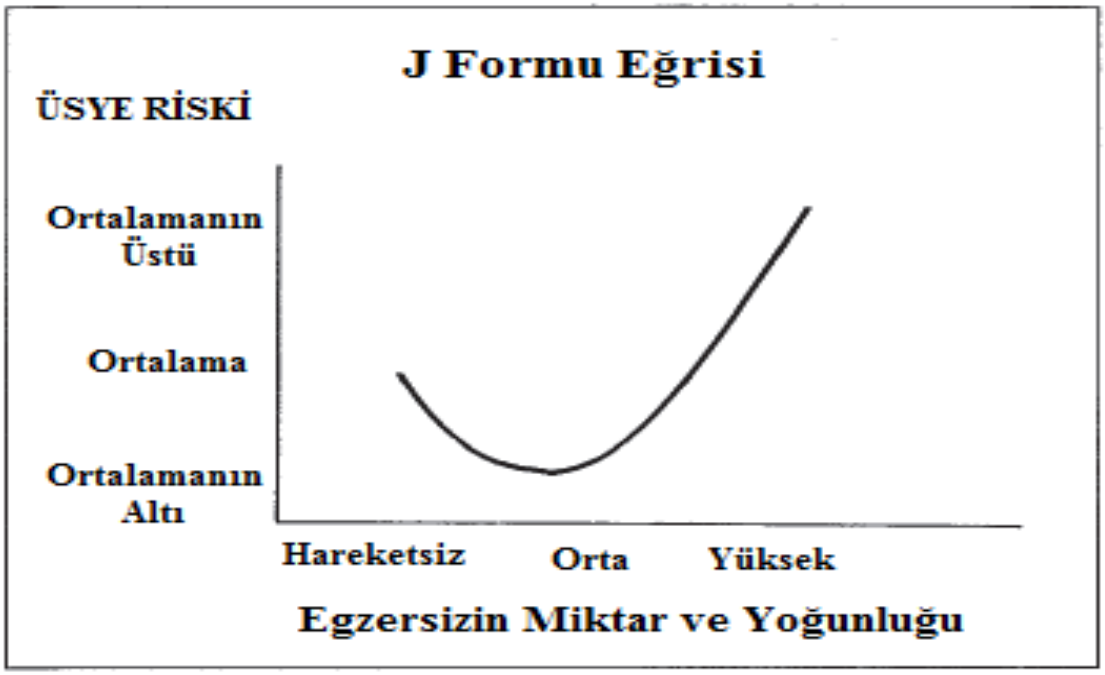
Şekil 2.1. Egzersiz Sonrası Açık Pencere Dönemi (Nieman ve ark., 1990).

2.3.2. Kronik Egzersiz ve Bağışıklık Sistemi

"Sporcu olmayanlarla karşılaştırıldığında; sporcularda dinlenme döneminde bağışıklık sistemi fonksiyonları farklılıktan çok benzerlikler göstermektedir. Genel olarak, edinilmiş (adaptif) immün sistem yoğun ve uzamış egzersiz antrenmanı ile büyük ölçüde etkilenmiyor gibidir (Baj ve ark., 1994; Tvede ve ark., 1991). Doğal immün sistemin ise kronik egzersiz stresine yanıtı farklıdır (Nieman, 1994; Tvede ve ark., 1991). Özellikle nötrofil fonksiyonları baskılanırken; NK hücre aktivitesi artış eğilimindedir (Hack, 1994; Nieman, 1994; Tvede ve ark., 1991). İnsan ve hayvanlarda yapılan pek çok çalışmada, düzenli yapılan hafif-orta şiddetteki egzersizin NK hücre aktivitesinde belirgin, uzun süreli ve anlamlı iyileşmelere yol açtığı saptanmıştır (Lin ve ark., 1993; Shephard, 1999; Tvede ve ark., 1991).

Ayrıca orta şiddette düzenli egzersizin yaşlılık ve stres ile oluşan immün sistemdeki baskılanmayı ve kanser insidansını azalttığı gösterilmiştir (Shek, & Shephard 1999). Nieman ve arkadaşlarının yaptığı üç randomize çalışmadan (Nieman ve ark., 1990;

Nieman ve ark., 1993; Nieman ve ark., 1994) elde edilen verilerde 12-15 hafta yürüyüş yapan kadınlar ile sedanterler karşılaştırıldığında; düzenli yürüyüş yapanlarda hastalıklı gün sayısında düşüş olduğu gözlenmiştir. Genel olarak, düzenli orta şiddette yapılan egzersiz üst solunum yolu enfeksiyonlarına (ÜSYE) karşı direnci arttırırken; özellikle mental stresin de eşlik ettiği şiddetli eforun sporcularda artmış ÜSYE riski ile ilişkili olduğu görüşü söz konusudur (Fitzgerald, 1994). Epidemiyolojik çalışmalar egzersiz ve immün sistem arasındaki ilişkiyi "J" formunda bir eğri modeli ile (Şekil 2.2.) göstermiştir (Fitzgerald, 1994; Hack, 1994; Nieman ve ark., 1994). Bu modele göre orta şiddetteki egzersiz ÜSYE riskini azaltırken, yüksek şiddetteki egzersiz bu riski arttırabilir. Bu nedenle sporcularda yarış dönemi öncesinde ve sonrasında antrenmanın ağırlaşması ile NK hücreleri, nötrofil, monosit, T ve B lenfosit işlevlerinde baskılanma sonucu ÜSYE vb. enfeksiyonlara yatkınlık artar."



Şekil 2.2. Egzersizin Miktar ve Şiddeti ile ÜSYE Arasındaki İlişki (J Modeli) (Fitzgerald, 1994).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Günümüze kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde egzersizin bağışıklık sistemi üzerine etkilerinin kıyaslandığı çalışma sayısı çok azdır ve yapılan çalışmalarda da çelişkili sonuçlar görülmektedir. Bunun muhtemel nedeni katılımcıların özellikleri (yaş, çevre şartları, genetik faktörler, vb.) egzersizin sıklığı, şiddeti, süresi, kapsamı ve tipi gibi yöntemsel farklılıklardır. Bu nedenle egzersizin bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri tam olarak anlaşılamamaktadır. Bu alanda yapılmış çalışmalar incelendiğinde bilgilerimize göre tüm bu içerikleri kapsayan sistematik bir derleme bulunmamaktadır. Bu çalışma, egzersizin immün sistem üzerine etkileri konusunda yayınlanmış makalelerin sistematik bir derlemesidir. Çalışmada sistematik derleme yapılırken konu ile ilgili olarak son yıllarda yayınlanmış olan makalelerin taraması yapılmıştır. Makale taraması Pubmed ve Google Scholar üzerinden gerçekleştirilmiştir.

3.1. PRISMA Bildirgesi

Bu sistematik derleme, PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis) bildirgesi rehber alınarak yapılmıştır. Bu bildirge 2009 yılında York Üniversitesi Ulusal Sağlık Araştırmaları Enstitüsü'nce geliştirilmiştir. Bu rehberde yapılan sistematik derlemelerin ilkeleri ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.2. Sistematik Derleme

Sistematik derleme; belli bir konuda yapılan orijinal araştırmaların detaylı ve geniş bir biçimde taranıp, dışlanma ve dahil edilme kriterleri kullanılarak, bulguların sentez edildiği bilimsel incelemelerdir. Kaynaklarda, birbirleriyle çelişebilen konularla ilgili yapılmış çok sayıda araştırmaya rastlamak mümkündür. Sistematik derlemelerin temel ortaya çıkış nedeni, karmaşık ve çelişkili görünen bu durumdan anlamlı ve uygulanabilir

sonuçlar çıkartmaktır. Sistematik derleme, konuyla ilgili araştırma makalelerinin geriye dönük olarak taranması biçiminde gerçekleştirilir.

Literatür taraması PubMed ve Google Scholar veri tabanlarında 2010 yılından günümüze kadar olacak çalışmaları kapsayacak şekilde İngilizce ve Türkçe dillerinde 5 anahtar sözcük kullanılarak yapılmıştır. Taramada; bağışıklık sistemi, akut egzersiz, aerobik egzersiz anaerobik sistem, kronik egzersiz anahtar sözcükleri kullanılmıştır.

3.3. Çalışmaya Dahil Edilme Ölçütleri

İncelenecek çalışmaları derlemeye katma ölçütleri; örneklem grubunu 18 yaş ve üzeri yetişkin insanların oluşturduğu, randomize-kontrollü, deneysel araştırmalar, klinik araştırmalar ve makalenin tam metnine ulaşılması olarak belirlenmiştir.

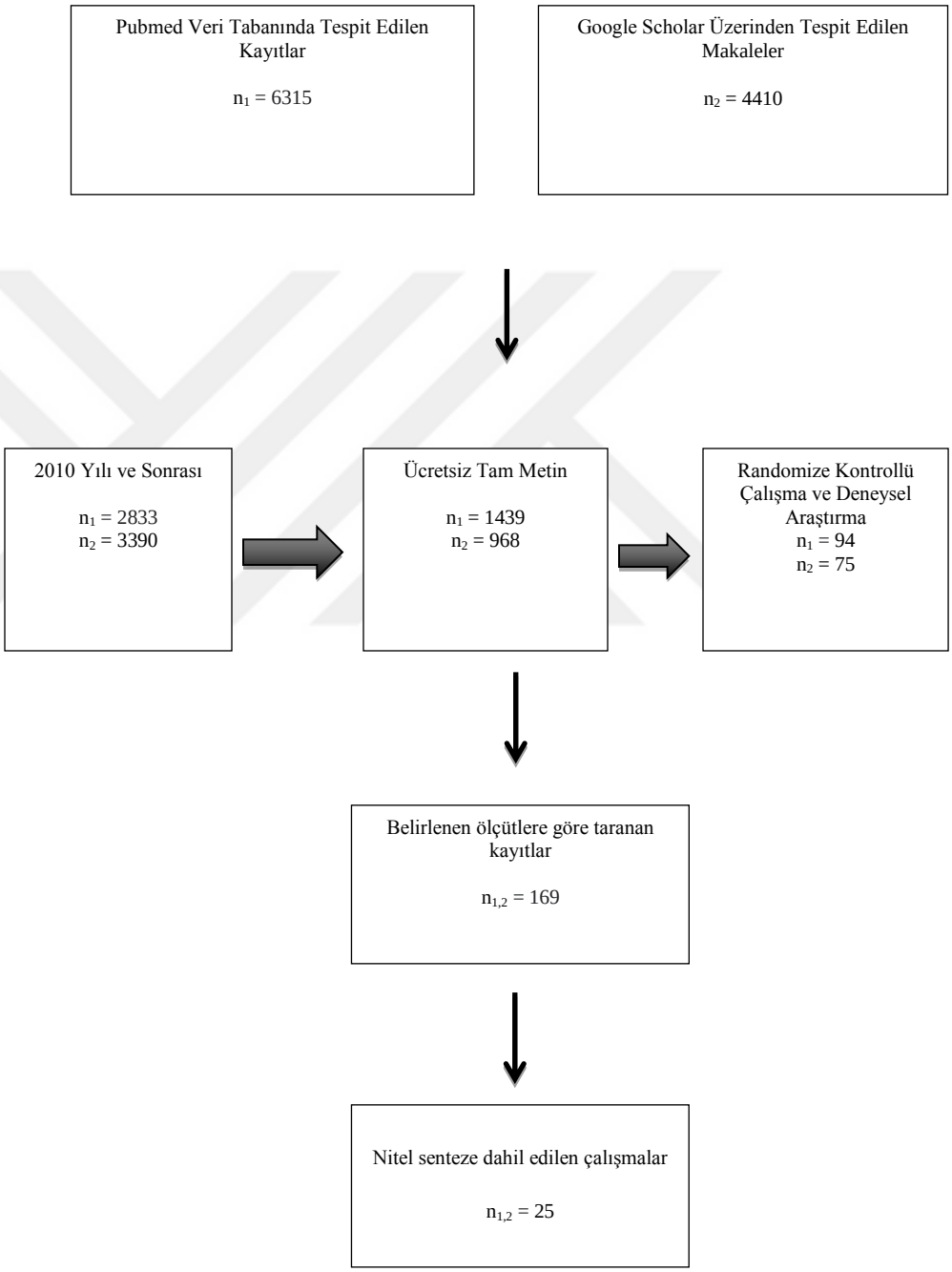
3.4. Çalışmaya Dahil Edilmeme Ölçütleri

İmmünolojik etkileşim nedeniyle ergen bireyler ve menopoz dönemindeki kadınlar, sigara içenler, hamile kadınlar, herhangi bir tipte kalp tedavisi gören hastalar ve her türlü bağışıklık sistemi bozukluğu olan hastalar (örneğin; İmmün yetmezlikler, inflamatuar ve otoimmün hastalıklar) yayınlanmamış veriler ve ücretli makaleler hariç tutulacaktır.

Öncelikle standart bir veri özetleme formu geliştirilmiştir ve elde edilen bilgiler buna göre değerlendirilmiştir. Veri özetleme formu; araştırmanın adı, yılı, yazarı, örneklem sayısı, araştırmanın yöntemi ve sonuç değişkenlerini içerecek şekilde düzenlenmiştir.

Çalışmaların seçimi ilk aşamada, veri tabanlarında “exercise”, “immune system” gibi anahtar sözcüklerle başlıklar taranmıştır. Daha sonra çalışmaların özetleri okunup tam metinleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Kaliteli bir değerlendirme için dahil edilme kriterlerine göre hazırlanmış veri özetleme formuna araştırmacı tarafından çalışmalar kaydedilmiştir ve daha sonra aralarında amacımıza uygun sınıflandırmalar yapılmıştır.

Makale Seçim Kriterleri



Şekil 3.1. Sistematik Derleme Akış Şeması (PRISMA)

PubMed veri tabanında ‘exercise immune system’ anahtar kelimeleri ile yapılan aramada toplam 6315 yayın tespit edildi. “Ücretsiz tam metin” sınırlaması yapıldığında sayı 1439’ a düştü. “Randomize-Kontrollü çalışma” ve ‘’Deneysel Araştırma’’ sınırlamaları eklendikten sonra yapılan aramada toplam 188 sonuç elde edildi. Yalnız insan üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında ve yaş kriteri de eklendiğinde sayı 94’ e düştü. Pubmed ve Google Scholar üzerinden bulunan toplam makale sayısı 169’dur. Bunlardan 144 tanesi dışlanmıştır, bu 144 yayından 10 tanesi meta analiz, 10 tanesi derleme, 34 tanesi hayvan denekli ve 90 tanesi kapsam dışı olması sebebiyle dışarıda bırakıldı. Geri kalan 25 yayın çalışmaya dahil edildi.

Araştırmanın etik yönü: Sistematik derlemenin yapılmasında araştırmacılara herhangi bir maddi/manevi zarar verme riski bulunmamaktadır. Ayrıca incelenen makaleler kaynakçada gösterilmiştir. Tez, Bursa Uludağ Üniversitesi Etik İlkeleri ve Etik Kurulunun ..2021 tarih ve sayılı kararıyla uygun görülmüştür.

4. BULGULAR

4.1. Sistematik Derlemeye Dahil Edilen Araştırmaların Genel Özellikleri

Bu sistematik derlemede araştırma kriterlerine göre seçilmiş 25 araştırma makalesi incelenmiştir. Bunlardan; 14'ü randomize kontrollü çalışma, 10'u deneysel çalışma, 1 tanesi de inceleme çalışmasıdır. Derlemeye dâhil edilen araştırmalar 2010 ile 2020 yılları arasını kapsamaktadır. Araştırmalarda örneklem sayısının en az 8 (Patlar, 2010), en fazla 100 (Onuegbu ve ark., 2015) olduğu saptanmıştır. Araştırmaların geneline bakıldığında toplamda 541 erkek ve 133 kadın katılmıştır. Araştırmaların müdahale grubu kişi sayısının ortanca değeri 14, en küçük değeri 5, en büyük değeri ise 100' dür.

Bu sistematik derleme, araştırma konusuna göre seçilmiş toplam 25 araştırma makalesi incelenmiş ve araştırmaya dâhil edilmiştir.

Tablo 4.1. Sistematik Derlemeye Dahil Edilen Araştırmalar.

ARAŞTIRMANIN ADI, YILI, YAZARI	ÇALIŞMA GRUBU VE ÖRNEKLEM SAYISI	ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	SONUÇLAR
Athanasios Z. Jamurtas, Ioannis G. Fatouros, Chariklia K. Deli ve ark., (2018). The Effects of Acute Low-Volume HIIT and Aerobic Exercise on Leukocyte Count and Redox Status. (Akut Düşük Hacimli HIIT Egzersizi ve Aerobik Egzersizin Lökosit Sayısı ve Redoks Durumu Üzerindeki Etkileri)	Çalışmaya yaş ortalamaları 22,4 ± 0,5 yıl olan 12 genç erkek katılmıştır.	Çalışma, çapraz araştırma şeklinde yapılmıştır. Deneklere ilk ölçümlerinde aerobik egzersiz çalışması yaptırılmıştır. Bir haftalık aradan sonra aynı 12 kişiye interval egzersiz çalışması yaptırılmıştır. Deneklerin $MaxVO_2$ değerleri 'Monark 843E' bisiklet ergometri testi kullanılarak ölçülmüştür. Aerobik egzersiz çalışması 30 dakika boyunca %70 $MaxVO_2$ de bisiklet sürme egzersizi ile yaptırılmıştır. İnterval çalışma ise 30 saniyelik 4 sprint bisiklet egzersizinden (0,375 kg / kg vücut kütlesi direncine karşı) oluşturulmuştur. İnterval çalışmada ortalama güç 412,5 ± 77,3 W' tır. Her sprintten sonra 60 saniyelik dinlenme araları verilmiştir. Kan örnekleri; egzersizden hemen sonra, 24, 48 ve 72 saat sonra alınmıştır. Kan örneklerinden; WBC, lenfosit, monosit, gronülosit ve toplam antioksidan kapasite gibi değerlere bakılmıştır.	Araştırma sonuçlarına bakıldığında toplam antioksidan kapasite, egzersizden hemen sonra ve egzersizden 24 saat sonra HIIT çalışmasını takiben önemli ölçüde arttı. Aerobik egzersizde ise egzersizden hemen sonra toplam antioksidan kapasitenin arttığı diğer ölçümlerde bir artışın olmadığı görülmüştür. Antioksidan kapasite; HIIT'i takiben egzersizden hemen sonra ve egzersizden 24 saat sonra, aerobik çalışmaya göre önemli ölçüde daha yüksekti. WBC oranlarına bakıldığında, egzersizden hemen sonra HIIT'deki artış aerobik egzersize kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti. Lenfosit yüzdesi, HIIT'te egzersiz sonrası değerlerine bakıldığında egzersiz öncesine göre önemli ölçüde arttı. HIIT'deki artış aerobik egzersize kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti. Monositler her iki egzersiz çalışmasında da önemli ölçüde değişmedi. Granülosit miktarında, egzersizden

Tablo 4.1. in devamı.

			hemen sonra, HIIT ve aerobik egzersizde düşme yaşandı. Ancak HIIT' te bu düşme daha büyüktü.
Huı-Yıng Luk, Amy L. Mckenzıe, Anthony A. Duplanty ve ark., (2016). Leukocyte Subset Changes in Response to a 164-km Road Cycle Ride in a Hot Environment. (Sıcak Bir Ortamda 164 Km'lik Yol Bisikleti Sürüşünün Lökosit Alt Kümesi Üzerinde Yaptığı Değişiklikler)	Araştırmaya yaş ortalamaları 49 ± 8 olan 28 erkek ve yaş ortalamaları 42 ±12 olan 4 kadın toplam 32 kişi katılmıştır. Katılımcıların programa dahil edilmesi için daha önce 164 km'lik bir yarışı 9 saatten az bir zamanda tamamlama kriteri getirilmiştir.	Bisiklet yarışı ortalama sıcaklığı 35 ±5ºC olan Teksas Eyaletinde yapılmıştır. Katılımcılara 164 km'lik eğlence amaçlı bir bisiklet yarışması olan 2013 Hotter'N Hell Hundred' ı 9 saatten az bir sürede tamamlamaları istenmiştir. Katılımcılara hız, yiyecek, içecek ve dinlenme konularında bir kriter söylenmemiştir. Egzersiz ortalama 6,4 ±1 saat sürmüştür. Egzersizin başlangıcından bitişine kadar sürücüler ortalama 12,4 ±8 saat dinlenmişlerdir. Kan örnekleri egzersizden 1-2 saat önce ve egzersizin tamamlanmasından hemen sonra alınmıştır. Alınan kan örneklerinde toplam lökosit sayıları, nötrofil, monosit ve lenfosit sayıları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonunda bu yarışın katılımcılara çok yoğun bir egzersiz olarak gelmediği görülmüştür (ortalama ($MaxVO_2$ 76 ±6).	Toplam lökositlerin ve her lökosit alt kümesinin konsantrasyonları ön test ve son test karşılaştırıldığında önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Artış yüzdesi toplam lökositler için % 134 nötrofiller için % 319, monositler için % 24 ve lenfositler için % 53'tür. Hem lökosit hem de nötrofil konsantrasyonları eşit olarak artarken, monositler ve lenfositler bu duruma tam olarak uymamıştır. 32 katılımcının 13'ünün monosit konsantrasyonunun ön test ve son test karşılaştırılmasında bir azalma fark edildi. 8 kişinin ise lenfosit konsantrasyonunda (ön test ve son test verileri karşılaştırıldığında yine azalma görülmüştür. Bu bulguların nedeni belirsiz olarak nitelendirilmiştir. Ancak olası nedenleri arasında doğal olarak meydana gelen bireysel farklılıklar, ısıya alışma

Tablo 4.1. in devamı.

			ve/veya bağışıklık işlevindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği söylenmiştir. Genel olarak, bu çalışma, egzersiz sırasında hız, yiyecek ve sıvı alımı ile ilgili talimatlar veya kısıtlamalar olmadan 164 km'lik bir bisiklet etkinliğinin (≥5-8 saat) önemli ölçüde lökosit sayılarını (lökositoz) arttırdığını göstermiştir.
Serkan İ., Serkan H., ve Kadir G. (2010). Aerobik ve anaerobik egzersizlerin hümoral bağışıklığa akut etkisi.	Yaş ortalamaları 21,6 yıl olan 18 gönüllü sedanter erkek üniversite öğrencisi rastgele aerobik ve anaerobik olarak 2 gruba ayrıldı.	Akut aerobik egzersiz çalışması, % 50 $MaxVO_2$ de 45 dakika bisiklet sürme şeklinde yapılırken anaerobik bisiklet egzersizi % 120 $MaxVO_2$ de tükeninceye kadar yapılmıştır. Çalışmaya katılan bireylere, hazırlanan aerobik egzersiz protokolü uygulandıktan 1 hafta sonra anaerobik egzersiz protokolü uygulandı. Çalışmada egzersiz öncesi, egzersizin hemen sonrası ve egzersizden 24 saat sonrasındaki venöz kan örnekleri alınmıştır. Bu kan örneklerinde immünoglobülin (IgA, IgM, IgG, IgF) ve kompleman(C3 ve C4) değerleri incelenmiştir.	Aerobik ve anaerobik egzersize katılan deneklerin IgA, IgM, IgG, IgE, C3, C4 parametrelerindeki değişimler literatürle paralellik göstermesine karşın istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, farklı türdeki egzersizlerin hümoral bağışıklık sistemine akut etkisinin önemsiz derecece az olduğu ve benzer etkilere sahip oldukları ifade edilmiştir.
Hossein Ali Khazaei , Arman Jalili ve Zari Sanchuli (2014). The Effect Of One Over Heavy Exercise Session In Serum Level Of Immunoglobins (IgG,	Araştırmaya yaş ortalaması 27 ± 8 olan 35 profesyonel ayak voleybolu sporcusu katıldı. Bu sporcuların tümü üst düzey bir ligde profesyonel olarak ayak	Çalışmada, Monark bisiklet ergometresi aracılığıyla bir anaerobik egzersiz seansı (Wingate testi) kullanılmıştır. Sporcular 30 saniye boyunca maksimal güçlerinde bisiklet	Tekrarlanan ölçüm testi sonuçları, ayak voleybolu sporcularında egzersizden önce, sonra ve egzersizden 2 saat sonra serum IgG

Tablo 4.1. in devamı.

IgA and IgM) in Sepak Takraw Athletes (Ağır Bir Egzersiz Seansının Ayak Voleybolu Sporcularının Serum İmmünoglobulin (IgG, IgA ve IgM) Düzeyine Etkisi.)	voleybolu oynamaktadır.	pedalını çevirdiler. Sporculara teste başlamadan önce 5 dakika ısınma seansı ve test bittikten sonra 2 dakika soğuma seansı uygulandı. Egzersizden önce, hemen sonra ve egzersizden 2 saat sonra kan örnekleri alınarak IgA, IgG ve IgM parametreleri incelendi.	düzeylerinde anlamlı bir değişiklik olduğunu gösterdi. Ancak egzersiz öncesi, sonrası ve 2 saat sonra sporculardan alınan serum IgM ve IgA seviyeleri istatistiksel olarak anlamlı değildi.
Li ve Cheng (2017). Alterations of immunoendocrine responses during the recovery period after acute prolonged cycling. (Akut uzun süreli bisiklet egzersizinden sonra iyileşme periyodu sırasında immünoendokrin yanıtlardaki değişiklikler.)	Yaş ortalamaları 21,6, Rekreasyonel olarak aktif (ortalama $MaxVO_2$ değerleri 54,2 ml/kg/dk) ve bisiklete aşina olan 10 sağlıklı erkek	Akut aerobik egzersiz çalışması % 55 $MaxVO_2$ de 2 saat süreyle bisiklet sürme şeklinde yapıldı. Egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra, egzersizden 1, 3, 6, 9 saat sonra venöz kan örnekleri alındı. Egzersizden 1 gün önce denekler aç bırakılarak glukoz konsantrasyonlarına bakıldı.	Sonuç olarak, tek bir akut uzun süreli egzersiz plazma glukoz konsantrasyonlarını düşürdü. Ancak dolaşımdaki lökosit, nötrofil ve monosit sayılarını 9 saat boyunca arttırdı. Plazma kortizol konsantrasyonları da arttı ancak 6 saat boyunca hücre bazında nötrofil fonksiyonu baskılandı. Bu çalışmanın bulguları, % 55 aerobik güçte 2 saatlik bir bisiklet egzersizinin immünoendokrin sistem üzerindeki etkisinin, açlık durumunda egzersizden yaklaşık 9 saat sonra geri kazanılacağını göstermektedir.
Scharhag J., Meyer T., Gabriel H., Schlick B., Faude O., Kindermann W.. (2015) Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function?	Yaş ortalaması 26,1 ± 7 olan 9 bisikletçi, 3 triatloncu olmak üzere toplam 12 kişi.	Bisiklet parkurunda anaerobik eşiğin % 70 yoğunluğunda ($MaxVO_2$ nin % 59' una denk gelir) 240 dakika bisiklet sürme egzersizi yapılmıştır. Egzersiz öncesi, hemen sonrası, 1saat, 2 saat, 1 gün sonralarında kan	4 saatlik egzersizden 1 saat sonra yapılan ölçümlerde Il-6 ve CPR değerlerinde yüksek miktarda artış tespit edildi. NK hücrelerinin, monositlerin ve

Tablo 4.1. in devamı.

(Orta yoğunlukta uzun süreli bisiklet antrenmanları, bağışıklık hücresi işlevini etkiler mi?)		numuneleri alınarak İnterlökin-6 (IL-6) ve C-reaktif protein (CRP), lökosit ve lenfosit sayıları, doğal öldürücü hücre (NK) aktiviteleri, nötrofil ve monosit miktarlarına bakılmıştır.	nötrofillerin mutlak sayıları artmasına rağmen, hücre bazında NK hücre aktivitesi, nötrofil ve monosit fagositozu ve monosit aktivitesinde egzersizden sonra önemli ölçüde bir değişme yaşanmadı. Orta yoğunlukta uzun süreli bisiklet egzersizi, ilk savunma hattındaki hücrelerin işlevini ciddi şekilde değiştirmiyor gibi görünmektedir. Bu nedenle, tek bir tipik yol bisikleti egzersiz seansının bağışıklık sistemi üzerindeki etkisi sadece orta düzeydedir ve immünolojik açıdan güvenli görünmektedir
Halit B., İrfan Y., Özkan I., Tülay K., Tuncay B. (2018). Genç Yetişkin Kadınlarda Düzenli Aerobik Egzersizlerin İnflamatuar Belirteçler Üzerine Etkisi	Çalışmaya yaş ortalamaları 21,9 olan 27 sedanter kadın gönüllü katıldı.	Katılımcılar 8 hafta, haftada 3 gün, günde 75 dakika düzenli aerobik yürüme, koşma ve yürü-koş aktivitelerini gerçekleştirdiler. Egzersizler ilk 1. ve 2. haftalar için kişisel maksimum kalp atım hızının (Maks. KAH) %40-49 şiddetinde, 3. ve 5. haftalar için % 50-59 şiddetinde, 6. ve 8. Haftalar için % 60-69 şiddetinde kademeli bir şekilde artırılarak uygulatıldı. Sekiz haftalık aerobik egzersizlerin öncesi ve sonrasında katılımcılardan alınan kan örneklerinde; C-reaktif protein (CRP), interlökin-6 (IL-6) ve tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α) düzeylerine bakılmıştır.	Araştırma bulgularına göre, katılımcıların TNF-α, IL-6 ve CRP düzeylerinin ön test ve son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular 8 haftalık düzenli aerobik egzersizlerin, katılımcıların serum TNFα, IL-6 ve CRP düzeylerini anlamlı olarak düşürdüğü ve düzenli aerobik egzersizlerin kronik hastalıklara yakalanma riskini azaltabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 4.1. in devamı.

M.W. Kakanis, J. Peake, E.W. Brenu, M. Simmonds, B. Gray, S.L. Hooper, S.M. Marshall-Gradisnik (2010). " The Open Window of Susceptibility to İnfection After Acute Exercise in Healthy Young Male Elite Athletes." (Genç Sağlıklı Elit Atletlerde Akut Egzersiz Sonrası Enfeksiyona Duyarlı Açık Pencere Dönemi)	Araştırmaya yaş ortalamaları 24,2 ± 5,3 olan 10 erkek "A" sınıfı bisikletçi katıldı.	Araştırmaya katılan atletler İkinci ventilasyon eşiğinin % 90'ında iki saat egzersiz yaptı. Belirlenmiş bağışıklık parametrelerini incelemek için kan örnekleri egzersizden önce, hemen sonra, 2 saat, 4 saat, 6 saat, 8 saat ve 24 saat sonra alındı. İncelenen bağışıklık değişkenleri arasında toplam lökosit sayıları, nötrofil oranı lenfosit alt kümelerinin sayıları (CD4 +, CD8 + ve CD16 + / 56 +), doğal öldürücü hücre aktivitesi (NKCA) ve NK fenotipleri (CD56dimCD16 + ve CD56bright CD16) bulunmaktadır.	Egzersizin hemen sonrasında alınan kan örneklerinde toplam lenfosit sayılarında anlamlı bir artış vardı. Egzersizden 2 saat sonra ise toplam lenfosit sayılarında anlamlı bir düşüş yaşandı. CD4 + T-hücre sayıları egzersiz öncesine göre egzersizden 4 saat ve egzersizden 6 saat sonra önemli ölçüde artmıştır. Bununla birlikte, NK (CD16 + / 56 +) hücre sayıları, egzersiz öncesine kıyasla egzersiz sonrası 4. saatte, 6. saatte ve 8 saatte anlamlı olarak azalmıştır. CD56bright CD16- NK hücre sayıları ise egzersizden hemen sonra yapılan incelemede önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir. Nötrofil oksidatif patlama aktivitesi yapılan egzersize karşı önemli ölçüde değişiklik göstermezken, nötrofil hücre sayısı ise egzersiz öncesine kıyasla egzersizden hemen sonra ve egzersizden 2 saat sonra önemli ölçüde artmıştır. Bu artış, 8 saat boyunca egzersiz öncesi seviyelerinin üstünde kalmıştır. Nötrofil fagositik fonksiyonunda, egzersiz sonrası 2. saatten, egzersiz sonrası

Tablo 4.1. in devamı.

			6. ve 24. saatlere kadar anlamlı bir azalma görülmüştür. Eozinofil hücre sayıları, egzersiz sonrası 2. saatten, 6 saat sonrasına ve egzersizden 8 saat sonrasına önemli ölçüde artmıştır. Sonuç olarak; Egzersiz sonrası toplam lenfositlerin, NK hücrelerinin ve nötrofil fagositik fonksiyonun baskılanması; sürekli yapılan dayanıklılık egzersizlerinin ÜSYE riskini arttırmasıyla ilişkili olabilir.
Özgür N. ve Füsun T. (2011). Effects of Long-Term Aerobic Exercise Program in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Uzun Süreli Aerobik Egzersiz Programının Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığına Etkileri.)	Yaşları 60-85 arasında değişen orta ve şiddetli düzeyde (evre 2 ve 3) KOAH' ı olan 29 kişi rastgele atama yöntemiyle egzersiz grubu (14 kişi; 3 kadın, 11 erkek) ve kontrol grubu (15 kişi; 2 kadın, 13 erkek) olarak ikiye ayrıldı.	Egzersiz grubuna haftada 3 gün, 6 ay süresince yürüyüş egzersizleri yaptırıldı. Başlangıçta yürüme süresi 20 dakika ve algılanan zorluk düzeyi (Borg skalasına göre) 11 olarak belirlendi. 2. haftadan sonra yürüyüş süresi her hafta 5 dakika olacak şekilde arttırıldı. 8. haftadan itibaren egzersize, yürüyüş süresi 50 dakika ve algılanan zorluk derecesi 14 olarak devam edildi. Araştırmaya katılan bireylere; solunum fonksiyon testleri, 6 dakika yürüme mesafesi ve alt ekstremite kuvvet testi başlangıçta, üçüncü ayda ve altıncı ayda olmak üzere üç kez yapıldı.	Altı ay süreli aerobik egzersiz, yaşlı KOAH hastalarında alt ekstremite kas kuvvetinde, fonksiyonel egzersiz kapasitesinde ve pulmoner fonksiyonda anlamlı iyileşme sağlamaktadır. Bu iyileşme özellikle 3. aydan sonra daha belirgindir. Bu sonuç egzersiz programlarının uzun süreli planlanması gerektiğini düşündürmektedir.
Shehab M Abd El-Kader and Fadwa M Al-Shreef (2018).	Araştırmaya yaşları 61-67 arasında değişen 60 sedanter yaşlı denek katıldı.	A grubuna, haftada 3 gün günde 40 dakika koşu bandında, aerobik egzersiz	A ve B guruplarının; yaş, kilo, boy, maksimum kalp atım hızı, vücut

Tablo 4.1. in devamı.

Inflammatory Cytokines and İmmune System Modulation by Aerobic Versus Resisted Exercise Training for Elderly (Yaşlılarda Aerobik ve Direnç Egzersizlerinin İnflamatuar Sitokinler ve Bağışıklık Sistemi Üzerindeki Etkileri)	Denekler daha sonra rastgele 2 eşit gruba ayrıldı. A grubundakiler aerobik egzersiz çalışması yapan bireylerden, B grubu ise direnç egzersizi yapan bireylerden oluşmuştur.	yaptırıldı. Egzersizler ilk 3 ay maksimum kalp atım hızının % 60-70' inde yaptırılırken sonraki 3 ayda bu değer % 70-80' e çıkartılmıştır. Maksimum kalp atım hızları 220-yaş formülüne göre hesaplanmıştır. B grubundaki yaşlılar, haftada 3 gün günde 40 dakika ağırlık çalışması yaptı. Denekler 8 farklı alette çalıştılar. Bunlar: "Göğüs press, biceps curl, triceps extension, lower back, abdominals, leg press, leg curl and leg extension." Bu çalışmalar 8-12 tekrardan oluşan 3 set üzerinde yapıldı. Denekler maksimum kaldırabilecekleri ağırlığın % 60-80' inde çalıştılar ve art arda 3 çalışmada 8 tekrarlı seti tamamlayabilenlerin ağırlığı 5 kg arttırıldı. Deneklerden egzersiz öncesi ve egzersizler bittikten sonra kan örnekleri alındı ve TNF-α, IL-6, IL-10, CD3 sayısı, CD4 sayısı, CD8 sayısı ve CD4 / CD8 oranına bakıldı.	kitle indeksi gibi değişkenler açısından aralarında anlamlı bir fark yoktur. A grubunun; TNF-α, IL-6, CD3 sayısı, CD4 sayısı, CD8 sayısı ve CD4/CD8 oranlarının ortalama değerlerinde sırasıyla % 32,7, % 31,8, % 32,1, % 21,9, %33.7 ve % 24,3 azalma olmuştur. IL-10 değerinde ise % 28,4 artış görülmüştür. B grubunda ise aynı değişkenlerin ortalama değerlerinde % 3,5,% 3,3,% 4,9,% 2,9,% 3,7 ve % 3,4 IL-10'da ise % 3,8 azalma tespit edilmiştir. A grubunda IL-10'un ortalama değerindeki önemli artışa ek olarak TNF-α, IL-6, CD3 sayısı, CD4 sayısı, CD8 sayısı ve CD4 / CD8 oranının ortalama değerleri anlamlı şekilde azalmıştır ancak B grubunda artış olmasına rağmen sonuçlar anlamlı bulunmamıştır. Bu çalışma; aerobik egzersizin yaşlılar için bağışıklık sistemi ve inflamatuar belirteçler göz önüne alındığında direnç egzersizlerine göre daha uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.1. in devamı.

Mehmet Ü., Serap E., Abidin K., Günnur D. (2011). Aerobik ve Anaerobik Akut Egzersizlerin İmmün Parametreler Üzerindeki Etkileri.	24 erkek sedanter üniversite öğrencisi rastgele aerobik ve anaerobik olmak üzere 2 eşit gruba ayrıldı. Aerobik grubun yaş ortalaması 25 iken anaerobik grubun yaş ortalaması 20'dir.	Aerobik Grup; eşik altı kalp hızında, MaxVO_2 nin % 50'sinde 30 dk. Anaerobik Grup; eşik üstü kalp hızında, MaxVO_2 nin % 75'inde 20 dk, Monark 814- E ve 818 model ergometrik bisikletlerle egzersiz yaptılar. Egzersiz öncesi, egzersizden 1dk sonra ve egzersizden 45dk sonra venöz kan örnekleri alınarak; hemoglobin, Hct, eritrosit, lökosit, nötrofil, lenfosit, monosit, eozinofil, bazofil) ve trombosit değerlerine bakıldı.	Aerobik gruptan egzersiz öncesi, egzersizden 1dk ve 45dk sonra venöz kan örnekleri alındığında; egzersizden 1dk sonra total lökosit sayısında % 8 artış olduğu, bu artışın nötrofillerden (% 9) ve lenfositlerden (% 4) kaynaklandığını tespit edildi. Nötrofillerdeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunurken lenfositlerdeki artış anlamlı değildir. Egzersizden 45dk sonra alınan kan örneklerinde lökopeni görüldü (% 9). Lökopeninin, nötropeni (% 4) ve lenfopeniden (% 16) kaynaklandığı tespit edildi. Anaerobik grupta ise egzersizden 1dk sonra alınan kan örneğinde egzersiz öncesine göre total lökosit sayısında ileri derecede (% 70) artış tespit edildi. Lökosit formülüne bakıldığında bu artışın nötrofilli (% 60), lenfositoz (% 88) ve monositozdan (% 73) kaynaklandığı görüldü. Egzersizden 45dk sonra alınan kan örneklerinde lökosit miktarı başlangıç seviyesine dönerken, nötrofilinin devam ettiği (% 16) fakat lökosit (% 22) ve monositlerin (% 7) başlangıç seviyesinin

Tablo 4.1. in devamı.

			altına düştüğü tespit edildi.
David B. Bartlett, Leslie H. Willis, Cris A. Slentz ve ark. (2018). Ten weeks of high-intensity interval walk training is associated with reduced disease activity and improved innate immune function in older adults with rheumatoid arthritis: a pilot study. (10 Haftalık Yüksek Yoğunluklu İnterval Yürüyüş Egzersizi, Romatoid Artritli Yaşlı Bireylerde Azalmış Hastalık Aktivitesi ve Gelişmiş Doğal Bağışıklık Fonksiyonu ile İlişkilidir: Pilot Çalışma).	Çalışmaya yaş ortalamaları 64 ± 7 olan Romatoid Artritli sedanter 12 yaşlı birey (11 kadın ve 1 erkek) dahil edildi. Kontrol gurubu olarak aynı yaş ortalamasına sahip 13 dahil edildi.	Deneklere; 10 hafta boyunca haftada 3 gün, 30 dakikalık interval egzersiz yaptırıldı. Bu egzersizlerde yapılan interval çalışma programı, 60-90 saniye $MaxVO_2$ nin % 80–90'ında koşu bandında yürüyüş daha sonra aynı sürelerde $MaxVO_2$ nin % 50-60'ında aktif dinlenme yürüyüşü şeklinde ayarlandı. Koşu bandı hızı olarak 1-4.6 mph arasında egzersiz çalışması yaptırıldı ve eğer yürüme hızıyla hedeflenen kalp hızına ulaşılamazsa, kalp hızını artırmak için koşu bandına eğim (% 2-15) eklendi. Egzersizin, ilk 5 dakikalık kısmı ısınma, son 5 dakikalık kısmı ise soğumadan oluşuyordu. Kan örnekleri egzersiz çalışmasından önce ve 10 haftalık çalışmanın bitiminden en az 24 saat içinde alınarak nötrofil, lenfosit, monosit, eozinofil bakterileri fagasitoz (yutma) işlevine, CXCL-8, IL-6, IL-10, TNF-a, IL-1 p ve C-reaktif protein (CRP) değerlerine bakıldı.	10 haftalık çalışmanın ardından yapılan ölçümlerde aerobik kapasite artmış, hastalık aktivitesinde azalma tespit edilmiş ve nötrofillerin fagositoz yapma yeteneği gelişmiştir. Bu da doğuştan gelen bağışıklık sisteminin bakterileri yok etme gücünün arttığına kanıt olarak gösterilmiştir. Ayrıca; IL-1p, IL-6, CXCL-8, TNF-α, anti-inflamatuar sitokin IL-10 için hiçbir anlamlı değişiklik gözlenmemiştir. Elde edilen veriler, HIIT yürüyüşünün RA hastalarında, hastalık aktivitesini azaltmak ve genel sağlığı iyileştirmek için verimli, tolere edilebilir ve oldukça etkili bir müdahale olabileceğini göstermektedir.
Serkan İ. (2006). Aerobik ve Anaerobik Egzersizin Bağışıklık Sistemine Akut Etkisi.	Yaş ortalamaları 21,6 ± 1,6 yıl olan 18 sedanter üniversite öğrencisi gönüllü olarak katılmıştır.	Çalışmaya katılan deneklerin $MaxVO_2$ değerleri Astrand Bisiklet Ergometre testi ile belirlenmiştir. Deneklere $MaxVO_2$'nin % 50 şiddetinde 45 dakika süreyle aerobik egzersiz ve $MaxVO_2$'nin % 75-	Aerobik egzersizde egzersiz öncesine göre, egzersizden hemen sonra ve 24 saat sonraki değerlerdeki değişiklikler anlamsız bulunurken anaerobik

Tablo 4.1. in devamı.

		80 şiddetinde 20 dakika, süreyle anaerobik egzersiz yaptırıldı. Çalışmada egzersiz öncesi, egzersizin hemen sonrası ve egzersizden 24 saat sonra venöz kan örnekleri alınarak, T-lenfosit, B-lenfosit pozitif hücre ve immünglobülin değerlerine bakılmıştır.	egzersizde egzersiz öncesine göre, egzersizden hemen sonraki artışlar (lökositoz, lenfositoz, nötrofîli, monositoz, B-lenfosit) ve T-lenfositteki azalmalar anlamlı bulunmuştur. Egzersiz öncesine göre 24 saat sonraki azalmalar (lökopeni, lenfopeni,nötropeni, B-lenfosit) ve T-lenfositteki artışlar anlamlı bulunmuştur. Her iki egzersiz tipi karşılaştırıldığında ise; egzersizden hemen sonraki ölçümlerde lökosit, lenfosit, mönosit, nötrofil, bazofil, T-lenfosit, B-lenfosit' de anlamlı fark tespit edilirken, eozinofil ve immunglobinlerde anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, anaerobik egzersizin aerobik egzersize göre bağışıklık sistemi elemanlarını daha çok etkileyebileceği düşünülmektedir.
Kürşat K. (2014). Effects of Acute Aerobic and Anaerobic Exercise on Humoral Immune Factors in Elite Athletes. (Elit Sporcularda Akut Aerobik ve Anaerobik Egzersizin	Bu çalışma yaş ortalamaları 20±1,4 olan ve her biri en az 5 yıldır haftada üç kez günde 120 dakika boyunca voleybol oynayan 40 erkek sporcu ve 20 sağlıklı sedanter kontrol grubu olmak üzere gruplar oluşturuldu.	Egzersiz grubundaki denekler rastgele iki gruba ayrıldı. Grup 1'i oluşturan 20 sporcu, Karvonen protokolünü kullanarak egzersizleri belirlendikten sonra koşu bandında 30 dakika aerobik egzersiz yaptı. Grup 2'yi oluşturan 20 sporcu, Wingate	Sporcuların IgA ve IgG düzeyleri sedanterlere göre daha yüksek iken sedanter grupta başlangıç kalp hızı ve kan basıncı değerleri yüksekti. Sporcuların C3 ve C4 değerlerinin her iki egzersiz protokolünden

Tablo 4.1. in devamı.

Humoral Bağışıklık Faktörleri Üzerine Etkileri.)		test protokolüne göre 30 saniye boyunca anaerobik egzersiz yaptı. Gruplardan; egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra, egzersizden 4 saat sonra, 2 ve 5 gün sonra kan örnekleri alınarak IgG, IgM, IgA, C3, C4 parametreleri incelendi.	hemen sonra egzersiz öncesi değerlere göre baskılandığı görüldü. Her iki egzersiz protokolünden dört saat sonra, egzersiz öncesi değerlere kıyasla değerlerin hiçbiri anlamlı değildi. İki ve beş günlük aerobik egzersizden sonra sporcuların IgA, IgG ve IgM düzeyleri egzersiz öncesi düzeylere göre anlamlı olarak arttı. G2'de IgA, IgG veya IgM değerlerinde önemli bir değişiklik olmadı. Sonuç olarak, bu çalışma düzenli olarak yapılan orta şiddette egzersizin hormon salınımını etkilediğini ve bazı humoral bağışıklık sistemi parametrelerini (IgA, IgG veya IgM) güçlendirdiğini, organizmayı zorlayan maksimum egzersizin bu parametreleri baskıladığını göstermektedir.
Baruch W., Bareket F., Einat K., Judith R., Hava S., Yonathan Y., Alon E., (2010). Cellular Immune Response to Anaerobic Exercise among Gymnasts and Untrained Girls. (Jimnastikçiler ve	Çalışmaya, yaşları 10-12 olan bir yıl boyunca haftada en az 22 saat antrenman yapmış ve 3 ila 5 yıllık sporcu geçmişine sahip 7 jimnastikçi kız ile aynı yaşlarda 6 sedanter kız katıldı.	Her iki gruba da supramaksimal düzeyde (Fleisch Metabo İsviçre) bisiklet ergometresi ile Wingate anaerobik egzersiz testi yaptırıldı. Kan örnekleri egzersizden önce, hemen sonra ve 24 saat sonra alınmıştır. Çalışmada bağışıklık	Lökosit sayısı; özellikle nötrofiller ve lenfositler, 30 saniyelik supramaksimal egzersizi takiben artmış ve her iki grupta da 24 saat sonra taban değerlerine dönmüştür. Toplam T hücresi ve B hücresi

Tablo 4.1. in devamı.

Antrenmansız Kızlar Arasında Anaerobik Egzersize Hücresel Bağışıklık Tepkisi.)		parametreleri olarak; lökosit, lenfosit, nötrofil, monosit, bazofil, eozanofil, trombosit ve lenfosit alt gruplarına bakılmıştır.	konsantrasyonlarının yanı sıra T yardımcı (CD4) ve T baskılayıcı (CD8) sayısı her iki grupta da egzersizden hemen sonra arttığı ve 24 saat sonra azaldığı görülmüştür. Doğal öldürücü hücre sayısı egzersizden sonra yükseldi ve her iki grupta da egzersizden 24 saat sonra yükselmeye devam etti. Özetle, her iki grup arasında hücresel bağışıklık fonksiyonunda egzersize bağlı değişiklikler ortaya çıkmıştır. Bu değişiklikler yetişkinlerde açıklanan değişikliklere benzer değerler göstermektedir.
Fulya E. ve Mehibe A. (2018). The Effect of 4 Month Cycling Trainings Performed On Elite Cyclists On Some Immunological Parameters. (Elit Bisikletçiler Üzerinde Gerçekleştirilen 4 Aylık Bisiklet Antrenmanının Bazı İmmünolojik Parametreler Üzerindeki Etkisi)	Araştırmaya deney grubu olarak, yaş ortalamaları 17,66±0,81 yıl olan, uluslararası yarışmalara katılan elit düzeyde 15 erkek bisikletçi ve kontrol grubu olarak yaş ortalaması 18,13±0,91 olan 15 sedanter erkek birey katılmıştır.	Deney grubuna ait bisikletçilere orta ve alt maksimal yoğunlukta 4 ay boyunca haftada 6 gün düzenli egzersiz programı uygulandı. Sporcular, yolda ve bisiklet odasında bisiklet antrenmanı, koşu parkurunda koşu egzersizi yaptılar. Ayrıca spor salonunda hazırlanan fitness programını uyguladılar. 4 aylık kronik antrenman öncesinde ve 4 ay sonrasında bisikletçilerin dirsek damarından kan örnekleri alındı. Çalışmada immünoglobulinler ve lökosit parametreleri incelendi.	Deney grubundaki 4 aylık kronik bisiklet antrenmanı sonucunda antrenman öncesi ve sonrası lökosit, % monosit, nötrofil, %nötrofil, lenfosit, %lenfosit değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken, monosit, eozinofil, %eozinofil, bazofil ve %bazofil parametrelerinde anlamlı bir tespit edilmedi. IgA, IgG ve IgE parametrelerinde anlamlı farklar gözlenirken, IgM parametresinde anlamlı fark bulunmadı.

Tablo 4.1. in devamı.

			Deney grubu ve kontrol grubunun lökosit sayıları incelendiğinde; lenfosit, monosit,% monosit, eozinofil, %eozinofil, bazofil parametrelerinde anlamlı bir fark görülmezken, lökosit, nötrofil, %nötrofil, %lenfosit ve %bazofil arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi. Her iki gruba ait immünolojik parametreler incelendiğinde, IgA, IgG ve IgM parametrelerinde kontrol ve deney grubu arasında anlamlı farklılık olduğu görüldü. IgE parametresi için durum böyle değildi. Sonuç olarak, kronik egzersiz sonucunda bazı lökosit ve immünoglobulin parametreleri artmıştır. Bu artış, bağışıklık sisteminin egzersize verdiği tepkiye bağlanmıştır.
Nabia G. ve Saad M. (2017). Influence of Aerobic and Anaerobic Training an Immune Variables Among Long and Short Distances Players. (Uzun Ve Kısa Mesafeli Yarışçıları Arasında Aerobik Ve Anaerobik Egzersizin Bağışıklık Değişkenleri Üzerindeki Etkisi)	Yaşları 20-22 arasında değişen Mansoura Üniversitesi atletizm branşından 14 erkek kolej oyuncusu, 7 oyuncu uzun mesafe ve 7 oyuncu kısa mesafe olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır.	Araştırma 6 hafta sürmüştür. Uzun mesafe aerobik çalışma yapan grup % 55-60 MaxVO_2 de haftada en az 4 gün antrenman yaparken kısa mesafe(anaerobik) grup ise % 70-80 MaxVO_2 de haftada 3-4 gün antrenman yapmıştır.	Araştırma sonucunda, aerobik ve anaerobik grupların bağışıklık parametreleri birbirleriyle karşılaştırıldığında Trombosit, Lenfosit, Nötrofil, Bazofil, IgE ve IgG değerleri arasında önemli bir fark yoktur. Ancak her iki gruptaki erkek atletizm kolej

Tablo 4.1. in devamı.

			oyuncularının ön test ve son test değerleri karşılaştırıldığında kırmızı kan hücreleri, hemoglobin, beyaz kan hücreleri, Lenfosit, Nötrofil, IgA, IgE ve IgG değerlerinde iyileşme sağlanmıştır. Bu değişimin oranı % 13,75'ten % 85.62'ye yükseltilmiştir. Sonuç olarak, antrenman yoluyla bağışıklık değerleri iyileştirilebilir.
Chiang J, Huang YW, Chen ML, Wang SY, Huang AC, Chen Y, (2010). Comparison of anti-leukemic immunity against U937 cells in endurance athletes versus sedantary controls. (Dayanıklılık Sporcuları İle Sedanter Kontrol Grubunun U937 Hücrelerine Karşı Anti-Lösemik Bağışıklığın Karşılaştırılması)	Yaşları 20-23 arasında değişen 5 elit erkek bisiklet sporcusu ve yine yaşları 20-23 arasında değişen 5 sedanter erkek. Çalışmaya katılanların boy uzunlukları, kas kütleleri birbirine yakındır. Elit sporcuların en az 4 yıldır aktif olarak bisiklet yarışlarına katıldığı bilinmektedir.	Deneklerin kan hücrelerinde MNC (mononükleer hücre) lere bakıldı. Sporculardan ve sedanterlerden alınan kan örnekleri PHA(fitohemaglutinin) ortamına bırakılmıştır. PHA bağışıklığı test etmek için kullanılan ve yüksek miktarları toksit olan bir tür proteindir. Testten önce sporcular ve sedanter erkekler arasında yaş, boy, vücut kitle indeksi, maksimum kalp atım hızı gibi parametreler karşılaştırıldığında bir fark görünmezken $MaxVO_2$ değerleri arasında çok büyük fark vardı (37 ml/kgxdk. – 82 ml/kgxdk).	Çalışma sonucunda alınan kan örnekleri işlenip incelendiğinde, dayanıklılık sporcularının PHA ortamında, U937 hücrelerinde CD68 ve CD14 eskpresyonunun sedanterlere göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuç da dayanıklılık sporcularının sedanter bireylere göre daha yüksek anti-lösemik bağışıklığa sahip olduğunu göstermiştir.
J. Hum Kinet, (2012). The Role of Aerobic and Anaerobic Training Programs on CD^{34+} Stem Cells and Chosen Physiological Variables	Çalışma, egzersiz geçmişi 4-9 yıl arasında değişen 18-24 yaş aralığında, 20 sağlıklı erkek sporcu ve 20-22 yaş aralığında 10 sedanter kontrol grubundan oluşmuştur. Sporcu grubu,	12 haftalık aerobik ve anaerobik eğitim programları gerçekleştirildi. Aerobik egzersiz yapanlar haftada 5 gün Dr. Phil Esten' in aerobik egzersiz programını uyguladılar. Anaerobik egzersiz	$MaxVO_2$, aerobik egzersiz çalışmalarında anaerobik programa kıyasla önemli ölçüde artmıştır. Başlangıçta sporcu grubunun $MaxVO_2$ ortalaması

Tablo 4.1. in devamı.

(Aerobik ve Anaerobik Egzersiz Programlarının CD^{34+} Kök Hücreler ve Seçilmiş Fizyolojik Değişkenler Üzerindeki Rolü)	aerobik egzersiz yapan ve anaerobik egzersiz yapan olarak 2 eşit gruba ayrıldı.	yapanlar ise haftada 3-4 kez Tom Green' in anaerobik antrenman programını uyguladılar. Kontrol grubu düzenli egzersiz yapmadı. $MaxVO_2$ değerleri Astrand Rhyming protokolü kullanılarak ölçüldü.	52± 1,8ml/kg iken çalışmadan sonra (Aerobik grup:62 ± 2,2 ml / kg / dk Anaerobik grup: 54 ± 2,1 ml / kg / dk). Hemotolojik değerler, aerobik programa göre anaerobik programda önemli ölçüde arttı,(1.veriler anaerobik-2. veriler aerobik) RBC'ler (5,3 ± 0,3 ve 4,9 ± 0,2 mln / ul), WBC'ler (6,6 ± 0,5 ve 6,1 ± 0,4 µl), HB (15,4 ± 0,4 ve 14,2 ± 0,5 g / de) CD^{34+} kök hücre sayısı (251,6 ± 21,64 ve 130 ± 14,61) ve sedanter program (172 ± 24,10). Bu bulgular, anaerobik egzersiz programlarının egzersize daha iyi uyum sağladığını ve kök hücre sayımlarının antrenmanlı ve hareketsiz denekler arasında farklılık gösterebileceğini göstermektedir.
Patlar S, (2010). Effects of acute and 4-week submaximal exercise on leukocyte and leukocyte subgroups. (4 Haftalık Akut Submaksimal Egzersizin Lökosit ve Lökosit Alt Grupları Üzerindeki Etkileri.)	Çalışmaya yaş ortalaması 23,08 ± 1,37 yıl, ortalama vücut ağırlığı 74,66 ± 10,49 kg ve boy ortalaması 1,80 ± 6,41 cm olan 8 beden eğitimi öğrencisi katılmıştır.	Denekler Monark 814-E ve 818 model ergometrik bisikletlerde eşik kalp hızının üzerinde ve Max VO_2'nin % 75'inde 20 dakika, haftada 3 gün 4 hafta süreyle egzersiz yaptı. Deneklerden egzersize başlamadan önce ve egzersiz bittikten hemen sonra ve son egzersizden 2 saat sonra üç kez kan örnekleri alınmıştır. Çalışmada incelenen immün	Her iki egzersiz sonrası ölçümde elde edilen lökosit sayıları egzersiz öncesi değerlerden önemli ölçüde daha yüksekti, egzersizden iki saat sonra ölçülen lökosit değerleri egzersizden hemen sonra ölçülenlerden farklı değildi. Egzersiz öncesi ve sonrası nötrofil

Tablo 4.1. in devamı.

		parametreleri; lökosit, nötrofil, monosit, eozinofil ve bazofildir.	seviyeleri arasında fark yoktu, oysa egzersizden 2 saat sonra ölçülen nötrofil değerlerinin diğer ikisine göre anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü. Antrenmandan hemen sonra elde edilen lenfosit yüzdeleri, hem egzersizden önce hem de egzersizden 2 saat sonra elde edilenlerden daha yüksekti. Ek olarak, egzersizden 2 saat sonra lenfosit yüzdeleri egzersiz öncesi ve sonrası değerlere kıyasla önemli ölçüde daha düşük bulundu. Egzersizden hemen ve 2 saat sonra monosit, eozinofil ve bazofil değerleri farklı değildi, ancak egzersiz öncesi değerlere göre önemli ölçüde azaldığı bulundu.
Tomar R, Antony CV, (2016). Effect of 16 Weeks Six a Side Recreational Football on Serum Immunoglobulin and White Blood Cells in Untrained Males. (16 Haftalık Rekreasyonel Amaçlı Futbol Antrenmanının Sedanter Erkeklerde Serum İmmünoglobulin Ve Beyaz Kan Hücreleri Üzerindeki Etkisi)	Araştırma yaş ortalaması (18,87 ± 0,79) olan 27 sedanter erkekten oluşmuştur. Daha sonra bu katılımcılar rastgele 2 gruba ayrıldı. Futbol (n = 12) ve kontrol grubu (n = 15).	Futbol grubuna 16 haftalık denetimli rekreasyonel futbol antrenmanı yaptırıldı. Antrenmanlar, haftada iki kez, 30 dakika süren futbol seanslarından oluştu. Bu çalışma, 16 haftalık futbol çalışmasının, futbol oynayanlarda ve kontrol gurubundaki erkeklerde serum immünoglobülini ve beyaz kan hücrelerini nasıl etkilediğini incelemiştir.	Araştırma sonucunda, müdahale gurubundaki erkeklerin 16 haftalık futbol antrenmanı sonucunda toplam beyaz kan hücre sayısında (WBC) artış görülmüştür. Bu durum şimdiye kadar yapılan çalışmalarda yenilik olarak gösterilmiştir. Ancak Rekreasyonel futbol, serum immünoglobülini önemli ölçüde etkileyemedi, ancak IgG seviyelerinde

Tablo 4.1. in devamı.

			bazı önemli artışlar görülmüştür.
Onuegbu JA, Usman SO, Meludu SC, Olisekodiaka JM. (2015). Effect of moderate and vigorous physical exercises on serum immunoglobulins G and M of healthy male individuals in Anambra State. (Anambra Eyaletinde Orta ve Şiddetli Fiziksel Egzersizlerin Sağlıklı Erkek Bireylerin Serum İmmünoglobulin G ve M Üzerindeki Etkisi).	Araştırmada yaşları 18 ila 35 arasında değişen 100 erkek yer almıştır. Bu grup daha sonra eşit şekilden rastgele 2 gruba ayrılmıştır. 1. grup (güçlü egzersiz grubu) 2. Grup (orta egzersiz grubu).	Araştırma 4 hafta sürmüştür. 1. grup, günde 2 saat haftada 5 gün futbol oynayan 50 erkekten oluşurken 2. grup, günde 30 dakika haftada 3 gün futbol oynayan 50 erkekten oluşmuştur. Deneklerden, egzersiz öncesi, egzersizden 2 hafta sonra ve egzersizden 4 hafta sonra kan numuneleri alınarak IgG ve IgM değerleri karşılaştırılmıştır.	Araştırma sonucunda orta egzersiz grubunda, ortalama vücut kitle indeksi azalırken IgG arttı ancak bu artış tümüyle anlamlı değildi. Ortalama serum IgM miktarı; egzersiz öncesi sonuçlarla karşılaştırıldığında, egzersizden 2 ve 4 hafta sonra artmıştır ancak 4. haftanın sonundaki artış daha fazladır. Şiddetli egzersiz grubunda ortalama vücut kitle indeksi azalırken ortalama serum IgG arttı ancak anlamlı değildi. Ortalama serum IgM, önemli ölçüde artmıştır. Şiddetli fiziksel egzersiz, zindeliği ve sağlığı önemli ölçüde artırabilir ancak orta şiddette fiziksel egzersiz, sık sık ve uzun bir süre boyunca yapıldığında, gelişmiş bağışıklık tepkisi üretir.
Mehmet İ. ve Sıtkı Ö., (2006). Sporcularda Kısa ve Uzun Süreli Egzersizlerde İmmünoglobulin G Alt Gruplarının Plazma Değerleri	Çalışmaya, yaş ortalamaları 18 ± 2 olan 21 sporcu katılmıştır.	Sporcular 8 hafta boyunca her gün 45-60 dakika arasında egzersiz yaptı. Egzersiz süresince her gün 15dk ısınma amaçlı düz koşu ($MaxVO_2$'nin % 40), 15dk germe egzersizleri (ısınma amaçlı), 20dk kültür fizik hareketleri, 5dk Jokking ve 5dk germe egzersizleri (soğuma amaçlı) yapıldı. Egzersizlerin birinci ayı kısa	Egzersize başlamadan önceki değerler, egzersizin birinci ayı sonrasındaki (kısa süreli egzersiz) değerlerle karşılaştırıldığında IgG, IgG1, IgG2, IgG3 ve IgG4 parametrelerinde bir artış görünmezken egzersize başlamadan önceki değerler ile,

Tablo 4.1. in devamı.

		süreli, ikinci ayı ise uzun süreli egzersiz olarak değerlendirildi. Çalışma süresince sporculardan; egzersiz öncesi, egzersizin birinci ay sonu ve egzersizin ikinci ay sonu olmak üzere 3 kez kan örneği alındı.	egzersizin ikinci ayı sonrasındaki (uzun süreli egzersiz) değerler karşılaştırıldığında IgG, IgG2, IgG3 ve IgG4 parametrelerinde önemli bir artış olduğu ve sadece IgG1 parametresinde bir artış olmadığı tespit edildi Uzun süreli egzersiz yapanlarda oluşan bu artışın, egzersizlerin yapmış olduğu stresin, uzun süreli ve düzenli devam eden egzersizlerden sonra ortadan kalkmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir
Christina M. Dieli-Conwright, Jean-Hugues Parmentier, Nathalie Sami (2017). Adipose Tissue Inflammation in Breast Cancer Survivors: Effects of a 16-week Combined Aerobic and Resistance Exercise Training Intervention (16 Haftalık Kombine Aerobik ve Direnç Egzersiz Çalışmasının Meme Kanserinden Kurtulan Kadınlarda Yağ Doku İltihaplanmasına Etkisi).	Araştırmaya, obez (VKİ>30) 1. 2. ve 3. evrelerde meme kanseri hastası olup radyoterapi kemoterapi tedavilerini tamamlamış ve bu tedavilerin üzerinden en az 6 ay geçmiş 20 kadın dahil edildi. Bu 20 kişi daha sonra rastgele eşit 2 gruba ayrıldı. Birinci gruba, aerobik ve direnç egzersizinden oluşan bir çalışma programı uygulanmıştır. İkinci grup ise kontrol grubudur. 10 kişiden oluşan egzersiz grubunun yaş ortalaması 53,0 ± 10,0, vücut kitle indeksinin ortalaması 33,5 ± 5,7, vücut yağ yüzdesi % 36,8 ± 4,7'dir. Kontrol grubunun yaş ortalaması	Kombine aerobik ve direnç egzersiz programı, Amerikan Spor Hekimliği Koleji/Amerikan Kanser Derneği (ACSM/ACS) yönergelerine göre tasarlanmıştır. Bu yönergeye göre kanserden kurtulanlar için haftada 2-3 gün direnç egzersizi ve 150 dakikalık orta şiddette aerobik egzersiz yapılması önerilmiştir. Bu çalışmaya katılan denekler, 16 hafta boyunca haftada 3 gün bir eğitmen eşliğinde bire bir antrenman yapmıştır. Bu antrenmanın 1. ve 3. günleri 80 dakikalık direnç ve aerobik egzersiz çalışmasından oluşurken 2. gün 50 dakikalık aerobik egzersiz çalışmasından oluşmuştur. Her egzersiz seansı $MaxVO_2$' nin % 40-50'sinde 5	Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, 16 haftalık antrenman programı egzersiz grubunda; vücut ağırlığı, yağ kütlesi, vücut yağ yüzdesi, bel çevresi, kalça çevresinde azalma ve yağsız kütlede bir artış olmak üzere vücut kompozisyonunda önemli gelişmelerle sonuçlandı. Başlangıç ile karşılaştırıldığında, tüm vücut kompozisyonu ölçümleri egzersiz grubu için önemli ölçüde iyileşirken vücut yağ yüzdesi kontrol grubunda başlangıca göre önemli ölçüde arttı. Özellikle; egzersiz grubu, diyet yapmadığı

Tablo 4.1. in devamı.

	55,0 ± 4,5, vücut kitle indeksinin ortalaması 33,3 ± 8,7, vücut yağ yüzdesi % 36,4 ± 5,7 olarak ölçülmüştür.	dakikalık ısınma egzersizi ile başlatılmıştır. Daha sonra bunu; leg press (LP), lunges (LUN), leg extension (LE), leg fleksiyon (LF), chess press (CP), seated row (SR), triceps extension (TE) ve biceps curl (BC) egzersizi izlemiştir. Direnç egzersizi, her egzersiz arasında resmi bir dinlenme süresinin belirlenmediği ve daha çok bir kas grubunun dinlenirken diğer bir kas grubunun aktif olduğu bir devre antrenmanı tarzında gerçekleştirildi. Egzersiz çalışması şu şekilde gerçekleştirilmiştir: LP-CP-LUN-SR-LE-TE-LF-BC. Alt ekstremite çalışmaları için maksimal kuvvetin % 80'inde, üst ekstremite çalışmaları için ise maksimal kuvvetin % 60'ında egzersiz yoğunluğu uygulanmıştır. Katılımcılar arka arkaya 2 çalışma seansında belirlenen ağırlıkta 10 tekrardan oluşan 3 seti tamamlayabildiklerinde ağırlık % 10 artırıldı. Tekrarlar, kas dayanıklılığını güvenli bir şekilde oluşturmak için her 4 haftada bir 10'dan (4. hafta) 12'ye (8. hafta) ve 15'e (12. hafta) çıkarılmıştır. Direnç egzersizinin ardından, katılımcılar koşu bandında yürüme/koşma, kürek çekme veya bisiklet gibi egzersizlerden istediklerini seçerek aerobik egzersiz çalışmasına başlamışlardır.	halde yağ kütlesinde yaklaşık 4 kg'lık bir azalma yaşadı. Egzersiz grubunun egzersiz çalışmaları ile kardiyometabolik profili de iyileştirildi. Egzersiz grubu katılımcılarının; açlık kan şekeri, insülin, toplam kolesterol, LDL, trigliseritler, HgA1c ve artmış HDL-C'de seviyelerinde başlangıç düzeyine ve kontrol grubuna kıyasla düşüşler yaşanmıştır. Kontrol grubunda ise insülin, toplam kolesterol, LDL ve HbA1c, önemli ölçüde artmıştır. 16 haftalık çalışmanın ardından, egzersiz grubu, kontrol grubuna ve başlangıca göre plazma CRP, leptin, TNF-a, IL-6, IL-8, IL-12p40, IL-12p70 seviyelerinde önemli düşüşler görülmüştür. Kontrol grubunda ise leptin, IL-6 ve IL-8'de önemli artışlar yaşandığı görülmüştür. Egzersiz grubunun yağ dokusundaki inflamatuar stokinlerinde düşüş görülürken anti-inflamatuar parametrelerde artış tespit edilmiştir. Egzersiz grubunu yağ dokusundaki iltihaplanma oranı azalmıştır. Kontrol grubunda ise artmıştır.

Tablo 4.1. in devamı.

		Egzersiz maksimum kalp atım hızının (HR) % 65-80'inde gerçekleştirildi. Aerobik egzersiz seanslarının süresi, kardiyorespiratuar kondisyon arttıkça 30 dakikadan (1. hafta) 50 dakikaya (16. hafta) çıkarılmıştır. Daha sonra $MaxVO_2$'nin % 40-50'sinde 5 dakikalık bir soğuma egzersizi ile antrenman sonlandırılmıştır.	Sonuç olarak bu çalışma, anti-inflamatuar seviyesindeki artışlar, hem sistemik hem de yağ dokusu seviyesindeki sitokin profilindeki gelişmelerle ölçülen, obez meme kanserinden kurtulanlarda orta ila şiddette aerobik ve direnç egzersizinin yağ dokusu iltihabını hafifletebileceğini göstermektedir.
Jose Mario Morgado, Luis Rama, Isabel Silva ve ark. 2012 Cytokine Production by Monocytes, Neutrophils, and Dendritic Cells Is Hampered by Long-Term Intensive Training In Elite Swimmers. (Elit Yüzücülerde Uzun Süreli Yoğun Egzersizler İle Monosit, Nötrofil ve Dentritik Hücreler Tarafından Sitokin Üretimi Engellenir).	Portekiz'in ulusal seviyedeki yüzücülerinden 16 erkek (yaş ortalamaları 18±2) ve 6 kadın (yaş ortalamaları 18±1) toplam 18 elit yüzücü çalışmanın müdahale grubu olarak araştırmaya dahil edildi. Kontrol grubu ise sedanter 7 erkek (18,6±1,1) ve 4 kadın (yaş ortalamaları 19,8±0,5) olmak üzere toplam 11 kişiden oluşmuştur Yüzücüler 6 ila 9 yıllık antrenman geçmişine sahip sporculardan seçilmiştir	Sporcuların, Eylül-Nisan ayları arasında yaptıkları 29 haftalık antrenman programları kontrollü olarak izlendi. Çalışmanın ilk 7 haftalık kısmı % 95,7'lik kısmı aerobik, % 4,3 lük kısmı ise anaerobik egzersizlerden oluşuyordu. 7 ve 24. haftalar arası antrenmanın şiddeti ve yoğunluk arttırılmıştır. Anaerobik çalışmaların ağırlıklı oranı % 6'ya yükseltilmiştir. Son 5 haftalık kısım ise müsabaka dönemine denk geldiği için anaerobik çalışmaların ağırlıklı oranı % 7,8'e çıkarılmıştır. Kan örnekleri, antrenman sezonu boyunca sporculardan 4 kez, sedanterlerden ise 3 kez egzersizden 36 saat sonraki dinlenmeden sonra toplandı. İlk kan alımı sezon öncesi sporcuların tatil yaptığı bir zaman diliminde alındı. Bu sezon başlangıcında sporcuların temel değerlerinin belirlenmesini sağlamıştır.	Sporcularda 2 günden uzun süren rahatsızlıklar kaydedilerek semptomlar listesine kaydedildi. Semptomlar listesi, grip ve benzeri hastalık anketine (Avrupa Grip Gözetim Planı (EISS)) göre yapıldı. Bu kapsamda; soğuk algınlığı, öksürük, burun akıntısı, baş ağrısı, boğaz ağrısı, kas ağrısı, ishal, karın ağrısı, soğuk titremeler, ateş gibi parametreler değerlendirildi. Bu semptomların yoğun olarak görüldüğü haftalar; 4, 5, 10, 11, 13, 19, 20, 21 ve 22. haftalardır. Bu haftaların ortak özelliklerine bakıldığında antrenmanların yoğunlaştığı dönemlere denk geldiği görülmektedir. Yapılan araştırmada

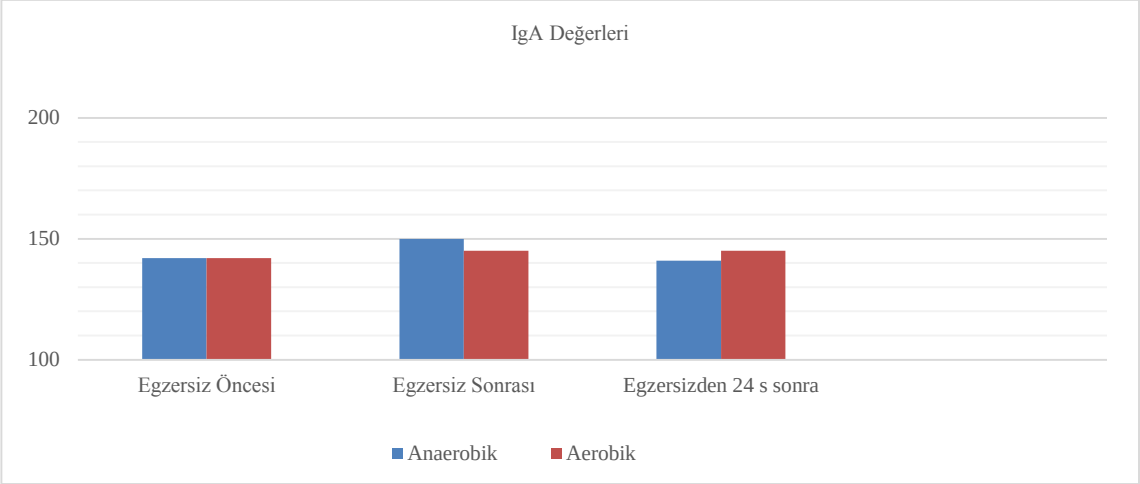
Tablo 4.1. in devamı.

		İkinci kan alımı aerobik çalışmaların yoğun bir şekilde yapıldığı ilk 7 haftalık dönemden sonra alındı. Üçüncü kan alımı anaerobik antrenman yoğunluğunun artmaya başladığı bir dönemde 24. haftadan sonra alındı. Son kan alımı ise müsabakalardan sonra ani bir antrenman düşüşünün gözlendiği 29. haftada alındı.	sonuç olarak; yüzme gibi düzenli, uzun süreli ve yoğun yapılan antrenmanların, bağışıklık hücrelerinin yani monositlerin, dentritik hücre ve nötrofillerin, enfeksiyonlara karşı inflamatuar sitokin üretme kapasitesini etkileyebileceğini göstermektedir. Bu hücreler ve ürettikleri sitokinler bağışıklıkta kilit rol oynadığından, patojenlere karşı yapılan savunma tehlikeye girebilir. Bu da muhtemelen uzun süreli yoğun antrenman dönemlerinden sonra atletlerde ÜSYE şikâyetlerinin görülme sıklığının artmasını açıklayabilir.

4.2. Sistematik Derlemeye Dâhil Edilen Araştırmalar

Serkan ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptığı çalışmada, aerobik ve anaerobik egzersizlere hümoral bağışıklık parametrelerin verdiği akut tepkinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, çalışmaya yaş ortalamaları 21,6 yıl olan 18 sedanter erkek gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmaya katılan deneklerin $MaxVO_2$ değerleri Astrand Bisiklet Ergometre testi ile belirlendi. Aerobik egzersiz için $MaxVO_2$'nin % 50'sinde, 45 dakika süreyle bisiklet egzersizi yaptırıldı. Anaerobik egzersiz için $MaxVO_2$'nin % 120'siyle tükeninceye kadar bisiklet egzersizi yaptırıldı. Egzersizlerin her ikisi de

Monark marka Ergomedic E5 model bisiklet ergometresinde yapıldı. Çalışmada egzersiz öncesi, egzersizin hemen sonrası ve egzersizden 24 saat sonra venöz kan örnekleri alınarak, IgA, IgM, IgG, IgE, C3, C4 değerlerine bakıldı. Alınan kan örneklerinde immünoglobulin ve kompleman değerlerini belirlemek için Roche Sismex 2000 XLİ ve Olympus kiti ile birlikte AU 400 kan analiz cihazından faydalanıldı. Çalışmanın istatistiksel analizleri; tek yönlü varyans analizi ile yapıldı. Farklı egzersiz tiplerinin aynı zamanlarının karşılaştırılmasında ise Paired t test kullanıldı. Aerobik ve anaerobik egzersize katılan deneklerin IgA, IgM, IgG, IgE, C3, C4 parametrelerindeki değişimler literatürle paralellik göstermesine karşın istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Serkan ve ark., 2010).



Grafik 4.1. IgA (mg/dL AO±SH) Değerlerinin Karşılaştırılması (Serkan ve ark., 2010).

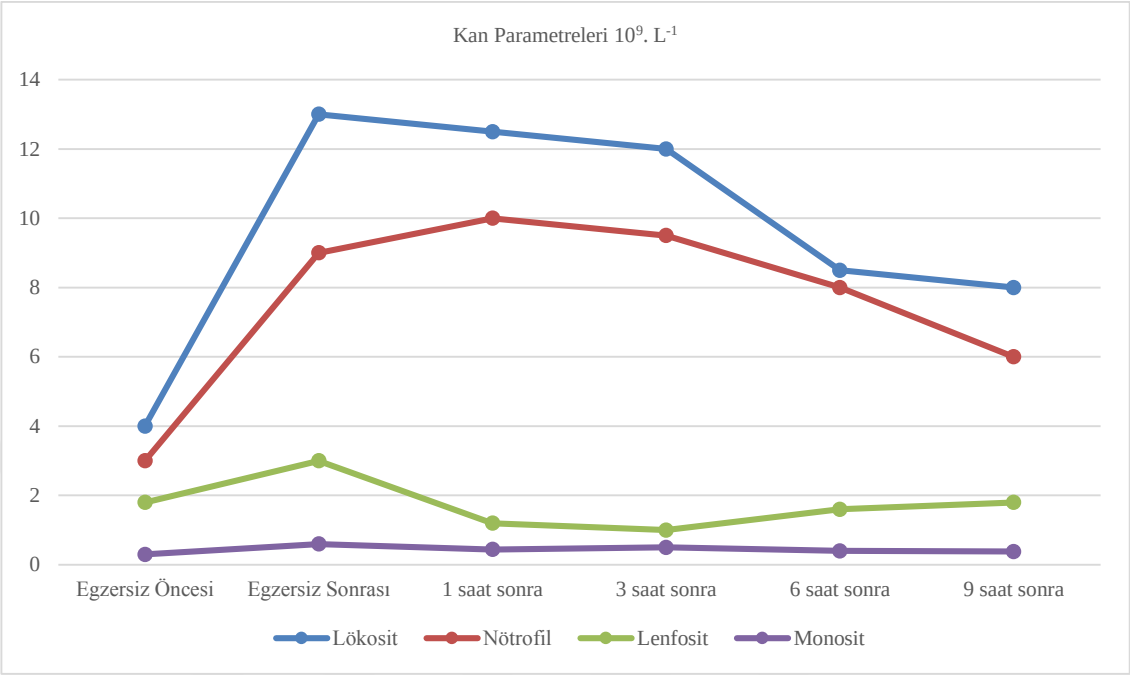
Bu bulgular farklı tipteki egzersizlerin humoral bağışıklık sistemine akut etkisinin önemsiz olduğunu ve benzer etkiye sebep olduğunu göstermektedir. Yapılan bu çalışmada, immünoglobulin değerlerinde herhangi bir değişmenin olmaması immünoglobulinlerin egzersize akut cevabıyla açıklanabilir. Literatürde immünoglobulinlerin düzenli ve uzun süren antrenmanlar sonucu artış gösterdikleri ancak kısa süreli egzersizlerin immünoglobulin parametrelerine akut etkisinin olmadığı bildirilmektedir (Niehlsen ve ark.,1991; Shek, & Shephard 1994).

Li ve Cheng'in 2017 yılında yapılan çalışmasının amacı, uzun süreli bisiklet egzersizini takiben immünoendokrin yanıtların iyileşme zaman sürecini belirlemekti. Etik Kurul onayı ile 10 sağlıklı erkek (yaş 21,6+0,9 yıl, boy 1,77 +0,01 m, vücut kütlesi 66,9 + 1,8 kg, MaxVO_2 54,2 + 2,0 ml kg^{-1} dak^{-1}). En az 6 gün arayla % 55 MaxVO_2'lik aerobik güçte 2 saatlik bisiklet egzersizi yaptı.

Bisiklet egzersizleri (Monark 874E) üzerinde sürekli artan egzersiz testi aracılığıyla yapılmıştır. Denekler 70W ile başlayarak her 3 dakikada bir 35W artan bir bisiklet sürüşüne başladı. Kadans (kadans dakikada çevrilen pedal sayısı) 70 devir / dakika $^{-1}$ de tutuldu ve kalp hızı, radyotelemetri kullanılarak izlendi (Li, & Cheng 2017).

Egzersiz ölçümleri bittikten 6 gün sonra istirahat durumunda tekrar kan değerleri alınarak egzersiz sonrası değerlerle karşılaştırıldı. Egzersiz çalışmasından 1 gün önce su alımına izin verilmesine rağmen hiçbir yiyecek tüketilmedi. Venöz kan örnekleri egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve egzersiz sonrası 1, 3, 6 ve 9. saatlerde toplandı. Hematolojik analiz, otomatik bir hücre sayacı kullanılarak gerçekleştirildi. Plazma hormon konsantrasyonları ELISA kitleri kullanılarak belirlendi. Nötrofil degranülasyonu (bakteri ile uyarılan) ve oksidatif patlama (formil-metiyonil-lösil-fenilalanin ile uyarılan), sırasıyla bir ELISA kiti ve bir kemilüminesans deneyi kullanılarak ölçüldü. Sonuçlar, post hoc ile iki faktörlü tekrarlanan ANOVA ölçümleri kullanılarak analiz edildi (Li, & Cheng 2017).

Bu çalışmanın ana bulguları, dinlenme durumuyla ile karşılaştırıldığında, akut tek bir uzun süreli egzersiz çalışmasının plazma glukoz konsantrasyonlarını düşürdüğü görülmüştür. Ancak dolaşımdaki lökosit, nötrofil ve monosit sayıları 9 saat boyunca artmıştır (Grafik 4.2.). Plazma kortizol konsantrasyonları da artmış ancak 6 saat boyunca hücre bazında nötrofil fonksiyonu baskılanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları, immünoendokrin yanıtlar üzerindeki tek bir uzun süreli bisiklet egzersizi etkisinin, egzersizden 9 saat sonra açlık durumunda geri kazanılacağını düşündürmektedir (Li, & Cheng 2017).



Grafik 4.2. Toplam Lökosit, Nötrofil, Lenfosit ve Monosit Miktarlarındaki Değişimler (Li, & Cheng 2017).

Yoğun antrenman programlarında, sporcuların performansını ve bağışıklık yeterliliğini korumak için optimum bir iyileşme aralığı gerekli olacaktır. Yeni bir egzersize başlamanın optimum iyileşme aralıklarını belirlemek için farklı egzersiz yoğunluklarının, egzersiz sürelerinin, iyileşme türlerinin ve besin takviyelerinin immünoendokrin yanıtların iyileşme süresi üzerindeki etkilerini araştırmak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Li, & Cheng 2017).

Halit ve arkadaşlarının (2018) "Genç Yetişkin Kadınlarda Düzenli Aerobik Egzersizlerin İnflamatuar Belirteçler Üzerine Etkisi" konulu araştırmasına 18-28 yaş aralığında, 27 kadın (Yaş ortalamaları: 21,92±3,27 yıl; Boy ortalamaları: 164,82±5,23 cm.) katılmıştır. Katılımcılara sekiz hafta, haftada 3 gün, günde 75 dakika düzenli aerobik egzersizler yaptırıldı. Egzersizler, pazartesi, çarşamba ve cuma günleri, 10.00-12.00 saatleri arasında; 15 dakika ısınma, 45 dakika aerobik egzersiz programı ve 15 dakika da soğuma evresinden oluştu. Egzersizler ilk 1. ve 2. haftaları için kişisel maksimum kalp atım hızının % 40-49 şiddetinde, 3. ve 5. haftalar için % 50-59

şiddetinde, 6. ve 8. Haftalar için % 60-69 şiddetinde kademeli bir şekilde artırılarak uygulatıldı. Egzersizlerin ısınma evresi, düz koşular, koşu oyunları, çeşitli eğitsel oyunlar ve dinamik germe hareketlerini içermektedir. Aerobik egzersizlerin ana evresinde, haftalara göre yüklenme yoğunluğuna dikkat edilerek tartan pistte tempolu yürüme, koşma ve yürü koş aktiviteleri gerçekleştirildi. Soğuma evresi ise, düşük şiddetli yürüyüş ve statik germe egzersizlerini içermektedir. Egzersizlerinin yoğunluğunu/şiddetini belirlemek için Karvonen metodu kullanılarak her bir birey için çalışmanın şiddeti ayrı ayrı belirlendi. Egzersiz boyunca kalp atım hızları polar M400 GPRS nabız monitörü ile kontrol edildi (Halit ve ark., 2018).

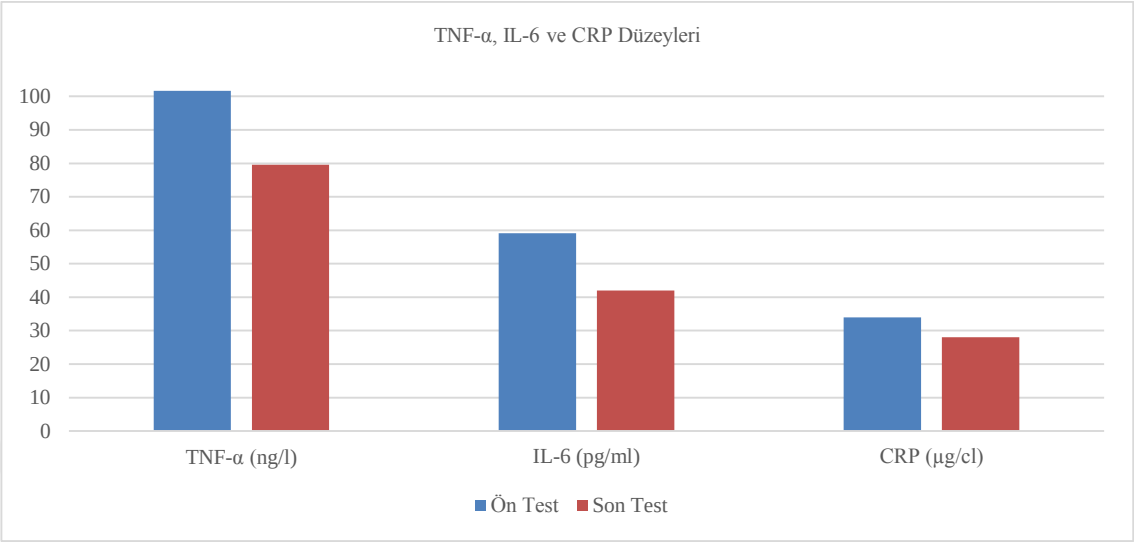
Karvonen metodu: Bireyin istirahat kalp atım sayısı (İKAS) ve maksimum kalp atım sayısı (MKAS) arasındaki kalp atım sayısı (KAS) dikkate alınır. Hedef kalp atım sayısı (HKAS) formülü aşağıdaki gibi hesaplanır.

Maks. KAS= 220-yaş

HKAS = % Egzersiz yoğunluğu (MKAS + İKAS)- İKAS (Jahromi ve ark., 2014).

Katılımcılardan 8 haftalık egzersiz öncesi ve sonrası 2 ml kan örnekleri antekübital venlerinden EDTA'lı tüplere alındı. Katılımcılardan ön test için alınan numuneler egzersiz programının ilk antrenmanından 1 saat önce ve 8. haftanın son antrenmanından hemen sonra alındı.

Sonuçlar karşılaştırıldığında katılımcıların TNF-α, IL-6 ve CRP düzeylerinin ön test ve son test değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p< 0,01$) (Grafik4.3.). Buna göre, sekiz haftalık düzenli aerobik egzersizlerin katılımcıların serum sitokin ve inflamatuar belirteç düzeylerini azalttığı tespit edilmiştir (Halit ve ark., 2018).



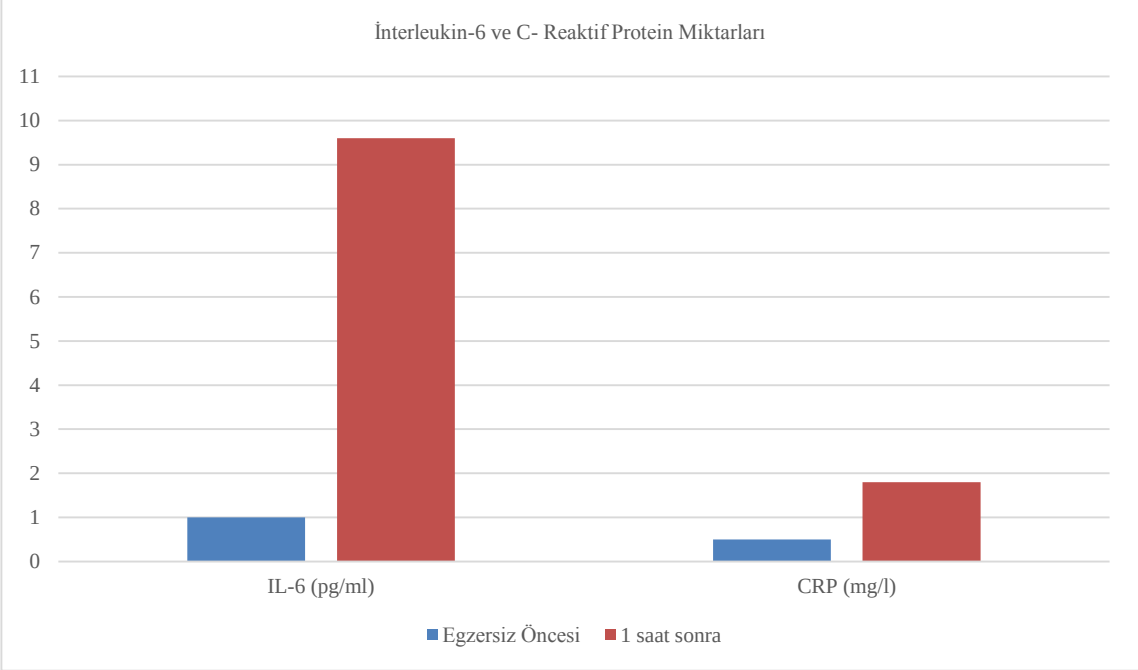
Grafik 4.3. TNF-α, IL-6 ve CRP Düzeylerinin Ortalama Değerleri (Halit B. ve ark., 2018).

Sonuç olarak, sekiz haftalık düzenli aerobik egzersizler ile katılımcıların doku oksijenizasyonunun artışına bağlı serum sitokin ve inflamatuar belirteç seviyelerinin düştüğü belirlenmiştir. Bu durum düzenli egzersiz yapan bireylerin özellikle kalp-damar hastalığı gibi kronik hastalıklara yakalanma riskini azaltabileceğini düşündürmektedir (Halit ve ark., 2018).

Scharhag ve arkadaşlarının (2015) "Orta yoğunlukta uzun süreli bisiklet antrenmanları, bağışıklık hücresi işlevini etkiler mi?" adlı çalışmasında; 12 erkek sporcuyu (dokuz yol bisikletçisi, üç triatlet), (6,5 yıldır bisiklete binen yol bisikletçilerinden ve geçen sezon haftada en az 11 saat koşu antrenmanı yapmış triatloncular dan oluşmaktadır) denek olarak kullandılar. Bu sporcular; ortalama 26 yaşında olup 179 cm boy, 71 kg ağırlık, % 11,6 vücut yağına sahiptiler.

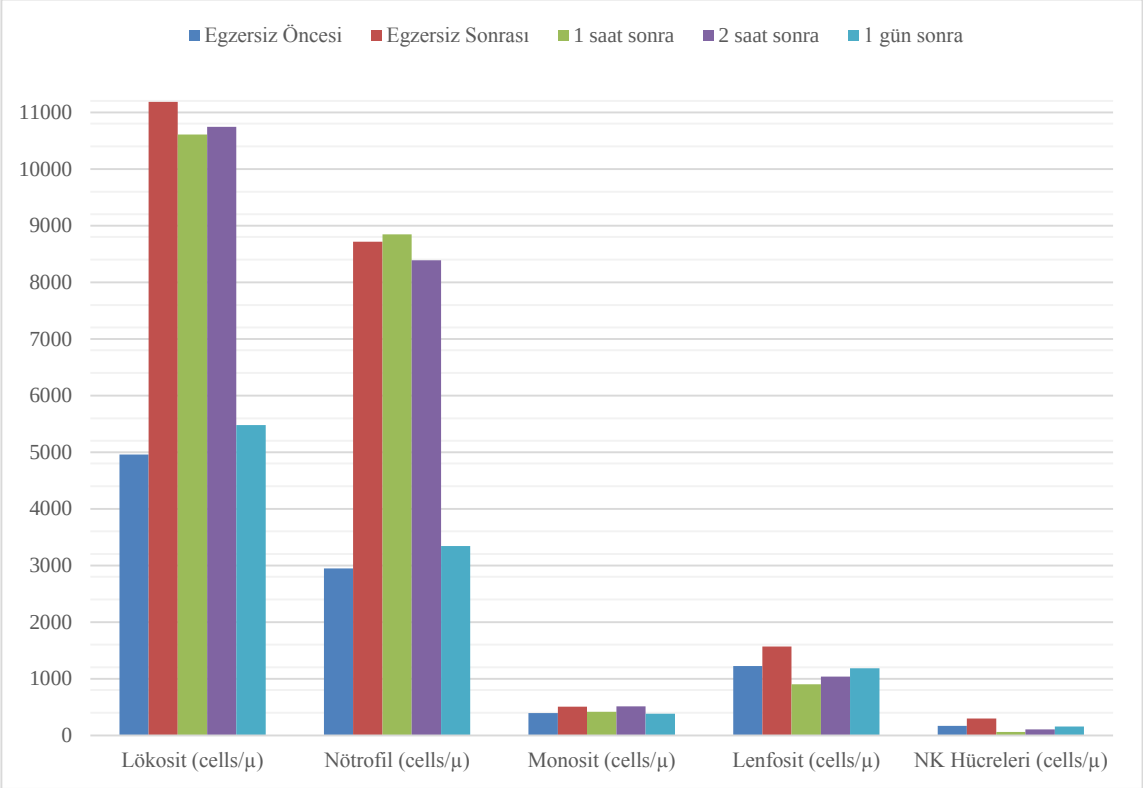
Kalp değerleri EKG kullanılarak ölçüldü. Anaerobik eşik noktası, 100 W' lık güçte arttırmalı bisiklet egzersiz testi ile başlatıldı ve tükenene kadar her 3 dakikada bir 50 W arttırıldı. Laktat konsantrasyonlarını belirlemek için her aşamanın sonunda ve egzersizin kesilmesinden 1, 3, 5 ve 10 dakika sonra kulak memesinden kan örnekleri alındı (Scharhag ve ark., 2015).

Ek olarak $MaxVO_2$ değerleri, doğrudan karıştırma odası spirometrisi (Cortex MetaMax I, Leipzig, Almanya) ile ölçüldü. ($MaxVO_2$ değerinin % 59 seçilmesinin nedeni; bisiklet yarışmalarının % 80' inin % 65 $MaxVO_2$'nin alında geçirilmesindendir). Sporcular 400 m'lik bir pistte, sabit hızda, % 70 IAT(bireysel anaerobik eşik) yoğunluğunda 4 saatlik bisiklet egzersizi yaptılar (Scharhag ve ark., 2015). Her 30 dakikada bir sıvı alımına izin verildi ve sadece karbonhidrat veya enerji içeriği olmayan su, maden suyu gibi içeceklerin alınması sağlandı. Testler, Nisan ve Ekim ayları arasındaki yaz sezonunda gerçekleştirildi. Her katılımcı denemeye sabah 9'da başladı. Ek olarak, herhangi bir egzersiz olmaksızın ayrı bir kontrol gününde, belirlenen parametrelerin sirkadiyen (biyolojik saat) ritimlerini izlemek için aynı deneklerde aynı kan örnekleme programı gerçekleştirildi. Katılımcılara egzersizde ve kontrol gününde aynı kahvaltıyı sabah 7 civarında almaları söylendi. Testlerden önceki günlerde yorucu egzersiz yasaktı (Scharhag ve ark., 2015).



Grafik 4.4. IL-6 ve CRP Miktarlarının Egzersiz Öncesi ve Egzersizden 1 Saat Sonraki Değerlerinin Karşılaştırılması (Scharhag ve ark., 2015).

IL-6 egzersizden 1 saat önce 1 pg/ml' den 9,6 pg/ml' ye (Grafik 4.4.) ve CRP' de egzersizden 1 saat önce 0,5 mg/l' den 1,8 (1,3) mg/l 'ye yükselmiştir. IL-6 ile aşağıdaki parametreler arasında önemli korelasyonlar bulundu: CRP (r = 0.71, p <0.01), epinefrin (r = 0.70, p = 0.01), norepinefrin (r = 0.63, p = 0.03), kortizol (r = 0.71, p = 0.01) ve nötrofiller (r = 0.74, p = 0.006). Ayrıca IL-6, glikoz ile ters orantılıydı (r = -0.60, p = 0.04). IL-6; serbest yağ asitleri, trigliserol veya gliserol konsantrasyonlarıyla, NK hücreleriyle, nötrofillerin veya monositlerin aktiviteleriyle ilişkili değildir (Scharhag ve ark., 2015).



Grafik 4.5. 4 Saat Bisiklet Sürdükten Sonra Lökosit, Nötrofil, Monosit, Lenfosit ve NK Hücre Konsantrasyonlarının Değişimleri (Scharhag ve ark., 2015).

Egzersizin hemen sonrası, 1 saat sonrası ve 2 saat sonrasında; lökosit değerleri 2 kat, nötrofil değerleri ise 3 kat artmıştır. Nötrofil sayısındaki bu artış, IL-6 ve kortizol ile anlamlı şekilde ilişkilendirildi. Ayrıca, monositler egzersizin kesilmesinden sonra ve egzersizden 2 saat sonra önemli ölçüde yükseldi. Lenfositler, egzersizin bitiminde ve

egzersizden 1 gün sonra önemli ölçüde yükseldi, ancak egzersizden 1 ve 2 saat sonra önemli ölçüde azaldı (Grafik 4.5.). NK hücrelerinin sayıları, egzersizin kesilmesinden sonra önemli ölçüde artmış, ancak egzersizden 1 ve 2 saat sonra önemli ölçüde azalmıştır. (Grafik 4.5.). NK hücrelerindeki artış epinefrin ve orta derecede norepinefrin ve IL-6 ile güçlü bir şekilde ilişkiliydi. Lenfositler, egzersiz sonunda önemli ölçüde yükseldi. IL-6'daki artış, egzersizin neden olduğu kan glikozundaki azalmadan kaynaklanır (Scharhag ve ark., 2015).

Sonuç olarak; orta yoğunluklarda uzun süreli bisiklet egzersizi, orta derecede bir akut faz tepkisine neden olur monosit ve NK hücre aktivitesi etkilenmeden kalır. Orta yoğunlukta uzun süreli bisiklet egzersizi, ilk savunma hattındaki hücrelerin işlevini ciddi şekilde değiştirmiyor gibi görünmektedir. Bu nedenle, tek bir tipik yol bisikleti egzersiz seansının bağışıklık sistemi üzerindeki etkisi sadece orta düzeydedir ve immünolojik açıdan güvenli görünmektedir.

Özgür ve arkadaşlarının (2011); "Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığında Uzun Süreli Aerobik Egzersiz Programının Etkileri" adlı araştırmasına, 29 kişi rastgele atama yöntemiyle egzersiz grubu (14 kişi; 3 kadın, 11 erkek) ve kontrol grubu (15 kişi; 2 kadın, 13 erkek) olarak ikiye ayrıldı. Araştırma süresince kontrol grubundaki yaşlılar günlük aktivitelerini değiştirmediler ve herhangi bir egzersiz programına katılmadılar (Özgür ve ark., 2011).

Egzersiz grubu; haftada üç gün altı ay süreyle, 08.30-10.00 saatleri arasında yürüyüş programına katıldı. Her egzersiz birimi; yavaş hızda yürüme, büyük kas gruplarını germe ve solunum alıştırmalarını kapsayan 10 dakika süreli ısınma dönemi ile başlatıldı, 15 dakika süreli soğuma dönemi ile bitirildi. İlk üç aylık egzersiz uygulaması atletizm pistinde, ikinci üç aylık dönem kapalı spor salonunda yapıldı. Yürüme yoğunluğu algılanan zorluk düzeyi (Borg skalası ile) dikkate alınarak yapıldı. Adaptasyon süresi olarak kabul edilen ilk 2 hafta süresince birim egzersiz süresi 20 dakika ve algılanan zorluk düzeyi (AZD) 11 olarak seçildi. Üçüncü haftadan itibaren AZD iki haftada bir ve birim egzersiz süresi haftada bir 5 dakika olmak üzere arttırıldı. 8. haftadan itibaren

birim egzersiz süresi 50 dakika ve AZD 14 olarak devam edildi (Özgür N. ve ark., 2011).

Altı Dakika Yürüme Testi: Aerobik dayanıklılığı değerlendiren testte bireyler zemini düz, eni 9,14 metre, boyu 13,72 metre, dikdörtgen şeklinde bir yürüme alanında koşmadan ama hızlı yürüyüşle altı dakika içinde yürüyebildiği mesafeyi tamamladı, yürünen mesafe metre olarak kaydedildi (Jones, & Rikli, 1999).
Alt Ekstremite Kuvvet Testi (30 saniye süreyle sandalyeye otur-kalk testi): Bu test alt ekstremitelerin kuvvetini yansıtır (Jones, & Rikli, 1999). Birey, kolluklar› olmayan ve oturma yüksekliği 43,18 cm olan sandalyenin orta kısmına, sırtı dik ve düz, kolları önde çaprazlanmış, ayakları zemine tam basar şekilde oturdu. Başla komutuyla tam olarak ayağa kalktı ve oturdu. 30 saniye içinde kaç kez tam olarak ayağa kalktığı sayıldı.

Değerlendirmeye alınan spirometrik testler; zorlu vital kapasite (FVC), 1. saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm (FEV1), FEV1 /FVC, maksimum ekspiryum ortası akım hızı (FEF25-75) ve tepe ekspiratuar akım hızı (PEF) idi (Özgür ve ark., 2011).
Spirometrik testler solunum fonksiyon testi cihazı (Microlab 3300, version 4,08) ile uygulandı.

Altı ay sonunda başlangıca göre aerobik egzersiz grubunda alt ekstremite kas kuvveti ve solunum fonksiyon testlerinden zorlu vital kapasite, maksimum ekspiryum ortası akım hızı ve tepe ekspiratuar akım hızında anlamlı ilerleme görüldü. 3. ayda gruplar arasında solunum fonksiyon testlerinden tepe ekspiratuar akım hızında aerobik egzersiz grubu lehine anlamlı fark vardı. 6. ayda ise alt ekstremite kas kuvveti, 6 dakika yürüme mesafesi ve solunum fonksiyon testlerinden zorlu vital kapasite, 1. Saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm, maksimum ekspiryum ortası akım hızı ve tepe ekspiratuar akım hızında egzersiz grubunda kontrol grubuna göre anlamlı ilerleme mevcuttu (Özgür ve ark., 2011).

Tablo 4.2. Kontrol ve Egzersiz Grubunun 6 Aylık Sürede Kendi İçinde Değişimi (sonuçlar ortalama olarak alınmıştır.) (Özgür ve ark., 2011).

	KONTROL GRUBU			EGZERSİZ GRUBU		
	Başlangıç	**3. ay**	**6. ay**	**Başlangıç**	**3. ay**	**6. ay**
Otur-Kalk, Tekrar/30 sn	10	8	8	10,5	11	14
6 dk. Yürüme mesafesi, m.	336	350	360	402	478	494
% FVC	61	61	61	70	73	76,5
% FEV1	42	46	41	46,5	48	50,5
% FEV1/ FVC	57	57	57	58,5	59	62
% FEF 25-75	23	25	27	20,5	24,5	38
% PEF	33	32	34	34	36,5	43,5

Altı ay süreli aerobik egzersiz, yaşlı KOAH hastalarında alt ekstremite kas kuvvetinde, fonksiyonel egzersiz kapasitesinde ve pulmoner fonksiyonda anlamlı iyileşme sağlamaktadır. Bu iyileşme özellikle 3. aydan sonra daha belirgindir. Bu sonuç egzersiz programlarının uzun süreli planlanması gerektiğini düşündürmektedir (Özgür ve ark., 2011). FVC ve PEF gibi değerlerin artması, akciğerlerdeki toplam alyuvar, IgA, IgM ve lenfosit gibi bağışıklık parametrelerindeki artmayla ilişkilendirilmiştir. Akciğerlerin plevra zarını saran IgA ve IgM değerleri KOAH' ın verdiği zararı etkisizleştirerek daha güçlü eskpirasyon ve inspirasyon değerleri oluşturmuştur (Özgür ve ark., 2011).

Ünal ve arkadaşlarının (2011) yaptığı çalışmada, aerobik ve anaerobik akut egzersizlerin immün parametreler üzerindeki etkilerine bakıldı. Bu bağlamda çalışmaya 24 erkek sedanter üniversite öğrencisi ve çalışanı katıldı. Denekler 12'şer kişilik iki gruba ayrıldı. Deneklerin ağırlıkları 1/100 gr hassasiyette TESS Model EB-150 marka baskülle kg cinsinden ölçüldü. Boy uzunlukları cm cinsinden verildi. Fizik muayene, EKG tetkiki (Kardiosis) ve solunum fonksiyon testinin (Sensor Medics 2400 spirometre cihazı) ardından deneklere "Bruce" protokolü ile efor testi (Stress test - Kardiyolojik yükleme) uygulandı. Efor testi esnasında 2900 C Sensor Medics metabolik gaz ölçer ile "Breath by Breath" yöntemi ile ekspirasyon havasından metabolik ölçüm yapıldı (Ünal. ve ark., 2011).

Deneklerin anaerobik eşik değerdeki kalp hızları tespit edildikten sonra aerobik grup; eşik altı kalp hızında, MaxVO_2'nin % 50'sinde 30dk anaerobik grup; eşik üstü kalp hızında, MaxVO_2'nin % 75'inde 20dk, Monark 814- E ve 818 model ergometrik bisikletlerde egzersize tabii tutuldular. Her iki grupta da "Polar Tester" nabız takip cihazı ile nabız takipleri yapıldı. Her iki grubunda; bisiklet egzersizinden önce, egzersizden 1 dakika sonra ve egzersizden 45 dakika sonrasında oksalatlı tüplere ön kol venlerinden 2'şer cc venöz kan alınarak Technican H-2 System cihazı ile Hb, Hct, eritrosit, lökosit, lökosit formül (% nötrofil, %lenfosit, % monosit, % eozinofil, % bazofil) ve trombosit değerleri tespit edildi (Ünal. ve ark., 2011).

Aerobik gruptan egzersiz öncesi, egzersizden 1dk ve 45dk sonra venöz kan örnekleri alındığında egzersizden 1dk sonra total lökosit sayısında % 8 artış olduğu, bu artışın nötrofillerden (% 9) ve lenfositlerden (% 4) kaynaklandığını tespit edildi. Nötrofillerdeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunurken lenfositlerdeki artış anlamlı değildir. Egzersizden 45dk sonra alınan kan örneklerinde lökopeni görüldü (% 9). Lökopeninin, nötropeni (% 4) ve lenfopeniden (% 16) kaynaklandığı tespit edildi (Tablo 4.3.) (Ünal. ve ark., 2011).

Anaerobik grupta ise egzersizden 1dk sonra alınan kan örneğinde egzersiz öncesine göre total lökosit sayısında ileri derecede (% 70) artış tespit edildi. Lökosit formülüne bakıldığında bu artışın nötrofili (% 60), lenfositoz (% 88) ve monositozdan (% 73) kaynaklandığı görüldü. Egzersizden 45dk sonra alınan kan örneklerinde lökosit miktarı başlangıç seviyesine dönerken, nötrofilinin devam ettiği (% 16) fakat lökosit (% 22) ve monositlerin (% 7) başlangıç seviyesinin altına düştüğü tespit edildi (Ünal. ve ark., 2011).

“Lökosit alt grup sayılarındaki değişikliklerin çıkış zamanları ve süreleri, egzersizin yol açtığı epinefrin ve kortizol konsantrasyonundaki değişmelerle ilişkilidir. Epinefrin ve kortizol konsantrasyonları egzersiz temposunun MaxVO2’nin % 60'ının üzerine çıkmasıyla artmaya başlamakta ve egzersiz şiddetinin en üst noktaya erişmesi ile pik yapmaktadır. Egzersizin bitiminden hemen sonra epinefrin konsantrasyonu egzersiz

öncesine düşmekte, oysa kortizol seviyesi 2 saat veya daha fazla yüksek kalabilmektedir. Serumdaki yüksek kortizol seviyesi etkili ve uzun süreli nötrofiliye neden olmaktadır. Bunun yanı sıra yüksek kortizol düzeyi lenfositlerin dolaşıma katılmasını engellediği gibi lenfositlerin kandan diğer kompartımanlara geçişini de kolaylaştırmaktadır. Diğer bir deyişle hızlı tempolu sporda epinefrin artışına bağlı olarak lenfosit sayısında geçici bir artış olmaktadır. Egzersizin bitmesiyle uzun süreli kortizol duruma hakim olmakta, lenfopeni ve nötrofili görülmektedir (Ünal. ve ark., 2011). Araştırmalar sonucunda görülmüştür ki, kısa süreli anaerobik egzersizlerden sonra kanın sistolitik aktivitesi daha fazla artmaktadır. Aerobik ve anaerobik egzersizlerin dakikalar sonucu lökosit ve lenfosit alt gruplarındaki etkilerine bakıldığında, değişmeler anaerobik grupta daha bariz olmaktadır. Kişinin kardiyovasküler sisteminde ve respiratuvar sisteminde herhangi bir patoloji yoksa bağışıklık sistemini daha fazla aktive etmek için 15-20 dakikalık anaerobik egzersizler önerilebilir.

Tablo 4.3. Aerobik ve Anaerobik Gruptaki Lökosit Sayıları (sonuçlar ortalama olarak alınmıştır, ●; p<0,05, ●●; p<0,001, ●●●; p<0,01) (Ünal. ve ark., 2011).

AEROBİK GRUPTA LÖKOSİT SAYILARI (mm^3)				ANAEROBİK GRUPTA LÖKOSİT SAYILARI (mm^3)			
Parametreler x10^3	**Egzersiz Öncesi**	**Egzersizden 1dk sonra**	**Egzersizden 45dk sonra**	**Parametreler x10^3**	**Egzersiz Öncesi**	**Egzersizden 1dk sonra**	**Egzersizden 45dk sonra**
Nötrofil	3,22	3,52●	3,19●	Nötrofil	3,03	4,91●●	3,54●
Lenfosit	1,88	1,94	1,57●●	Lenfosit	1,43	2,69●●●	1,12●●●
Monosit	0,3	0,34	0,27●●	Monosit	0,3	0,52●●	0,28●●
Eozinofil	0,13	0,14	0,12	Eozinofil	0,14	0,19●	0,09●●
Bazofil	0,04	0,04	0,05	Bazofil	0,02	0,04●	0,04

İriadam ve Özbek ‘in (2016) “Sporcularda Kısa ve Uzun Süreli Egzersizlerde İmmünoglobulin G Alt Gruplarının Plazma Değerleri” adlı çalışmasında kısa ve uzun süreli egzersizlerin immünoglobulinlerin alt grupları üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu bağlamda yaş ortalamaları 18±2 olan 21 sporcu 8 haftalık egzersiz programına dâhil edildi. Sporculara haziran ve temmuz aylarında sekiz hafta süresince koşu pistinde 45-60 dk’ lık egzersizler uygulandı (İriadam, & Özbek 2016).

Egzersiz süresince her gün 15 dk ısınma amaçlı düz koşu (MaxVO_2 % 40), 15 dk germe (ısınma amaçlı), 20 dk kültür-fizik hareketleri, 5 dk jokking ve 5 dk germe (soğuma amaçlı) yapıldı. Egzersizlerin birinci ayı kısa süreli, ikinci ayı ise uzun süreli olarak değerlendirildi. Çalışma süresince 21 sporcudan üç kez kan örneği alındı (egzersiz öncesi, egzersizin birinci ay sonu, egzersizin ikinci ay sonu). Kanlar; egzersiz öncesi, egzersizin birinci ay sonu ile ikinci ay sonu alındı. Alınan kanlar 10 mm lik Vakutainer-EDTA’lı tüplere alınarak 24 saat 4^0 C buzdolabında bekletilip, santrifüj edilerek plazmalarının ayrılmaları sağlandı. Elde edilen plazma örneklerine Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında bulunan Beckman Coulter Immage Marka Nefelometri cihazında, Beckman marka kitlerle Nefelometrik yöntem ile IgG, IgG1, IgG2, IgG3 ve IgG4 parametrelerine bakıldı (İriadam, & Özbek 2016).

Tablo 4.4. Kısa ve Uzun Süreli Egzersiz Sonrası İmmün Parametreler (İriadam, & Özbek 2016).

Parametreler	Egzersiz Öncesi	Egzersizin 1. Ayı	Egzersizin 2. Ayı
IgG (mg/dl)	1230,38	1186,429	1531,429
IgG1 (mg/dl)	779,429	774	915,286
IgG2 (mg/dl)	390,381	387,095	458,381
IgG3 (mg/dl)	81,438	87,648	94,795
IgG4 (mg/dl)	32,29	28,239	42,357

Tablo 4.4. e göre; egzersiz öncesi değerler, egzersizin 1. ayındaki değerlerle karşılaştırıldığında IgG düzeyinde bir artış olmazken başlangıç ile 2. ayın değerleri

arasındaki artış farkının önemli olmasıyla birlikte 1. ve 2. aylar arasındaki artış farkının da önemli olduğu saptanmıştır. IgG1 düzeyinde ise, başlangıç ile 1. ay arasında artış olmazken 1. ve 2. aylar arasındaki artışın anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, IgG2 düzeyinde başlangıç ile I. grup arasındaki önemli bir fark yokken başlangıç ile 2. ay ve 1. ile 2. aylar arasındaki artış farklarının anlamlı olduğu tespit edilmiştir. IgG3 düzeyinde de başlangıç ile 1. ve 2. aylar karşılaştırıldığında başlangıç ile 1. ay arasında önem tespit edilmezken, 2. ay arasındaki artışın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, IgG4 parametresi karşılaştırıldığında başlangıç ile 1. ay arasındaki artış farklılığının önemli olmadığı ve başlangıç ile 2. ay arasındaki artış farkının önemli olmasının yanı sıra, egzersizin 1. ve 2. aylar arasında $p<0,01$ düzeyinde bir artış farklılığı tespit edilmiştir (İriadam, & Özbek 2016).

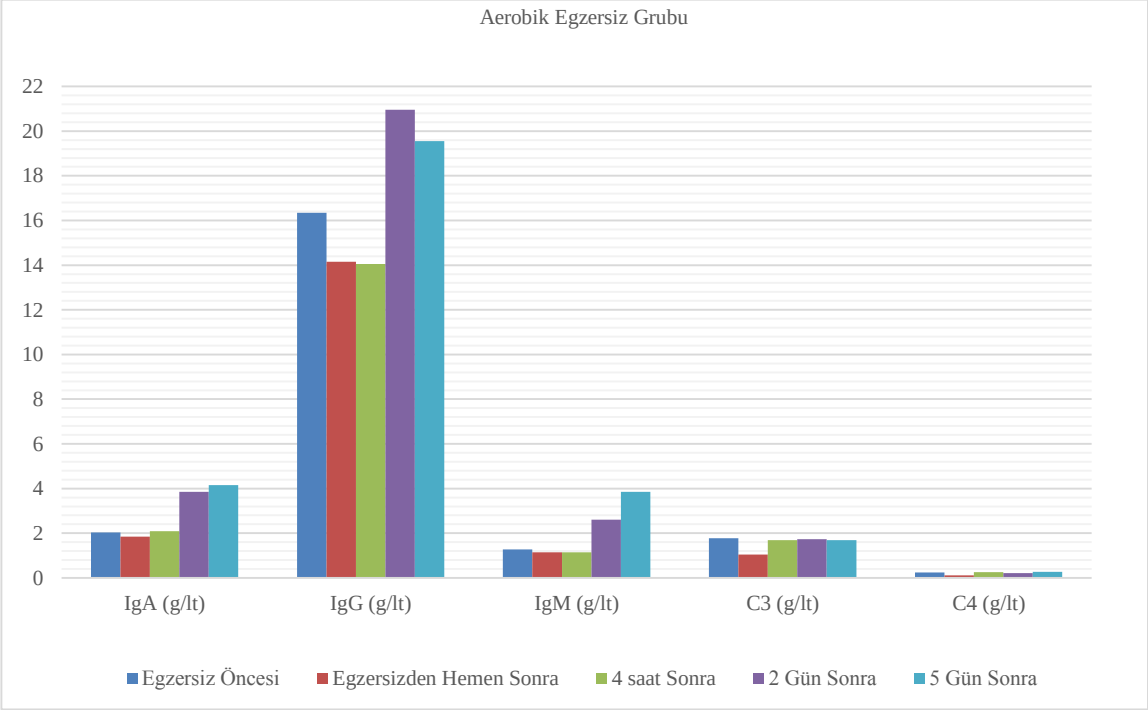
Sonuç olarak; çalışmadaki sporcuların bağışıklık sistemlerinin kısa süredeki egzersizlere anlamlı herhangi bir yanıt vermediği, ancak devam eden egzersizlere çok daha anlamlı ve bağışık sisteminin artıran cevaplar verdiği görülmüştür Uzun süre yapılan egzersizlerin bağışıklık sistem parametrelerini aktive edebileceği ve/veya vücudu enfeksiyonlara karşı koruyabileceği şeklinde bir fikir (İriadam, & Özbek 2016).

Kürşat ve arkadaşlarının (2014) "Effects of Acute Aerobic and Anaerobic Exercise on Humoral Immune Factors in Elite Athletes" (Elit Sporcularda Akut Aerobik ve Anaerobik Egzersizin Humoral Bağışıklık Faktörleri Üzerindeki Etkileri) adlı çalışmasına yaşları 19-22 arasında değişen 40 elit voleybol oyuncusu (her biri en az 5 yıldır, haftada 3 kez, günde 120 dakika antrenman yapan sporcular) ve aynı yaş aralığında 20 sağlıklı sedanter erkek katıldı (Kürşat ve ark., 2014).

Egzersiz grubundaki denekler rastgele iki gruba ayrıldı. Grup 1'i oluşturan 20 sporcu, Karvonen protokolünü kullanarak egzersizleri belirlendikten sonra MaxVO_2 değerinin % 70'ine tekabül eden maksimum kalp hızının % 60-70'inde koşu bandında (Star Track Tr 900) 30 dakika süreyle egzersiz yaptı. Grup 2'yi oluşturan 20 sporcu, Wingate test protokolüne göre 30 saniye boyunca anaerobik egzersiz yaptı. Gruplardan; egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra, egzersizden 4 saat sonra, 2 ve 5 gün sonra kan

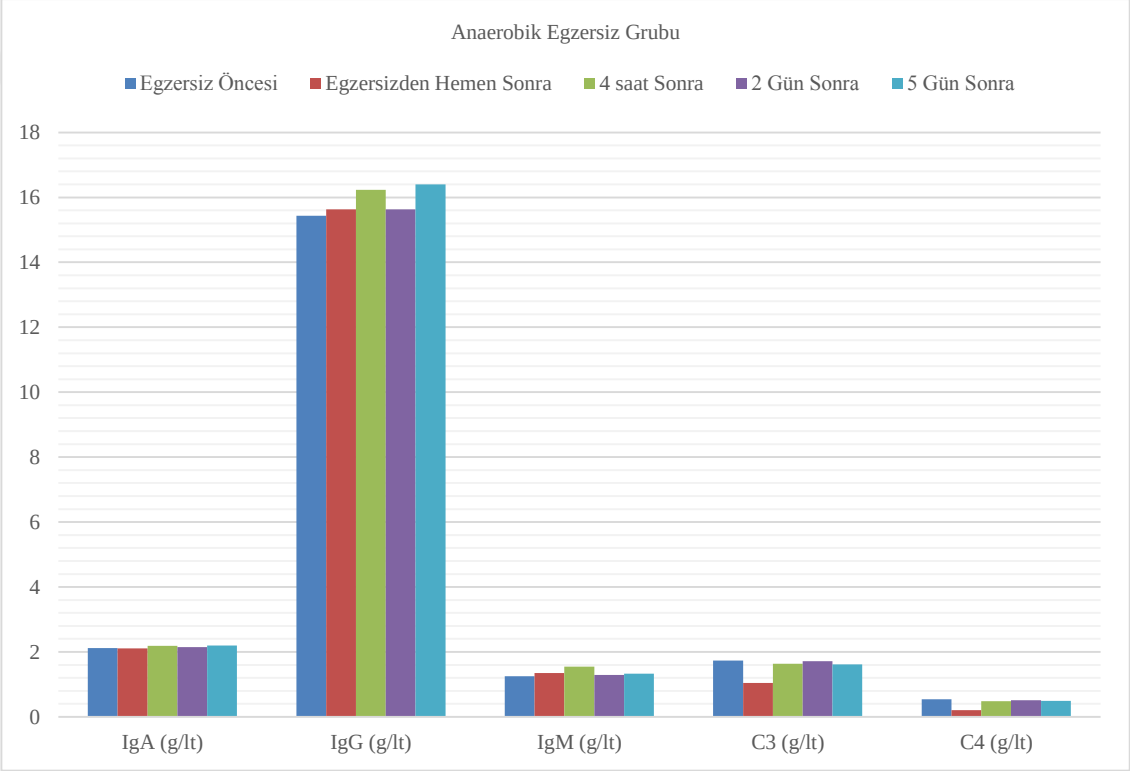
örnekleri alınarak IgG, IgM, IgA, kompliman C3 ve C4 parametreleri incelendi (Kürşat ve ark., 2014).

Sporcuların IgA ve IgG düzeyleri sedanterlere göre daha yüksek iken sedanter grupta başlangıç kalp hızı ve kan basıncı değerleri anlamlı olarak yüksekti. Sporcuların C3 ve C4 değerlerinin her iki egzersiz protokolünden hemen sonra egzersiz öncesi değerlere göre baskılandığı görüldü. Her iki egzersiz protokolünden dört saat sonra, egzersiz öncesi değerlere kıyasla değerlerin hiçbiri anlamlı değildi. İki ve beş günlük aerobik egzersizden sonra sporcuların IgA, IgG ve IgM düzeyleri egzersiz öncesi düzeylere göre anlamlı olarak arttı. G2'de IgA, IgG veya IgM değerlerinde önemli bir değişiklik olmadı. Sonuç olarak, bu çalışma düzenli olarak yapılan orta şiddette egzersizin hormon salınımını etkilediğini ve bazı humoral bağışıklık sistemi parametrelerini (IgA, IgG veya IgM) güçlendirdiğini, organizmayı zorlayan maksimum egzersizin bu parametreleri baskıladığını göstermektedir (Kürşat ve ark., 2014).



Grafik 4.6. Akut Aerobik Egzersiz Yapan Grubun Zamana Göre Değişen Bağışıklık Parametreleri (Kürşat ve ark., 2014).

IgA, IgG, IgM değerleri; egzersiz öncesine göre egzersizden hemen sonra ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmazken C3 ve C4 komplimanları için anlamlı fark bulunmaktadır (Kürşat ve ark., 2014). Egzersizden 4 saat sonraki verilere bakıldığında egzersiz öncesine göre anlamlı bir fark bulunmamaktadır (Kürşat ve ark., 2014). Egzersizden 2 ve 5 gün sonraki verilere bakıldığında; IgA, IgG, IgM değerleri egzersiz öncesine göre anlamlı derecede farklı bulunurken C3 ve C4 için anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kürşat ve ark., 2014).



Grafik 4.7. Akut Anaerobik Egzersiz Yapan Grubun Zamana Göre Değişen Bağışıklık Parametreleri (Kürşat ve ark., 2014).

IgA, IgG, IgM, C3 değerleri; egzersiz öncesine göre egzersizden hemen sonra ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmazken sadece C4 komplimanı için anlamlı fark bulunmuştur (Kürşat ve ark., 2014). Egzersizden 4 saat sonra, 2 gün sonra ve 5 gün sonraki değerler egzersiz öncesi değerlerle karşılaştırıldığında parametrelerin hiçbirinde anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kürşat ve ark., 2014).

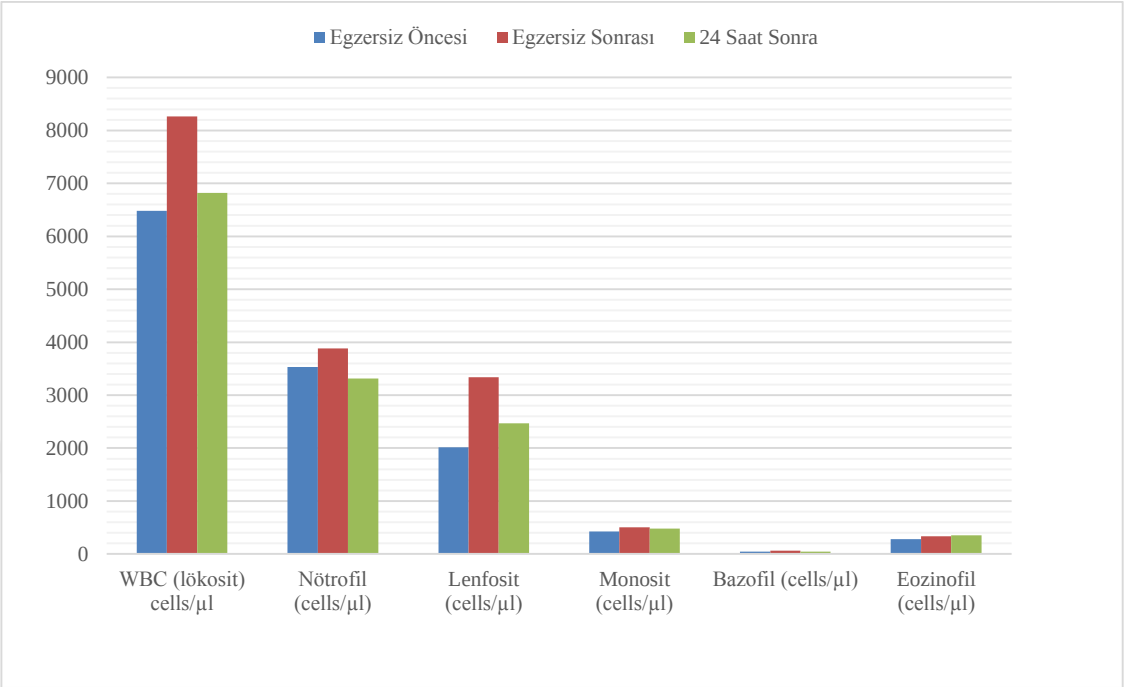
Baruch ve arkadaşlarının “Cellular Immune Response to Anaerobic Exercise among Gymnasts and Untrained Girls.” (Cimnastikçiler ve Antrenmansız Kızlar Arasında Anaerobik Egzersize Hücresel Bağışıklık Tepkisi.) isimli çalışmasına yaşları 10-12 olan 1 yıl boyunca haftada en az 22 saat antrenman yapmış ve 3 ila 5 yıllık sporcu geçmişine sahip 7 jimnastikçi kız ile aynı yaşlarda 6 sedanter kız katıldı. Kontrol grubundaki kızlar, okul aktivitelerine (düzenli beden eğitimi dersleri ve dans, haftada 2-4 saat) katılmış ancak herhangi bir sporda düzenli antrenman yapmamışlardır (Baruch ve ark., 2010).

Jimnastikçiler testten önceki 12 saat içinde antrenman yapmadılar. Venöz kan (10 ml) antekübital venden egzersiz öncesi, egzersizden 5-10 dakika sonra ve egzersizden 24 saat sonra alındı. Tüm denekler, boylarına göre özel olarak yerleştirilmiş bir Fleisch Metabo (İsviçre) bisiklet ergometresi üzerinde Wingate anaerobik testi (WAnT) yaptı. Mukavemet vücut kütlesine göre 0,040 $kg.kg^{-1}$ yük ile uygulandı (Baruch ve ark., 2010).

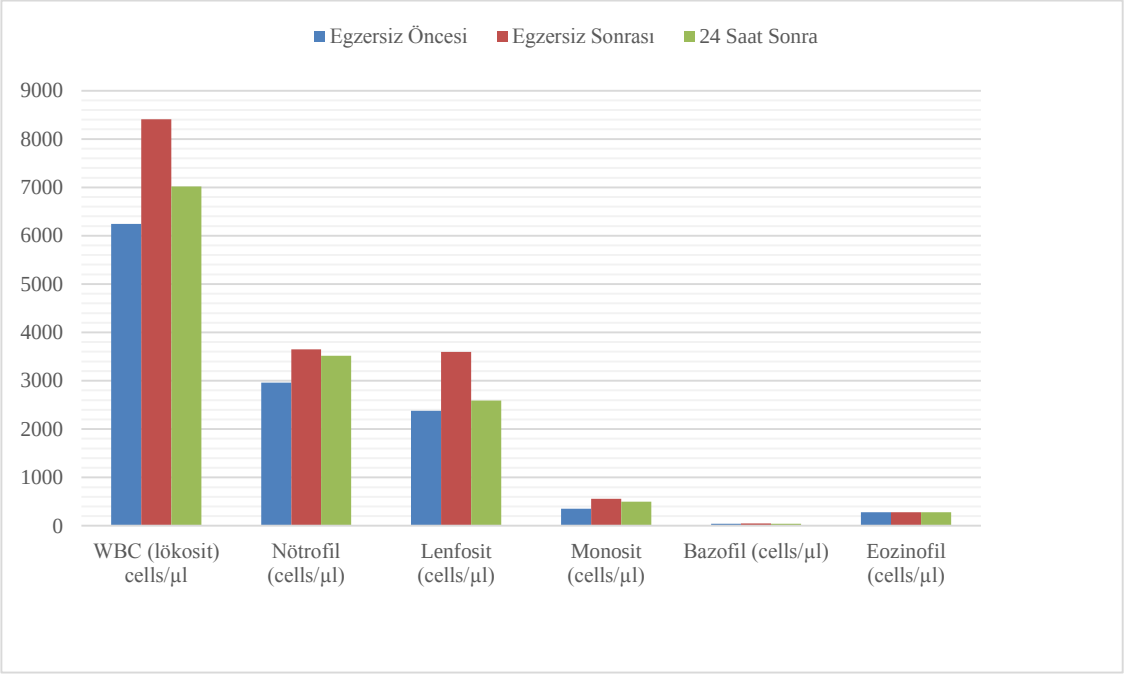
Testten önce 4-5 dakikalık bir ısınma çalışması yapıldı ve bu süre zarfında denekler test prosedürlerine aşina oldu. WAnT, ısınmadan 3-4 dakika sonra yapıldı. Direnç, denekler dakikadaki maksimum devir sayısının (RPM) % 95'ine ulaştığında uygulandı. Ortalama güç (MP), 30 saniyelik dinlenme sırasında elde edilen ortalama güçtü (Baruch ve ark. 2010).

Bağışıklık sisteminin hücresel bileşeninin konsantrasyonları şunları içerir: T lenfositleri (CD3), B lenfositleri (CD19), T yardımcıları (CD4), T baskılayıcıları (CD8), doğal öldürücü hücreler (CD3-CD56) nötrofiller, eozinofiller ve monositler (CD14) (Baruch ve ark., 2010).

Testten sonra WAnT'de ölçülen ortalama anaerobik güç, beden kütlesine göre düzeltildiğinde bile jimnastikçilerde antrenmansız kızlara kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti (sırasıyla jimnastikçiler ve antrenmansız kızlarda 7,47 + 0,43'e karşı 5,72 +0,69 $W.\ kg^{-1}$) (Baruch ve ark., 2010).



Grafik 4.8. Anaerobik Testten Sonra Antrenmansız Kızlardan Alınan Kan Parametreleri (Baruch ve ark., 2010).



Grafik 4.9. Anaerobik Testten Sonra Jimnastikçi Kızlardan Alınan Kan Parametreleri (Baruch ve ark., 2010).

Her iki grupta da egzersizden hemen sonra ölçülen WBC, nötrofil ve lenfosit değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Egzersizin beyaz kan hücre sayısı (WBC) ve immün parametreleri üzerindeki etkisi Grafik 4.7. ve Grafik 4.8. de özetlenmiştir.
Lökosit (WBC) sayısı, jimnastikçilerde ve antremansız kızlarda egzersizden sonra önemli ölçüde artmış ve egzersizden 24 saat sonra başlangıç değerlerine düşmüştür. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Baruch ve ark., 2010).
Benzer şekilde, hem jimnastikçiler hem de kontrol grubu arasında egzersizin hemen ardından nötrofil ve lenfosit sayısında önemli bir artış tespit edilmiştir (Baruch W. ve ark., 2010). Nötrofil ve lenfosit sayıları egzersizden 24 saat sonra egzersiz öncesi değerlere dönmüş ve gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Ayrıca anaerobik testten sonra ölçülen monosit, bazofil, eozinofil ve trombosit sayısındaki artışlar istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Toplam T-hücre konsantrasyonu, her iki grupta da egzersizden hemen sonra önemli ölçüde artmış ve egzersizden 24 saat sonra başlangıç değerlerine düşmüştür. Benzer şekilde, egzersizden hemen sonra T-yardımcı (CD4) ve T-baskılayıcı (CD8) sayısında da önemli bir artış gözlenmiştir.

Egzersizden 24 saat sonra CD8 ve CD4 değerleri, başlangıç değerlerinden önemli ölçüde farklı değildi. CD8 hücreleri, CD4 ile karşılaştırıldığında nispeten daha yüksek bir yükselme sergiledi, böylece CD4: CDX oranı egzersizden sonra önemli ölçüde azaldı (Baruch W. ve ark., 2010).

B hücresi konsantrasyonu egzersizden sonra arttı ve egzersizden 24 saat sonra egzersiz öncesi değerlere döndü. Cimnastikçilerde ve kontrol grubundaki kızların, egzersiz yaptıktan sonra doğal öldürücü hücrelerin ($CD3^-CD56^+$) sayısında önemli bir artış tespit edildi. Egzersizden 24 saat sonra, $CD3^-CD56^+$ sayısı egzersiz öncesi değerlere kıyasla hala önemli ölçüde artmış durumdaydı (Baruch ve ark., 2010).

Özetle; 30 saniyelik yoğun anaerobik egzersiz, puberte dönemindeki kızlar arasında hücresel bağışıklık sisteminde birkaç geçici değişikliğe neden oldu ve her iki grup arasında hücresel bağışıklık fonksiyonunda egzersize bağlı değişiklikler, yetişkinlerde

açıklanan değişikliklere benzerdi. Bu değişiklikler genellikle ergenlik öncesi kızlarda aerobik egzersizi takiben tanımlananlara benzerdi ve antrenmanlı ve antrenmansız kızlar arasında hiçbir fark yoktur (Baruch ve ark., 2010).

J. Hum Kinet' in "The Role of Aerobic and Anaerobic Training Programs on CD^{34+} Stem Cells and Chosen Physiological Variables" (Aerobik ve Anaerobik Egzersiz Programlarının CD^{34+} Kök Hücreler ve Seçilmiş Fizyolojik Değişkenler Üzerindeki Rolü) adlı çalışmasının amacı, aerobik ve anaerobik egzersizlerin CD^{34+} tipi kök hücreleri ve seçilen fizyolojik değişkenler üzerindeki rolünü ortaya çıkarmaktır. Bu amaçla çalışmaya, egzersiz geçmişi 4-9 yıl arasında değişen ve haftada en az 3 gün düzenli egzersiz yapan 18-24 yaş aralığında, 20 sağlıklı erkek sporcu ve beden kitle indeksleri sporculara denk olan 20-22 yaş aralığında 10 sedanter kontrol grubu dahil edilmiştir. Deneklerin $MaxVO_2$ değerleri Astrand Rhyming bisiklet ergometri egzersizi ile ölçüldü. Laktat tahmini için Accusport cihazı kullanıldı. Bunun için kulak memesinden kan numuneleri alındı (Kinet, 2012).

Sporcu grup, aerobik ve anaerobik olmak üzere iki eşit gruba ayrıldı ve bu gruplara 12 haftalık egzersiz programı uygulandı. Bu çalışmada kullanılan egzersiz programları aerobik grup için Dr. Phil Esten' in aerobik egzersiz programı, anaerobik grup için Tom Green' in anaerobik egzersiz programıdır (Kinet, 2012).

Dr. Phil Esten' in Aerobik Eğitim Programı (2010)

Bu egzersiz çalışması, 12 haftalık bir programın ilk 4 haftasına aittir.

Pazartesi ve Çarşamba günleri aerobik tempolu 3 mil (4,83 km) koşu yapılır. Salı günü yüksek yoğunlukta koşu antrenmanı (anaerobik eşik ve yarış hızında) yapılır. Perşembe günü daha hafif tempolu bir koşu antrenmanı, Cuma günü ise 20-40 dakikalık yavaş tempolu koşu çalışması yapılır. Cumartesi ve Pazar günleri dinlenme, Pazartesi ve Çarşamba günleri ağırlık çalışması yapılır. Erken sezon aşamasında sporcular 14 günde bir uzun mesafeli bir koşu yapmalı ve egzersizler 2 haftada bir 5 dakika aralıklarla arttırılmalıdır (Yoğunluk = HR 140-150 atım/dakika). Sezon ortası aşaması 4 hafta sonra başlamalı ve 8. haftaya kadar devam etmelidir. Bu aşamada koşucular, her 14 günde bir

haftanın koşusundan (%20-50) daha uzun, aerobik tempolu bir koşu yapmalıdır. Her 2 haftada bir çalışma süresi 5 dakika arttırılmalı, ağırlık çalışması Pazartesi ve Çarşamba günleri devam ettirilmelidir. Erken evre ile karşılaştırıldığında bu aşamanın farkı, işin hem süresinin hem de yoğunluğunun daha yüksek düzeyde olmasıdır. Son aşama, 12 haftalık bir egzersiz programının son 4 haftasını kapsar. Adım verimliliğini sağlamak için aerobik tempo koşularına devam etmek önemlidir. Koşucu antrenman süresini koruyarak (haftada yüzde 5 kısma), dinlenme aralığını artırarak ve tekrarların yoğunluğunu biraz azaltarak, sezon ortası çalışmasından kurtulur ve optimum seviyelerde performans gösterir (Kinet, 2012).

Tom Green' in Anaerobik Egzersiz Programı (2003)

Haftada 3 ila 4 kez egzersiz: Pazartesi, Salı, Perşembe ve Cuma. Cumartesi ise yüksek yoğunlukta tek bir özel egzersiz yapılır (Kinet, 2012).

1. antrenman: 20–45 dakikalık aktif ısınma, maksimum hız sprinti, sıçrama çalışmaları ve 10-15 dakikalık soğuma.

2. antrenman: 20 dakikalık ısınma, ana egzersiz ve genel kondisyon çalışmaları, 10-15 dakikalık soğuma.

3. antrenman yüksek yoğunlukta ağırlık çalışmaları (% 70 1RM).

Cumartesi antrenmanı genellikle sabahın geç saatleri veya öğleden sonradır. Sezon ilerledikçe antrenman programı giderek daha teknik, özel ve hassas bir hale gelir, yoğunluk artar ve dakikada 170 kalp atım hızına ulaşır. 20 dakikalık uygun bir ısınmadan sonra, ilk antrenman 30-60 dakikalık maksimum hız sprintinden ve/veya sıçrama çalışmalarından oluşur.

Hafta boyunca ikinci antrenman:

Pazartesi: 30 saniyelik sprint, ardından 10 dakikalık bir dinlenme, ardından yaklaşık 100 metre boyunca bir tepede % 80 hızla koşma ve ardından soğuma.

Salı: ısınma, koşu, dambıl (5–25 Lbs) ile yapılan kol sallama hareketleri, tek bacak çömelme (squat). Her set arasında 2 dakikalık dinlenme verilir.

Çarşamba: dinlenme ve toparlanma.

Perşembe: ısınma, yer çalışmaları, 10 set ağırlıkla kol sallama çalışmaları yapılır. Her set 60 saniye sürmelidir. Daha sonra soğuma egzersizi yapılır.
Cuma: Pazartesi günündeki egzersizleri yapın ve ardından soğuma ile bitirin.
Cumartesi: Aktif dinlenme egzersizleri yapılır (Kinet, 2012).

Tablo 4.5. 12 haftalık egzersizden sonra ölçülen parametrik değerlerin kontrol grubu-aerobik grup-anaerobik grup ile karşılaştırılması (RBC: alyuvar, WBC: lökosit, HB: hemoglobin, HCT: Hematokrit, CD^{34+}: kök hücreler) (Kinet J., 2012).

Parametreler	Kontrol Grubu	Aerobik Egzersiz Grubu	Anaerobik Egzersiz Grubu
RBC (milyon/ul)	4,7	4,9	5,3
WBC (bin/ul)	4,8	6,1	6,6
HB (g/dl)	12,8	14,2	15,4
HCT (%)	42	44	46
CD^{34+} cells	172	180	251,6
Laktat (mmol/L)	1,2	0,002	0,9

Sonuç olarak, egzersizin kök hücreler üzerindeki fizyolojik etkilerine ilişkin bu bilgiler klinik çalışmalarda kullanılabilir. Laktat konsantrasyonu doğrudan kas metabolizması ve kas adaptasyonu ile ilgili olduğu için, aerobik ve anaerobik egzersizlere göre kontrol grubunda azalmıştır. Anaerobik egzersizden sonra, aerobik egzersize kıyasla HB, RBC, WBC ve hematokrit değerleri artmıştır. Bu durum çalışmada stresle ilişkilendirilmiştir. Periferik kandan alınan CD^{34+} miktarı anaerobik egzersiz yapanlarda diğer 2 gruba (aerobik egzersiz grubu ve kontrol grubu) kıyasla artmıştır. Bu durum da egzersiz ve kemik iliği aktivitesinin anaerobik egzersiz modülasyonu için daha iyi bir adaptasyon olduğunu göstermektedir (Kinet, 2012).

Patlar ‘ın “Effects Of Acute And 4-Week Submaximal Exercise On Leukocyte And Leukocyte Subgroups” adlı çalışmasının amacı, 4 haftalık akut submaksimal egzersizin hem lökosit hem de lökosit alt gruplarını nasıl etkilediğini araştırmaktır (Patlar, 2010).
Bu bağlamda çalışmaya yaş ortalaması 23,08 ± 1,37 yıl, ortalama vücut ağırlığı 74,66 ± 10,49 kg ve boy ortalaması 1,80 ± 6,41 cm olan 8 beden eğitimi öğrencisi katılmıştır. Deneklere Monark 814-E ve 818 model ergometrik bisikletlerde eşik kalp hızının

üzerinde ve MaxVO_2'nin % 75'inde 20 dakika, haftada 3 gün 4 hafta süreyle egzersiz yaptırıldı. Deneklerden egzersize başlamadan önce, egzersiz bittikten hemen sonra ve son egzersizden 2 saat sonra olmak üzere toplamda üç kez kan örneği alınmıştır. Çalışmada; lökosit, nötrofil, monosit, eozinofil ve bazofil değerlerinin değişimi incelenmiştir (Patlar, 2010).

Tablo 4.6. Dört Haftalık Submaksimal Akut Çalışma Sonrası Elde Edilen İmmün Parametrelerinin Karşılaştırılması (Patlar, 2010).

Parametreler	**Egzersiz Öncesi**	**Egzersizden Hemen Sonra**	**Egzersizden 2 Saat Sonra**
Lökosit ($x10^3/mm^3$)	6,8	10,1	9,4
Nötrofil (%)	56,75	53	74,9
Lenfosit (%)	34	40,85	18,9
Monosit (%)	8,55	5,75	5,2
Eozinofil (%)	1,2	0,65	0,35
Bazofil (%)	0,6	0,35	0,25

Her iki egzersiz sonrası ölçümde elde edilen lökosit sayıları egzersiz öncesi değerlere göre anlamlı olarak daha yüksekti, egzersizden iki saat sonra ölçülen lökosit değerleri egzersizden hemen sonra ölçülenlerden farklı değildi (Tablo 4.6.). Egzersiz öncesi ve sonrası nötrofil seviyeleri arasında fark yoktu, egzersizden 2 saat sonra ölçülen nötrofil değerlerinin ise diğer ikisine göre anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü (Tablo 4.6.) (Patlar S., 2010). Antrenmandan hemen sonra elde edilen lenfosit yüzdeleri, hem egzersiz öncesi hem de egzersizden 2 saat sonra elde edilenlerden daha yüksekti (Tablo 4.6.). Ek olarak, egzersizden 2 saat sonra lenfosit yüzdeleri, egzersiz öncesi ve sonrası değerlere göre anlamlı olarak daha düşük bulundu (Tablo 4.6.) (Patlar, 2010).

Egzersizden hemen ve 2 saat sonra monosit, eozinofil ve bazofil değerleri farklı değildi, ancak egzersiz öncesi değerlere göre anlamlı olarak azaldığı bulundu (Tablo 4.6.).

Sonuç olarak, hem akut hem de 4 haftalık submaksimal egzersiz, lökosit ve lökosit alt grupları üzerinde önemli etkilere sahiptir (Patlar, 2010).

Tomar ve Antony' nin "Effect of 16 Weeks Six a Side Recreational Football on Serum Immunoglobulin and White Blood Cells in Untrained Males." İsimli çalışmasında amaç, sedanter erkeklere 16 hafta boyunca eğlence amaçlı futbol antrenmanı yaptırıp immünoglobulin ve beyaz kan hücre değerlerinin değişikliğini incelemekti (Tomar, & Antony 2016). Bu kapsamda, yaş ortalamaları 18,8 olan 27 sedanter erkek çalışma grubuna dâhil edildi. Bu katılımcılar daha sonra rastgele iki gruba ayrıldı; futbol (n = 12) ve kontrol grubu (n = 15). Futbol grubuna 16 haftalık denetimli rekreasyonel antrenmanı yaptırıldı. Antrenmanlar haftada iki kez olmak üzere günde 30 dakika süren seanslardan oluştu. 30 dakikalık antrenmanlar başlamadan önce 10 dakikalık ısınma ve antrenman bittikten sonra 10 dakikalık soğuma egzersizleri yapıldı. 30 dakikalık antrenman 15 dakikalık iki devreye bölündü ve devreler arasında 5 dakikalık dinlenmeler verildi. Katılımcılar bu 16 haftalık süre boyunca başka bir egzersiz çalışması yapmadı. Çalışmada beyaz kan hücresi sayımı (monosit, lenfosit, nötrofil, bazofil ve eozinofil) ve serum immünoglobulinleri (IgG, IgM ve IgA) ölçmek için kan örnekleri alındı (Tomar, & Antony 2016).

Çalışmada futbol seanslarının yoğunluğu çok yüksekti. Futbol seansları sırasında ortalama kalp atış hızı 165 atım/dakika idi. Bu da MHR'nin (maksimum kalp atış hızı) % 86'sına eşittir. Bu aynı zamanda, çalışma süresi boyunca katılımcıların coşkusunu da göstermektedir (Çalışmada kalp atış hızını izlemek amacıyla Polar FT7 marka ölçüm saati kullanılmıştır) (Tomar, & Antony 2016).

16 haftalık çalışmadan sonra Beyaz Kan Hücreleri (WBC) Tek yönlü ANCOVA ile analiz edildi. 16 haftalık rekreasyon futbolundan sonra müdahale ve kontrol grupları arasında toplam beyaz kan hücrelerinin sayısında anlamlı farklılıklar ortaya çıktı (Tablo 4.6.). Ancak nötrofil ve lenfosit sayımlarında anlamlı bir değişiklik gözlenmedi. Monositlerde ve eozinofillerde önemli bir azalma gerçekleşirken bazofil sayımlarında anlamlı bir değişiklik görülmedi (Tablo 4.6.) (Tomar, & Antony 2016). Serum İmmünoglobulin değerlerinden IgA'da 16 haftalık rekreasyon futbolundan sonra egzersiz ve kontrol grupları arasında önemli bir değişiklik görülmedi. Egzersiz ve kontrol grubu arasında 16 haftalık futbol sonrasında IgG değerlerinde anlamlı bir değişiklik görülmedi.

IgM değerleri açısından da önemli bir değişiklik görülmedi (Tablo 4.6.) (Tomar, & Antony 2016).

Sonuç olarak; bu çalışmadan elde edilen analiz, 16 haftalık denetimli rekreasyon futbolunun sedanter erkeklerde toplam WBC ve bazofil sayılarını önemli ölçüde arttırdığını ortaya koymaktadır (Tomar R,, & Antony CV. 2016). Mevcut çalışmadan elde edilen veriler ayrıca 16 haftalık rekreasyon futbolundan sonra monositlerde ve eozinofil sayısında önemli bir düşüş olduğunu göstermektedir. Nötrofil ve lenfosit sayılarında ise önemli değişiklikler görülmedi (Tomar, & Antony 2016). Bu sonuçlar haftada 2 gün, günde 30 dakikalık futbol egzersizlerinin bağışıklık sistemi parametrelerini iyileştirebileceğini göstermektedir. Haftada 2 günlük sürede böyle bir artışın gözlenmesi motive edici bir durum.

Tablo 4.7. 16 Haftalık Rekreasyonel Futbol Çalışmasından Sonra Egzersiz ve Kontrol Grupları Arasında İmmün Parametrelerin Karşılaştırılması (●●; artış, ●; azalma) (Tomar, & Antony 2016).

	EGZERSİZ GRUBU		**KONTROL GURUBU**	
Parametreler	**Çalışma Öncesi**	**16 Hafta Sonra**	**Çalışma Öncesi**	**16 Hafta Sonra**
IgA (ml/dl)	254,08	265,91	169,91	172,2
IgG (ml/dl)	1326,08	1331	1166	1147,91
IgM (ml/dl)	75,33	75,5	77,8	76,6
WBC (/cmm)	6156,83	7178,16●●	5764	5794
Nötrofil (%)	46,05	47,95	44,28	46,18
Lenfosit (%)	39,9	39,9	41,92	40,26
Monosit (%)	10	9,08●	8,4	8,42
Eozinofil (%)	3,89	2,87●	5,02	4,86
Bazofil (%)	0,31	0,35●●	0,38	0,34

Onuegbus ve arkadaşlarının "Effect Of Moderate And Vigorous Physical Exercises On Serum İmmunoglobulins G And M Of Healthy Male İndividuals İn Anambra State." isimli çalışması incelendiğinde, orta ve şiddetli fiziksel egzersizin sağlıklı erkeklerin IgG ve IgM üzerindeki etkilerini araştırdığı görülmektedir (Onuegbu ve ark., 2015).
Bu bağlamda yaşları 18-35 arasında değişen 100 erkek eşit 2 gruba ayrıldı. 1. grup (ağır egzersiz grubu) haftada 5 gün günde 2 saat futbol antrenmanı yaptı. 2. grup ise (orta

egzersiz grubu) haftada 3 gün günde 30 dakika futbol antrenmanı yaptı. Orta egzersiz grubunun yaş ortalaması 21,74 iken ağır egzersiz grubunun yaş ortalaması 21,44' tür (Onuegbu ve ark., 2015).

Deneklerden; egzersiz öncesi, egzersizden 2 hafta sonra ve egzersizden 4 hafta sonra olmak üzere 3 kez kan örnekleri alınmıştır (Onuegbu JA. ve ark., 2015).

4 haftalık egzersiz sonucunda, orta derecede egzersiz grubunda, IgG'nin ortalama konsantrasyonu arttı. Ancak anlamlı değildi, IgM'ninki ise egzersizden önceki sonuçlara kıyasla egzersizden çoğunlukla 4 hafta sonra önemli ölçüde arttı (Onuegbu JA. ve ark., 2015). Şiddetli egzersiz grubunda, IgG'nin ortalama konsantrasyonu arttı. Ancak anlamlı düzeyde değildi. IgM'ninki ise baştan sona önemli ölçüde arttı. (Tablo 4.8.) (Onuegbu ve ark., 2015).

Tablo 4.8. Dört Haftalık Futbol Çalışmasından Sonra Ağır ve Orta Egzersiz Gruplarının IgG ve IgM Değerlerinin Karşılaştırılması (Onuegbu ve ark., 2015).

	AĞIR EGZERSİZ GRUBU			**ORTA EGZERSİZ GRUBU**		
Parametreler	**Egzersiz Öncesi**	**2 Hafta Sonra**	**4 Hafta Sonra**	**Egzersiz Öncesi**	**2 Hafta Sonra**	**4 Hafta Sonra**
IgG (g/L)	11,15	11,65	11,72	10,45	10,65	10,69
IgM (g/L)	0,89	0,98	1,18	0,82	0,89	0,94

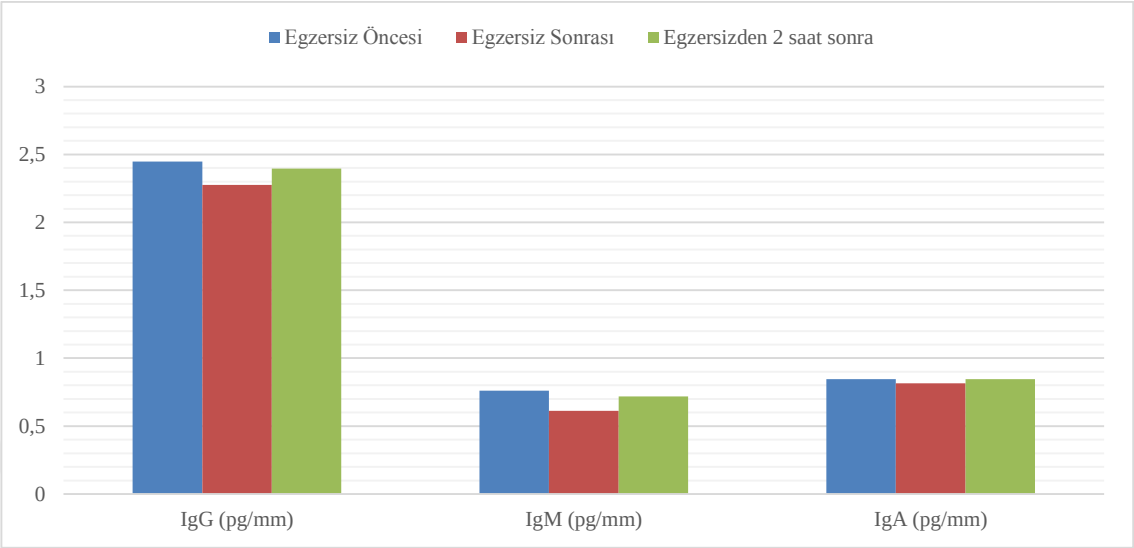
Hem orta hem de şiddetli egzersiz gruplarında, bir immün yanıtta üretilen ilk antikor (immünoglobulin) sınıfı olan IgM ve IgG konsantrasyonundaki değişiklik, antijen uyarımının bir sonucu olabilir (Onuegbu ve ark., 2015). Bu nedenle her iki egzersiz grubundaki bulgular, yapılan fiziksel egzersizin bağışıklık sistemini güçlendirdiğini ve böylece yabancı antijenlere karşı koruma sağladığını ima edebilir ancak özellikle kuvvetli egzersiz grubu konusunda dikkatli olunması önerilebilir. Çünkü egzersiz süresi çok uzun tutulursa bağışıklık sistemi baskılanabilir (Onuegbu ve ark., 2015).

Sonuç olarak, ağır fiziksel egzersiz, zindeliği önemli ölçüde artırabilir. Ancak, orta düzeyde fiziksel egzersiz sık sık ve uzun bir süre boyunca uygulandığında, gelişmiş bağışıklık tepkisi üretir.

Khazaei ve arkadaşlarının "The Effect Of One Over Heavy Exercise Session In Serum Level Of Immunoglobins 'IgG, IgA and IgM' in Sepak Takraw Athletes" isimli çalışmasında ağır bir yüklenmeden sonra ayak voleybolu sporcularının bazı immün parametreleri (IgG, IgA ve IgM) incelenmiştir (Khazaei ve ark., 2014). Araştırmaya yaş ortalaması 27 ± 8 olan 35 profesyonel ayak voleybolu sporcusu katılmıştır. Sporcuların boy, kilo, yaş ve VKİ gibi genel ve antropometrik özellikleri sırasıyla 186 ± 3, 72 ± 4, 27 ± 8 ve 23 ± 6 olarak verilmiştir. Bu sporcularda ağır bir egzersiz çalışması yapmak için anaerobik Wingate testi kullanılmıştır. Bu bağlamda sporcular; ergometrik bir bisiklet üzerinde, en yüksek güçlerinde, 30 saniye boyunca pedal çevirerek anaerobik olarak bir yüklenme yapmış oldular. Teste başlamadan önce sporculara 5 dakika boyunca ısınma yaptırıldı. Testten sonra ise 2 dakikalık bir soğuma egzersizi uygulandı (Khazaei ve ark., 2014).

Sporculardan egzersizden önce, egzersizden hemen sonra ve egzersizden 2 saat sonra olmak üzere 3 kez kan örneği alınarak IgG, IgA ve IgM değerleri incelenmiştir. Tekrarlanan ölçüm testi sonuçları, Ayak Voleybolu (Sepak Takraw) sporcularında egzersizden önce, sonra ve egzersizden 2 saat sonra serum IgG düzeylerinde anlamlı bir değişiklik olduğunu gösterdi (Khazaei ve ark., 2014). Ancak egzersiz öncesi, sonrası ve 2 saat sonra serum IgM ve IgA sporcularının seviyeleri istatistiksel olarak anlamlı değildi (Grafik 4.10.) (Khazaei ve ark., 2014).

Sonuç olarak, kısa süreli aerobik egzersizin Ayak Voleybolu (Sepak Takraw) sporcularının serum IgG seviyeleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ancak IgA ve IgM serum seviyeleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını gösterdi. Bu araştırmanın bağışıklık sistemi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir sadece IgG antikorunda yerel bazda birtakım düşüşler gözlenmiştir. Bu düşüş anlamlı görünse de tek başına çok büyük bir etkiye sahip değildir (Khazaei ve ark., 2014).

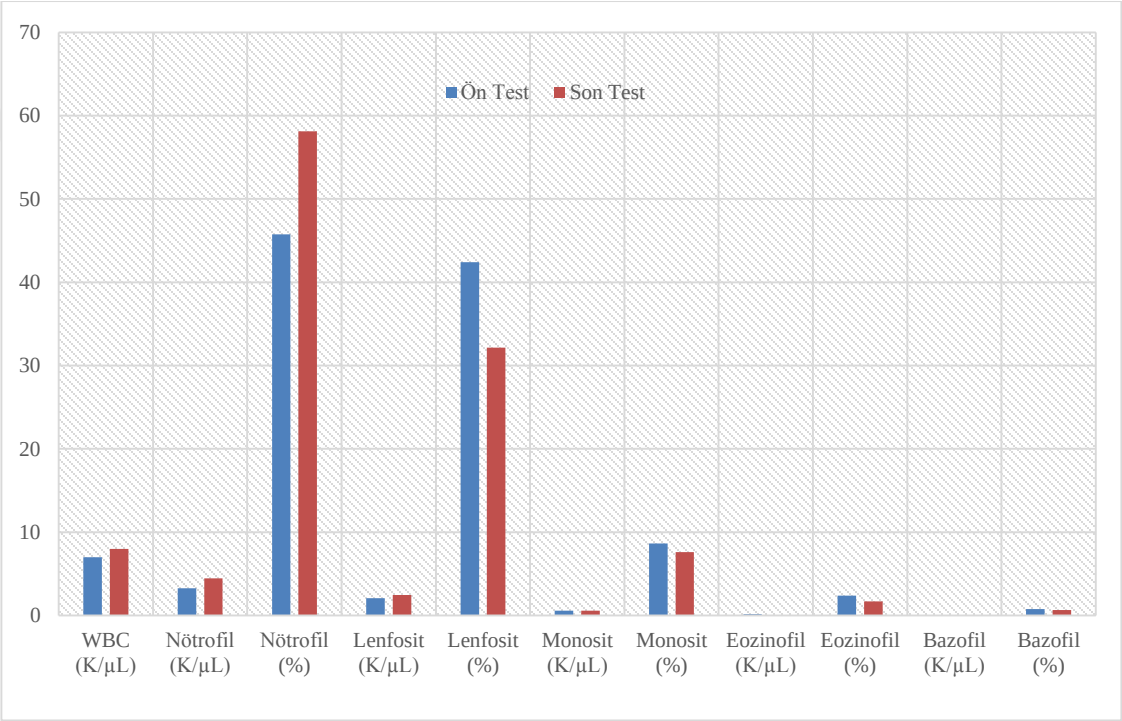


Grafik 4.10. Egzersizden Önce, Sonra ve İki Saat Sonra İmmünoglobulinlerin (pg/mm) Tekrarlanan Ölçüm Testlerinin Sonuçları (Khazaei ve ark., 2014).

Erantgil ve Akandere 'nin "The Effect of 4 Month Cycling Trainings Performed On Elite Cyclists On Some Immunological Parameters" adlı çalışmasının amacı, profesyonel düzeyde spor yapan bisikletçilere 4 aylık bir antrenman programı uygulayıp belirlenen immün parametreler üzerindeki değişimleri incelemekti (Erantgil, & Akandere 2018). Bunun için yaş ortalamaları 17,66 ±0,81 yıl olan, uluslararası yarışmalara katılan elit düzeyde 15 erkek bisikletçi ve kontrol grubu olarak yaş ortalaması 18,13 ±0,91 olan 15 sedanter erkek birey seçildi. Kontrol grubu düzenli egzersiz yapmayan bireylerden oluşuyordu ve yaşları bisikletçilerle eşdeğerdi. Kontrol grubuna herhangi bir egzersiz programı uygulanmadı (Erantgil, & Akandere 2018).

Deney grubuna ait bisikletçilere orta ve alt maksimal yoğunlukta 4 ay boyunca haftada 6 gün düzenli egzersiz programı uygulandı. Sporcular, yolda ve bisiklet odasında bisiklet antrenmanı, koşu parkurunda koşu egzersizi yaptılar. Ayrıca spor salonunda hazırlanan fitness programını uyguladılar. 4 aylık kronik antrenman öncesinde ve 4 ay sonrasında bisikletçilerin dirsek damarından kan örnekleri alındı. Çalışmada immünoglobulinler (IgA, IgG, IgM, IgE) ve lökosit parametreleri (WBC, nötrofil, %nötrofil, lenfosit, %lenfosit, monosit, %monosit, eozinofil, %eozinofil, bazofil, %bazofil) incelendi

(Erantgil, & Akandere 2018). Elde edilen bulgularda deney grubundaki 4 aylık kronik bisiklet antrenmanının sonucunda antrenman öncesi ve sonrası lökosit, %monosit, nötrofil, %nötrofil, lenfosit, %lenfosit değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken, monosit, eozinofil, %eozinofil, bazofil ve %bazofil parametreleri anlamlı bir fark göstermedi (Grafik 4.11.) (Erantgil, & Akandere 2018).

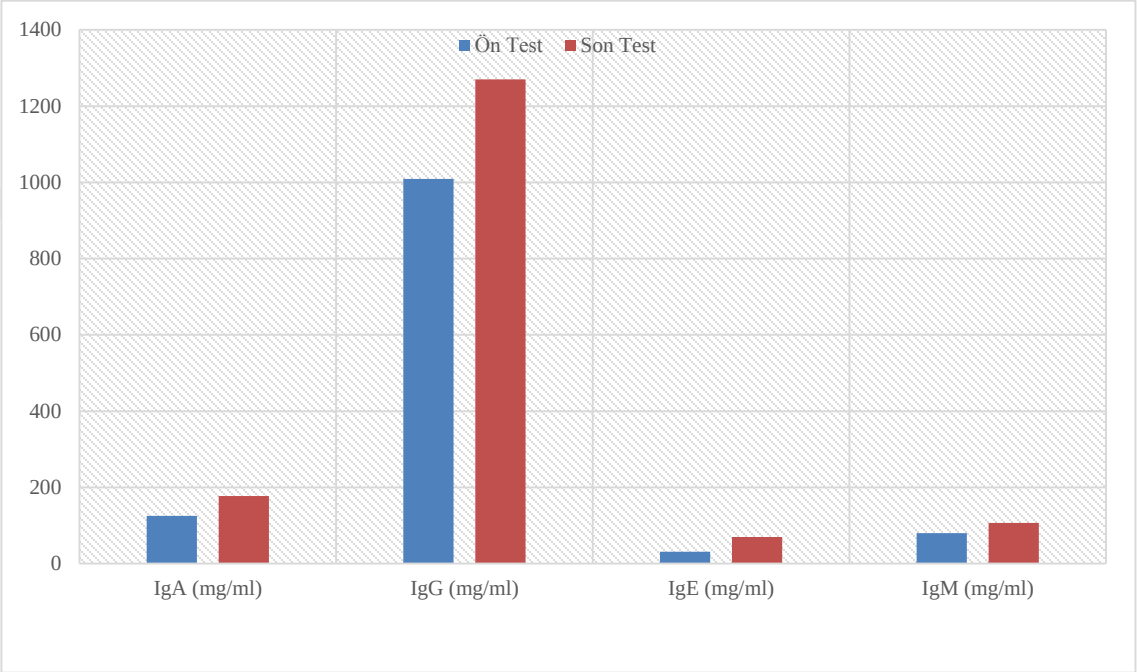


Grafik 4.11. Deney Grubunun Ön Test ve Son Test Lökosit Parametreleri (Erantgil, & Akandere 2018).

IgA, IgG ve IgE parametrelerinde anlamlı farklar gözlenirken, IgM parametresinde anlamlı fark bulunamadı (Grafik 4.12.) (Erantgil, & Akandere 2018).

Deney grubu ve kontrol grubunun lökosit sayıları incelendiğinde; lenfosit, monosit, %monosit, eozinofil, %eozinofil, bazofil parametrelerinde anlamlı bir fark görülmezken, lökosit, nötrofil, %nötrofil, %lenfosit ve %bazofil arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi. Her iki gruba ait immünolojik parametreler incelendiğinde, IgA, IgG ve IgM parametrelerinde kontrol ve deney grubu arasında anlamlı farklılık olduğu görüldü. Ancak IgE parametresi için durum böyle değildi (Erantgil, & Akandere 2018).

Sonuç olarak, kronik egzersiz sonucunda bazı lökosit ve immünoglobulin parametrelerde artış olduğu tespit edilmiştir. Bu artışın, bağışıklık sisteminin egzersize verdiği tepkiden kaynaklandığı düşünülmektedir (Erantgil, & Akandere 2018).



Grafik 4.12. Deney Grubunun Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası İmmünoglobulin Parametreleri (Erantgil, & Akandere 2018).

Kakanis ve arkadaşlarının "The Open Window of Susceptibility to İnfection After Acute Exercise in Healthy Young Male Elite Athletes" adlı çalışmasındaki amaç, elit sporcularda akut egzersiz sonrası enfeksiyona duyarlı oldukları açık pencere dönemini incelemekti. Bu amaçla çalışmaya haftalık en az 292 km bisiklet süren aktif 10 erkek "A" sınıfı bisikletçi seçildi. Bisikletçilerin yaş ortalamaları 24,2 ± 5,3 ortalama vücut ağırlığı 73,8 ± 6,5 kg; ortalama MaxVO2 65,9 ± 7,1 $ml.kg^{-1}.dak^{-1}$ idi (Kakanis ve ark., 2010). Bisikletçilere ikinci ventilasyon eşiğinin % 90'ında 2 saat egzersiz yaptırıldı. Denekler, bir bisiklet ergometresinde (Monark Ergomedic 828 E, İsveç) egzersizi tamamladı. Deneklerin ikinci ventilasyon eşikleri $MaxVO_2$ değerlerinden belirlendi.

Egzersizden önce, hemen sonra, 2, 4, 6, 8, 24 saat sonrasında kan örnekleri alınarak toplam lökosit sayıları, nötrofil oranı, lenfosit alt kümelerinin sayıları (CD4 +, CD8 + ve CD16 + / 56 +), doğal öldürücü hücre aktivitesi ve NK fenotipleri (CD56dimCD16 + ve CD56bright CD16) gibi parametreler incelendi (Kakanis ve ark., 2010). Egzersizin hemen sonrasında alınan kan örneklerinde toplam lenfosit sayılarında anlamlı bir artış vardı. Egzersizden 2 saat sonra ise toplam lenfosit sayılarında anlamlı bir düşüş yaşandı (Kakanis ve ark., 2010). CD4 + T-hücre sayıları egzersiz öncesine göre egzersizden 4 saat ve egzersizden 6 saat sonra önemli ölçüde artmıştır. Bununla birlikte, NK (CD16 + / 56 +) hücre sayıları, egzersiz öncesine kıyasla egzersiz sonrası 4. saatte ($p < 0,05$), 6.saatte ve 8 saatte anlamlı olarak azalmıştır (Kakanis ve ark., 2010).
CD56bright CD16- NK hücre sayıları ise egzersizden hemen sonra yapılan incelemede önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir.

Nötrofil oksidatif patlama aktivitesi yapılan egzersize karşı önemli ölçüde değişiklik göstermezken, nötrofil hücre sayısı ise egzersiz öncesine kıyasla egzersizden hemen sonra ve egzersizden 2 saat sonra önemli ölçüde artmıştır. Bu artış, 8 saat boyunca egzersiz öncesi seviyelerinin üstünde kalmıştır. Nötrofil fagositik fonksiyonunda, egzersiz sonrası 2. saatten, egzersiz sonrası 6. ve 24. Saatlere kadar anlamlı bir azalma görülmüştür (Kakanis ve ark., 2010).

Son olarak, eozinofil hücre sayıları, egzersiz sonrası 2. Saatten, 6 saat sonrasına ve egzersizden 8 saat sonrasına önemli ölçüde artmıştır (Kakanis ve ark., 2010).

Egzersiz sonrası toplam lenfositlerin, NK hücrelerinin ve nötrofil fagositik fonksiyonun baskılanması; sürekli yapılan dayanıklılık egzersizlerinin ÜSYE riskini arttırmasıyla ilişkili olabilir. Sonuç olarak bu çalışmada, akut bir dayanıklılık egzersizine yanıt olarak; toplam lenfosit sayıları, NK hücre sayıları, nötrofil fagositoz işlevi gibi bazı bağışıklık parametrelerinin baskılanabileceği görülmektedir (Kakanis ve ark., 2010).

Athanasios ve arkadaşlarının, “The Effects of Acute Low-Volume HIIT and Aerobic Exercise on Leukocyte Count and Redox Status” isimli çalışmasında amaç yüksek

yoğunluklu interval egzersiz ile aerobik egzersizi seçilmiş parametreler (WBC, lenfosit, monosit, granülosit, toplam antioksidan kapasite, vb.) üzerinden karşılaştırmaktı (Athanasios ve ark., 2018). Bunun için yaş ortalamaları 22,4 (±0,5), ağırlıkları (kg) 75,3 (±8,9), boyları (m) 1,80 (±0,1), vücut yağı (%) 10,8 (±4,1), $MaxVO_2$ (ml / kg / dk) 45,3 (±8,4), HR max (bpm) 185,2 (±7,1) olan 12 erkek denek çalışmaya dâhil edildi. Çalışma, çapraz araştırma şeklinde yapıldı. Denekler ilk ölçümlerinde aerobik egzersiz çalışması yaptı. Bir haftalık aradan sonra aynı 12 kişi interval egzersiz çalışması yaptı. Deneklerin $MaxVO_2$ değerleri 'Monark 843E' bisiklet ergometri testi kullanılarak ölçüldü. Aerobik egzersiz çalışması 30 dakika oyunca % 70 $MaxVO_2$ de bisiklet sürme egzersizi ile yapıldı. Egzersiz sırasındaki enerji tüketimini hesaplamak için, solunum gazı değişkenleri bir metabolik cihazla (Vmax29, Sensormedics, ABD) 30 dakika boyunca ölçüldü (Athanasios ve ark., 2018).

İnterval çalışma ise 30 saniyelik 4 sprint bisiklet egzersizinden (0,375 kg / kg vücut kütlesi direncine karşı) oluşuyordu (bu çalışma da aynı metabolik cihazla ölçüldü). İnterval çalışmada ortalama güç 412,5 ± 77,3 W' tır. 30 dakikalık aerobik egzersiz sırasında ortalama enerji harcaması 348 ± 90 kcal iken HIIT sırasında 200 ± 69 kcal idi. Egzersiz sonrası ortalama laktat değerleri aerobik egzersiz ve HIIT sonrası sırasıyla 2,7 ± 0,4 mM ve 15,3 ± 1,8 mM idi. Her sprintten sonra 60 saniyelik dinlenme verildi. Kan örnekleri; egzersizden hemen sonra, 24, 48 ve 72 saat sonra ön koldan alındı. Kan örneklerinden; WBC, lenfosit, monosit, gronülosit ve toplam antioksidan kapasite gibi değerlere bakıldı. Deneklere çalışma boyunca aynı diyet programına bağlı kalmaları söylendi (Athanasios ve ark., 2018).

Tablo 4.9. Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman ve Aerobik Egzersizin Karşılaştırılması (HIIT: Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman, AE: Aerobik Egzersiz, *: Egzersiz öncesine göre anlamlı değişim, **: HIIT ve AE' nin karşılaştırılmasındaki anlamlı değişim) (Athanasios ve ark., 2018).

Parametreler	Değişkenler	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	24 saat sonra	48 saat sonra	72 saat sonra
WBC ($x10^3/\mu L$)	HIIT	6,5 ± 0,8	9,8 ± 2,1**	6,1 ± 0,7	6,1 ± 0,7	5,9 ± 1,1
	AE	5,8 ± 0,7	7,6 ± 1,5 *	5,9 ± 0,8	6,0 ± 0,9	6,0 ± 1,1
Lenfosit (%)	HIIT	37,4 ± 8,0	42,2 ± 9,6 **	35,3 ± 6,9	35,5 ± 7,9	34,8 ± 5,3
	AE	35,6 ± 7,7	36,7 ± 6,5	34,8 ± 8,1	34.5 ± 6,7	33,4 ± 5,5
Monosit (%)	HIIT	8,5 ± 1,4	8,4 ± 1,9	8,7 ± 2,3	8.6 ± 1,7	8,4 ± 2,3
	AE	9,9 ± 3,5	9,2 ± 2,3	9,8 ± 3,7	9.8 ± 4,7	9,7 ± 4,1
Granülosit (%)	HIIT	54,1 ± 8,1	49,4 ± 10,2 **	56,0 ± 7,5	56.1 ± 8,3	56,8 ± 5,3
	AE	54,5 ± 6,0	54,1 ± 6,7	55,4 ± 6,5	55.7 ± 5,7	56,9 ± 5,0

Araştırma sonuçlarına bakıldığında toplam antioksidan kapasite, egzersizden hemen sonra ve egzersizden 24 saat sonra HIIT çalışmasını takiben önemli ölçüde arttı, aerobik egzersizde ise egzersizden hemen sonra toplam antioksidan kapasitenin arttığı diğer ölçümlerde bir artışın olmadığı görülmüştür. Antioksidan kapasite; HIIT'i takiben egzersizden hemen sonra ve egzersizden 24 saat sonra, aerobik çalışmaya göre önemli ölçüde daha yüksekti. WBC oranlarına bakıldığında, egzersizden hemen sonra HIIT'deki artış aerobik egzersize kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti (Tablo 4.9.). Lenfosit yüzdesi, HIIT'te egzersiz sonrası değerlerine bakıldığında egzersiz öncesine göre önemli ölçüde arttı. HIIT'deki artış aerobik egzersize kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti. Monositler her iki egzersiz çalışmasında da önemli ölçüde değişmedi (Tablo4.9.). Granülosit miktarında, egzersizden hemen sonra, HIIT ve aerobik egzersizde düşme yaşandı. Ancak HIIT' te bu düşme daha büyüktü (Tablo 4.9.). Sonuç olarak HIIT tarzı bir çalışma bagışıklık parametrelerini ve redoks aerobik egzersize göre daha fazla etkilemektedir (Athanasios ve ark., 2018).

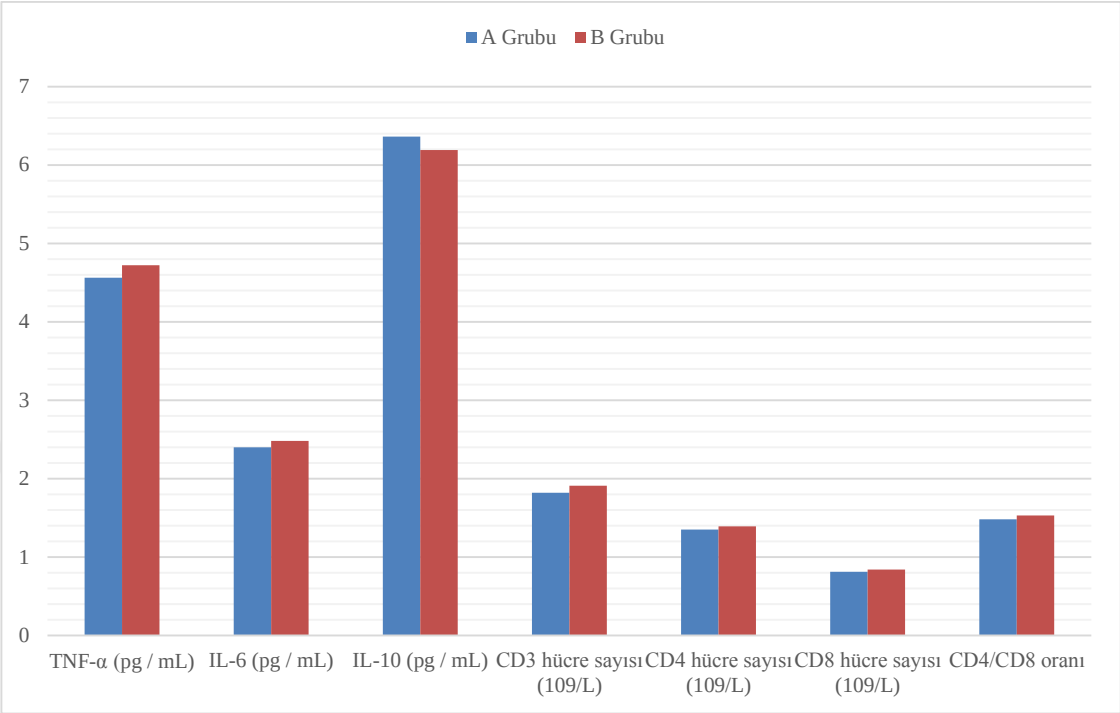
Shehab M Abd El-Kader ve Fadwa M Al-Shreef'in "Inflammatory Cytokines and İmmune System Modulation by Aerobic Versus Resisted Exercise Training for Elderly" isimli çalışmasında amaç yaşlı bireylerde aerobik ve direnç egzersizini İnflamatuar belirteçler üzerinden karşılaştırmaktır (El-Kader, & Al-Shreef 2018). Çalışma, yaşları 61-67 arasında değişen 60 yaşlı sedanter bireyden oluşmuştur. Denekler daha sonra rastgele 2 eşit gruba ayrıldı. A grubunun yaş ortalaması 66,43 ± 3,71 yıl, B grubunun yaş ortalaması 65,96 ± 3,42 yıl idi. Her iki grup arasında yaş, ağırlık, boy, vücut kitle indeksi (BMI), sistolik kan basıncı, diyastolik kan basıncı ve maksimum kalp hızı (HRmax) açısından anlamlı bir fark yoktu (El-Kader, & Al-Shreef 2018).

A grubundakiler aerobik egzersiz çalışması yapan 30 bireyden, B grubu ise direnç egzersizi yapan 30 bireyden oluşmuştur. Deneklerin bağışıklık parametrelerini etkileyecek herhangi bir rahatsızlığı bulunmuyordu (El-Kader, & Al-Shreef 2018). A grubuna, haftada 3 gün günde 40 dakika koşu bandında, aerobik egzersiz yaptırıldı. Egzersizlerin ilk 5 dakikası ısınma, son 5 dakikası soğumaya ayrıldı. Isınma ve soğuma American College of Sport Medicine yönergelerine göre hedeflenen kalp atım hızına inince yaptırıldı. Deneklerin maksimum kalp atım hızları 220-yaş formülüne göre hesaplandı. Egzersizler ilk 3 ay maksimum kalp atım hızının % 60-70' inde yaptırılırken sonraki 3 ayda bu değer % 70-80' e çıkartılmıştır. B grubundaki yaşlılar, haftada 3 gün günde 40 dakika ağırlık çalışması yaptı. Denekler 8 farklı alette çalıştılar. Bunlar: "Göğüs press, biceps curl, triceps extension, lower back, abdominals, leg press, leg curl and leg extension." Bu çalışmalar 8-12 tekrardan oluşan 3 set üzerinde yapıldı. Denekler maksimum kaldırabilecekleri ağırlığın % 60-80' inde çalıştılar ve art arda 3 çalışmada 8 tekrarlı seti tamamlayabilenlerin ağırlığı 5 kg arttırıldı. Deneklerden egzersiz öncesi ve egzersizler bittikten sonra kan örnekleri alındı ve TNF-α, IL-6, IL-10, CD3 sayısı, CD4 sayısı, CD8 sayısı ve CD4 / CD8 oranına bakıldı (Shebad M., & Fadwa M. 2018). Sonuçlar incelendiğinde, A grubunun; TNF-α, IL-6, CD3 sayısı, CD4 sayısı, CD8 sayısı ve CD4/CD8 oranlarının ortalama değerlerinde sırasıyla % 32.7, % 31.8, % 32.1, % 21.9, % 33.7 ve % 24,3 azalma olmuştur. IL-10 değerinde ise %28.4 artış görülmüştür (Tablo 4.10.) . B grubunda ise aynı değişkenlerin ortalama değerlerinde % 3,5,% 3,3,%

4,9,% 2,9,% 3,7 ve % 3,4 IL-10'da ise % 3,8 azalma tespit edilmiştir. A grubunda IL-10'un ortalama değerindeki önemli artışa ek olarak TNF-α, IL-6, CD3 sayısı, CD4 sayısı, CD8 sayısı ve CD4 / CD8 oranının ortalama değerleri anlamlı şekilde azalmıştır. Ancak B grubunda artış olmasına rağmen sonuçlar anlamlı bulunmamıştır. Bu çalışma, aerobik egzersizin yaşlı bireylerde bağışıklık sistemi ve inflamatuar belirteçlerde daha uygun olduğuna dair kanıt sağlamaktadır (El-Kader, & Al-Shreef 2018).

Tablo 4.10. A grubunun (aerobik egzersiz grubu) TNF-α, IL-6, IL-10, CD3 sayısı, CD4 sayısı, CD8 sayısı ve CD4 / CD8 oranının ortalama ön test ve son test değerleri (*: ön test ve son test arasında anlamlı farkı belirtir. TNF-a: tümör nekroz faktörü - alfa; IL-6: İnterlökin-6; IL-10: Interlökin-10) (El-Kader, & Al-Shreef 2018).

Parametreler	Ön Test	Son Test
TNF-α (pg / mL)	4,77 ± 1,62 *	3,21 ± 1,34
IL-6 (pg / mL)	2,58 ± 0,93 *	1,76 ± 0,81
IL-10 (pg / mL)	5,94 ± 1,25	7,63 ± 1,32
CD3 hücre sayısı (10^9/L)	1,93 ± 0,87 *	1,31 ± 0,75
CD4 hücre sayısı (10^9/L)	1,41 ± 0,92 *	1,10 ± 0,78
CD8 hücre sayısı (10^9/L)	0,86 ± 0,33 *	0,57 ± 0,26
CD4/CD8 oranı	1,52 ± 0,86 *	1,15 ± 0,71



Grafik 4.13. Altı Aylık Çalışmanın Sonunda A Grubu ve B Grubunun İnflamasyon Belirteçlerinin (TNF-α, IL-6, IL-10, CD3 sayısı, CD4 sayısı, CD8 sayısı ve CD4 / CD8 Oran) Karşılaştırılması (El-Kader, & Al-Shreef 2018).

Çalışma sonuçları, aerobik egzersiz çalışmasının TNF-α, IL-6 ve CRP seviyelerinde bir düşüşe neden olduğunu ve IL-10 seviyesinin artmasına ek olarak egzersiz çalışmasının yaşlı bireylerde inflamasyonu azaltabileceğini ve ardından daha önemli değişiklikler yapabileceğini göstermektedir (El-Kader, & Al-Shreef 2018).

David ve arkadaşlarının, "Ten Weeks of High-İntensity İnterval Walk Training is Associated With Reduced Disease Activity and İmproved İnnate İmmune Function in Older Adults With Rheumatoid Arthritis: A Pilot Study" çalışmasında 10 haftalık yüksek yoğunluklu interval egzersizin Romatoid Artritli yaşlı bireylerde bağışıklık parametrelerine etki edip etmediğine bakılmıştır. RA, artan sistemik ve eklem inflamasyonu ile karakterize edilen iltihapla seyreden bir hastalık olarak kabul edildiği için, inflamasyonun patolojisi esas olarak düzensiz bir bağışıklık sisteminden kaynaklanmaktadır. RA'lı hastalar artmış enfeksiyon riski altında olduğundan ve

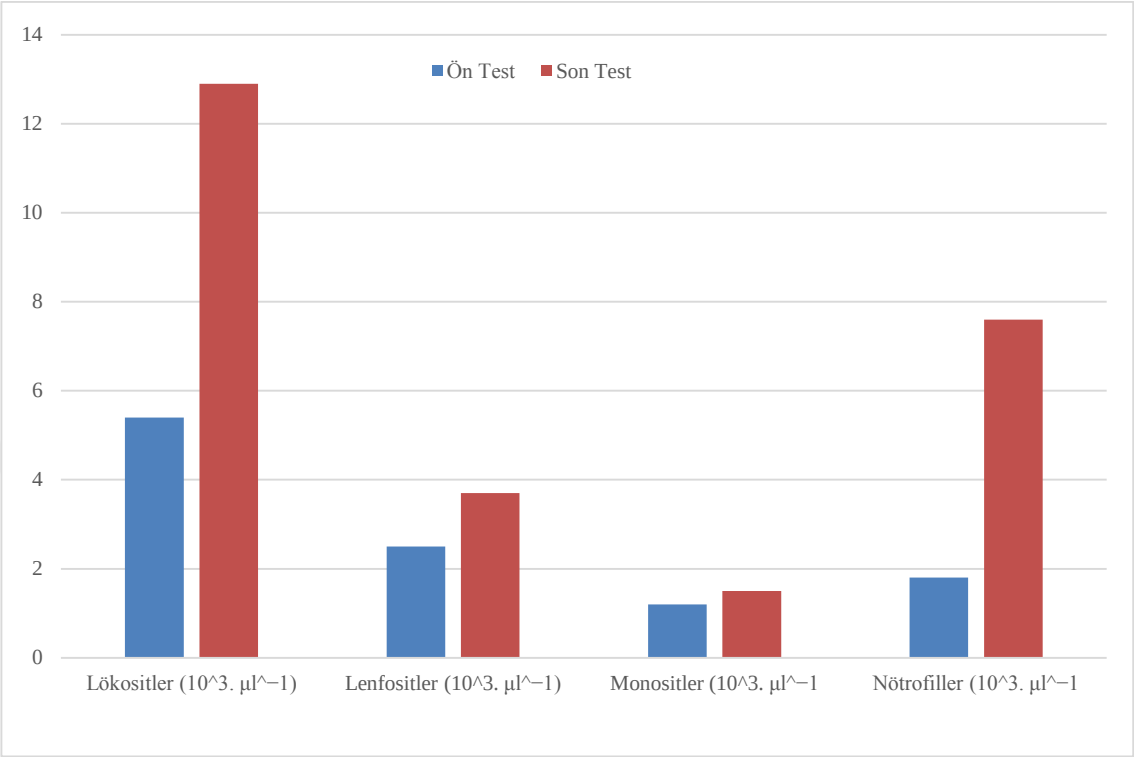
optimal nötrofil ve monosit fonksiyonuna ihtiyaç duyduğundan, bu çalışma HIIT'in doğuştan gelen bağışıklık hücrelerinin antibakteriyel fonksiyonlarını iyileştirip iyileştirmeyeceği ile ilgilenmiştir (David ve ark., 2018). Bu çalışma için yaş ortalamaları 64 ± 7 olan Romatoid Artritli sedanter 12 yaşlı birey (11 kadın ve 1 erkek) belirlendi.

Deneklere; 10 hafta boyunca haftada 3 gün, 30 dakikalık interval egzersiz yaptırıldı. Bu egzersizlerde yapılan interval çalışma programı, 60-90 saniye MaxVO_2 nin % 80–90'ında koşu bandında yürüyüş daha sonra aynı sürelerde MaxVO_2 nin % 50-60'ında aktif dinlenme yürüyüşü şeklinde ayarlandı. Koşu bandı hızı olarak 1-4,6 mph arasında egzersiz çalışması yaptırıldı ve eğer yürüme hızıyla hedeflenen kalp atım hızına ulaşılamazsa, kalp hızını artırmak için koşu bandına eğim (% 2-15) eklendi. Egzersiz yoğunlukları bir kardiyorespiratuvar uygunluk testiyle belirlendi. Egzersizin, ilk 5 dakikalık kısmı ısınma, son 5 dakikalık kısmı ise soğumadan oluşuyordu. Kan örnekleri egzersiz çalışmasından önce ve 10 haftalık çalışmanın bitiminden en az 24 saat içinde alınarak nötrofil, lenfosit, monosit, eozinofil bakterileri fagasitoz (yutma) işlevine, CXCL-8, IL-6, IL-10, TNF-a, IL-1 p ve C-reaktif protein (CRP) değerlerine bakıldı. Egzersiz çalışmasının sistemik iltihaplanma üzerinde herhangi bir etkisi olup olmadığını belirlemek için, küçük beyaz kan hücre aktivitesi testi yapıldı. Yapılan testler sonucunda; IL-1p, IL-6, CXCL-8, TNF-α veya anti-inflamatuar sitokin IL-10 için hiçbir değişiklik gözlenmedi (tümü $p > 0,05$) (David B ark., 2018). 10 haftalık çalışmanın ardından yapılan ölçümlerde aerobik kapasite artmış, hastalık aktivitesinde azalma tespit edilmiş ve nötrofillerin fagositoz yapma yeteneği gelişmiştir. Buna ek olarak nötrofillerin hastalıklı bölgeye göç etme süreleri kısalmıştır. Bu da doğuştan gelen bağışıklık sisteminin bakterileri yok etme gücünün arttığına kanıt olarak gösterilmiştir. Ayrıca; IL-1p, IL-6, CXCL-8, TNF-α, anti-inflamatuar sitokin IL-10 için hiçbir anlamlı değişiklik gözlenmemiştir. Elde edilen veriler, HIIT yürüyüşünün RA hastalarında, hastalık aktivitesini azaltmak ve genel sağlığı iyileştirmek için verimli, tolere edilebilir ve oldukça etkili bir müdahale olabileceğini göstermektedir (David ve ark., 2018).

Hui ve arkadaşlarının "Leukocyte Subset Changes in Response to a 164-km Road Cycle Ride in a Hot Environment" isimli çalışmasında sıcak ortamlarda yapılan 164 km

gibi uzun mesafeli bisiklet egzersizlerinin lökosit alt sınıflarını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bunun için yüksek çevre sıcaklıklarında (35ºC ve üstü) 164 km'lik eğlence amaçlı bir yol bisiklet etkinliği olan 2013 Hotter'N Hell Hundred' a (HHH) katılmak üzere 32 kişi araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırmaya katılan 28 erkeğin yaş ortalaması 49 ± 8, 4 kadının ise 42 ± 12' dir. (HHH ABD'nin Teksas Eyaletinde her yıl ağustos ayında 35ºC sıcaklık ve % 59 nemli bir ortamda yapılan aşırı zorlayıcı bir yarışmadır) (Hui ve ark., 2016).

Hui ve arkadaşlarının yaptığı bu araştırmada amaç, sıcak ortamda uzun mesafede yapılan bisiklet egzersizinin lökosit alt kümelerine tepkisini belirlemekti. Katılımcılar etkinliğin başlamasından 1-2 saat önce ve etkinliğin tamamlanmasından hemen sonra birer kan örneği verdiler. Kan örnekleri toplam lökosit ve lökosit alt grupları için analiz edildi: "Nötrofiller, monositler ve lenfositler." (Hui ve ark., 2016). Egzersiz ortalama 35,3 ±5ºC sıcaklıkta yapılmıştır. Egzersiz ortalama 6,4 ± 1 saat sürmüştür. Egzersizin başlangıcından bitişine kadar sürücüler ortalama 12,4 ±8 saat dinlenmişlerdir. Katılımcıların kalp atış hızı Polar Electro Inc. Lake Success, NY marka cihazla izlenmiştir. % $MaxVO_2$ = 1.33 x (% HR maksimum) - 37.3) formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Katılımcıların ortalama $MaxVO_2$ değerleri % 76±6 olarak hesaplanmıştır (min:61, max:85).



Grafik 4.14. 164 Km Bisiklet Yarışından Sonra Belirlenen İmmün Parametrelerin Ön Test ve Son Test Parametrelerinin Karşılaştırılması (Hui ve ark., 2016).

Toplam lökositlerin ve her lökosit alt kümesinin konsantrasyonları ön test ve son test karşılaştırıldığında önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Artış yüzdesi toplam lökositler için % 134 nötrofiller için % 319, monositler için % 24 ve lenfositler için % 53'tür (Hui ve ark., 2016). Hem lökosit hem de nötrofil konsantrasyonları eşit olarak artarken, monositler ve lenfositler bu duruma tam olarak uymamıştır. 32 katılımcının 13'ünün monosit konsantrasyonunun ön test ve son test karşılaştırılmasında bir azalma fark edildi. 8 kişinin ise lenfosit konsantrasyonunda (ön test ve son test verileri karşılaştırıldığında yine azalma görülmüştür. Bu bulguların nedeni belirsiz olarak nitelendirilmiştir. Ancak olası nedenleri arasında doğal olarak meydana gelen bireysel farklılıklar, ısıya alışma ve/veya bağışıklık işlevindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği söylenmiştir (Hui ve ark., 2016).

Genel olarak, bu çalışma, egzersiz sırasında hız, yiyecek ve sıvı alımı ile ilgili talimatlar veya kısıtlamalar olmadan 164 km'lik bir bisiklet etkinliğinin (≥5-8 saat) önemli ölçüde lökosit sayılarını (lökositoz) arttırdığını göstermiştir. 18-23ºC sıcaklıklarda daha kısa sürelerde ve mesafelerde (100 km ve altı) yapılan koşulardaki aynı tür çalışmalarla benzer sonuçlar görülmüştür. Bunun nedeninin koşucularda kas hasarı ve stresin daha fazla olması gerekliliği üzerinde durulmuştur. Görülmüştür ki koşuya göre daha az kas hasarlı bisiklet sürüşü yüksek sıcaklıklarda (35ºC ve üstü) yapılınca aynı bağışıklık tepkisi üretilmiştir. Sıcaklık ek stres kaynağı olarak gösterilmiştir (Hui ve ark., 2016).

Christina ve arkadaşlarının "Adipose Tissue Inflammation in Breast Cancer Survivors: Effects of a 16-week Combined Aerobic and Resistance Exercise Training Intervention" isimli araştırmasına; obez (BKİ>30) 1. 2. ve 3. evrelerde meme kanseri hastası olup ışın tedavisi, kimyasal tedavilerini tamamlamış ve bu tedavilerin üzerinden en az 6 ay geçmiş 20 kişi dahil edildi. Bu 20 kişi daha sonra rastgele eşit 2 gruba ayrıldı. Birinci gruba, aerobik ve direnç egzersizinden oluşan bir çalışma programı uygulanmıştır. İkinci grup ise kontrol grubudur.

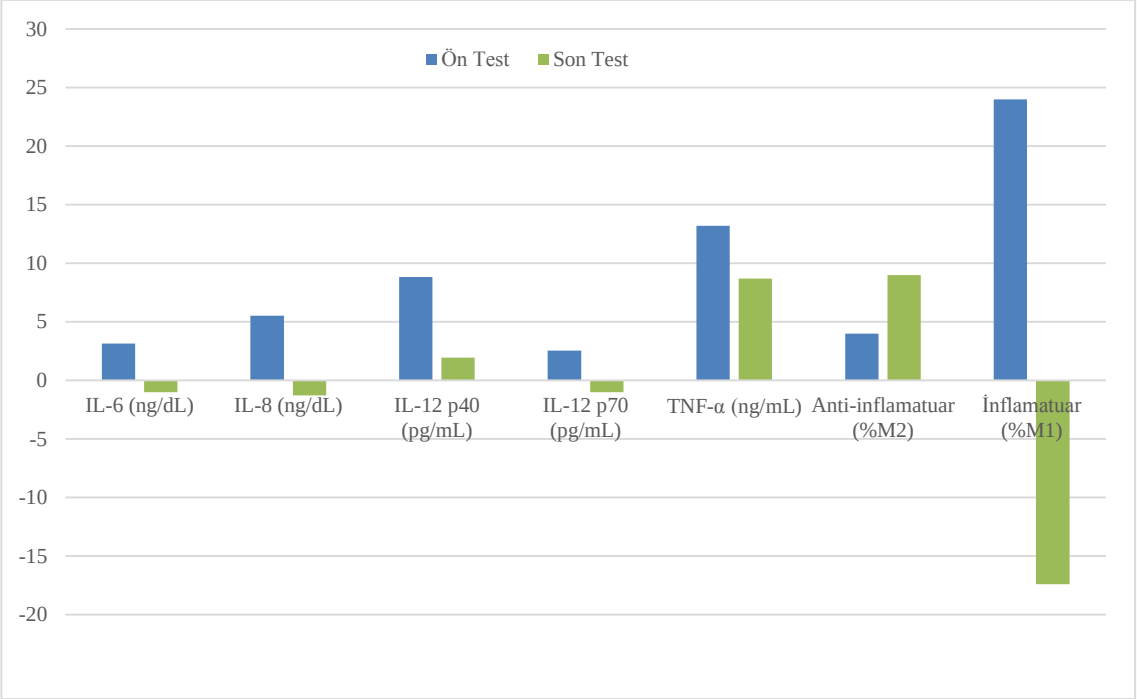
10 kişiden oluşan egzersiz grubunun yaş ortalaması 53,0 ± 10,0, vücut kitle indeksinin ortalaması 33,5 ± 5,7 kg/m^2, vücut yağ yüzdesi % 36,8 ± 4,7'dir. Kontrol grubunun yaş ortalaması 55,0 ± 4,5, vücut kitle indeksinin ortalaması 33,3 ± 8,7, vücut yağ yüzdesi % 36,4 ± 5,7 olarak ölçülmüştür. Toplam yağsız kütle, yağ kütlesi ve vücut yağ yüzdesi, Dual-Energy X-ray Absorbtiometry (DXA, GE iDXA, Fairfield, Connecticut) kullanılarak ölçülmüştür (Christina ve ark., 2017). Maksimal kalp atım hızını belirlemek için katılımcılar önce bir koşu bandında (Desmo Woodway, Waukesha, WI) kalp atış hızlarını (HR) % 50-70 arasında artıran bir hızda (2,0, 3,0, 4,0 veya 4,5 mph) yürüyerek 4 dakikalık bir ısınma gerçekleştirdiler. Bunu aynı hızda % 5 eğimde 4 dakikalık çalışma izlemiştir. Kalp atım hızı, testin son 30 saniyesinde ölçülmüştür. Maksimum oksijen alımını tahmin etmek için tek aşamalı bir submaksimal koşu bandı testi kullanılmıştır. Maksimal kuvveti hesaplamak için 10 tekrarlı maksimum kuvvet testi (10-RM: repetition maximum) kullanıldı. Chest press, latissimus pulldown, knee extension, knee

flexion, (Tuff Stuff, Pomona, CA) gibi hareketlerin 1 tekrar maksimal kuvvetleri bu test kullanılarak hesaplandı. Böylece kişiye özel bir egzersiz programı oluşturulmuş oldu (Christina ve ark., 2017).

Kombine aerobik ve direnç egzersiz programı, Amerikan Spor Hekimliği Koleji/Amerikan Kanser Derneği (ACSM/ACS) yönergelerine göre tasarlanmıştır. Bu yönergeye göre kanserden kurtulanlar için haftada 2-3 gün direnç egzersizi ve 150 dakikalık orta şiddette aerobik egzersiz yapılması önerilmiştir. Bu çalışmaya katılan denekler, 16 hafta boyunca haftada 3 gün bir eğitmen eşliğinde bire bir antrenman yapmıştır. Bu antrenmanın 1. ve 3. günleri 80 dakikalık direnç ve aerobik egzersiz çalışmasından oluşurken 2. gün 50 dakikalık aerobik egzersiz çalışmasından oluşmuştur. Her egzersiz seansı MaxVO_2' nin % 40-50'sinde 5 dakikalık ısınma egzersizi ile başlatılmıştır. Daha sonra bunu; leg press (LP), lunges (LUN), leg extension (LE), leg fleksiyon (LF), chess press (CP), seated row (SR), triceps extension (TE) ve biceps curl (BC) egzersizi izlemiştir (Christina ve ark., 2017).

Direnç egzersizi, her egzersiz arasında resmi bir dinlenme süresinin belirlenmediği ve daha çok bir kas grubunun dinlenirken diğer bir kas grubunun aktif olduğu bir devre antrenmanı tarzında gerçekleştirildi. Egzersiz çalışması şu şekilde gerçekleştirilmiştir: LP-CP-LUN-SR-LE-TE-LF-BC. Alt ekstremite çalışmaları için maksimal kuvvetin % 80'inde, üst ekstremite çalışmaları için ise maksimal kuvvetin % 60'ında egzersiz yoğunluğu uygulanmıştır. Katılımcılar arka arkaya 2 çalışma seansında belirlenen ağırlıkta 10 tekrardan oluşan 3 seti tamamlayabildiklerinde ağırlık % 10 artırıldı. Tekrarlar, kas dayanıklılığını güvenli bir şekilde oluşturmak için her 4 haftada bir 10'dan (4. hafta) 12'ye (8. hafta) ve 15'e (12. hafta) çıkarılmıştır (Christina ve ark., 2017).
Direnç egzersizinin ardından, katılımcılar koşu bandında yürüme/koşma, kürek çekme veya bisiklet gibi egzersizlerden istediklerini seçerek aerobik egzersiz çalışmasına başlamışlardır. Egzersiz maksimum kalp atım hızının (HR) % 65-80'inde gerçekleştirildi. Kalp atım hızı Polar kalp monitörü (Lake Success, NY) kullanılarak ölçüldü. Aerobik egzersiz seanslarının süresi, kardiyorespiratuar kondisyon arttıkça 30 dakikadan (1. hafta) 50 dakikaya (16. hafta) çıkarılmıştır. Daha sonra MaxVO_2'nin %

40-50'sinde 5 dakikalık bir soğuma egzersizi ile antrenman sonlandırılmıştır (Christina ve ark., 2017). 16 haftalık çalışma programından sonra denekler 12 saat aç bırakılarak antekübital venden kan örnekleri alınmıştır. Kan tahlilinde; C-reaktif protein (CRP), glikosile edilmiş hemoglobin (HbA1c), leptin, adiponektin, IL-6 ve IL-8, açlık kan şekeri, insülin, HDL-kolesterol ve trigliseritlerin plazma seviyeleri ölçülmüştür. Yağ dokusu biyopsisi 12 saat açlıktan sonra sağ ön koltuk altından cerrahi işlemle alındı. Egzersiz çalışması, önemli yan etkiler olmaksızın istenilen şekilde uygulanmıştır. Müdahale grubu egzersizlere oldukça uyumluydu (% 97) ve 48 egzersiz çalışmasının ortalama 46'sını tamamlamışlardır (Christina ve ark., 2017).



Grafik 4.15. Müdahale Grubunun 16 Haftalık Egzersizden Sonra İnflamatuar Parametrelerindeki Değişimleri (M1: yağ dokusundaki iltihaplanma yüzdesi, M2: yağ dokusundaki iltihap yok edici bağışıklık parametrelerinin yüzdesi, IL-6, IL-8, IL-12, TNF-α: İnflamatuar belirteçleri) (Christina ve ark., 2017).

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, 16 haftalık antrenman programı egzersiz grubunda; vücut ağırlığı, yağ kütlesi, vücut yağ yüzdesi, bel çevresi, kalça çevresinde azalma ve yağsız kütlede bir artış olmak üzere vücut kompozisyonunda önemli

gelişmelerle sonuçlandı. Başlangıç ile karşılaştırıldığında, tüm vücut kompozisyonu ölçümleri egzersiz grubu için önemli ölçüde iyileşirken vücut yağ yüzdesi kontrol grubunda başlangıca göre önemli ölçüde arttı. Özellikle; egzersiz grubu, diyet yapmadığı halde yağ kütlesinde yaklaşık 4 kg'lık bir azalma yaşamıştır (Christina ve ark., 2017).
Müdahale grubunun egzersiz çalışmaları ile kardiyometabolik profili de iyileştirildi. Egzersiz grubu katılımcılarının; açlık kan şekeri, insülin, toplam kolesterol, LDL, trigliseritler, HgA1c ve artmış HDL-C'de seviyelerinde başlangıç düzeyine ve kontrol grubuna kıyasla düşüşler yaşanmıştır. Kontrol grubunda ise insülin, toplam kolesterol, LDL ve HbA1c, önemli ölçüde artmıştır. 16 haftalık çalışmanın ardından, egzersiz grubu, kontrol grubuna ve başlangıca göre plazma CRP, leptin, TNF-a, IL-6, IL-8, IL-12p40, IL-12p70 seviyelerinde önemli düşüşler görülmüştür (Grafik 4.15). Kontrol grubunda ise leptin, IL-6 ve IL-8'de önemli artışlar yaşandığı görülmüştür. Egzersiz grubunun yağ dokusundaki inflamatuar stokinlerinde düşüş görülürken anti-inflamatuar parametrelerde artış tespit edilmiştir. Egzersiz grubunu yağ dokusundaki iltihaplanma oranı azalmıştır (Grafik 4.15.) Kontrol grubunda ise artmıştır (Christina ve ark., 2017).

Sonuç olarak bu çalışma, anti-inflamatuar seviyesindeki artışlar, hem sistemik hem de yağ dokusu seviyesindeki sitokin profilindeki gelişmelerle ölçülen, obez meme kanserinden kurtulanlarda orta ila şiddette aerobik ve direnç egzersizinin yağ dokusu iltihabını hafifletebileceğini göstermektedir (Christina ve ark., 2017).

5. TARTIŞMA

Bu sistematik derleme, egzersizin bağışıklık parametreleri üzerindeki akut ve kronik etkilerine ilişkin bilimsel kanıtları analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışmamızda aerobik egzersizin lökositlerin, lenfositlerin, lenfosit alt gruplarının, interlökinlerin, NK hücrelerinin ve immünoglobulinlerin immün yanıtındaki değişiklikleri desteklediği bulunmuştur. Ayrıca akut egzersizin bağışıklık parametreleri üzerinde çelişkili sonuçlar verdiği görülmüştür. Genel itibariyle akut egzersizler bağışıklık sistemi üzerinde ani artış ve sonrasında korelasyonel bir azalmayla sonuçlanmaktadır.

Araştırmalar, kısa veya uzun süreli orta ila şiddetli aerobik egzersizin, bağışıklık fonksiyonunda akut ve kronik değişiklikleri desteklediğini göstermiştir (Maltseva ve ark., 2011; Pedersen, & Hoffman 2000; Suzuki, 2018).

Birçok çalışmada araştırmacılar akut aerobik egzersizin; lökositler, lenfositler ve doğal öldürücü hücreler gibi bağışıklık parametrelerinde değişiklikleri desteklediğini söylemektedir (Patlar, 2010; Santos ve ark., 2013; Scharhag ve ark., 2005; Su ve ark., 2011). İki saatten uzun süren bisiklet, maraton ve triatlon gibi branşları içeren uzun süreli akut aerobik egzersizler, egzersizden sonra IL-1ra, IL-6, IL-8 ve IL-10 sitokinlerinin plazma konsantrasyonlarında yükselmelere neden olmaktadır (Nieman ve ark., 2001; Ronsen ve ark., 2002; Suzuki, 2018). Lökositler, nötrofiller, interlökinler, tümör nekroz faktörü (TNF-α) ve adezyon molekülü (ICAM-1) maraton gibi uzun süreli sporlardan hemen sonra plazma konsantrasyonlarını yükselterek egzersiz sonrasında enfeksiyonlara karşı bağışıklığı zayıflatır (Santos ve ark., 2016; Suzuki ve ark., 2003).

Yarı maraton (21,1 km) gibi orta mesafeli koşularda amatör koşucularda; lökosit, nötrofil ve monosit sayılarında artış gözlenmiştir (Lippi ve ark., 2014). 4 saatlik orta yoğunlukta bir bisiklet egzersizi sırasında, kan dolaşımında bulunan NK hücrelerinin,

monositlerin ve nötrofillerin sayısı artmaktadır. Ancak egzersiz bittikten sonra sadece IL-6 konsantrasyonlarının yüksek kaldığı tespit edilmiştir (Scharhag ve ark., 2005). 45 dakika boyunca orta düzeyde yürüyüş yapmak T hücresi ve interlökin konsantrasyonlarını değiştirmez. Ancak immünoglobulinlerin plazma konsantrasyonları bu yürüyüşten hemen sonra yükselir (Nehlsen-Cannarella ve ark., 1991).

Mackinnon LT'nin 2000 yılında yaptığı araştırma (Chronic exercise training effects on immune function). Egzersiz çalışmalarının insanlarda bağışıklık fonksiyonu üzerindeki kronik etkilerine ilişkin son literatürü gözden geçirmektedir. Bu bağlamda orta yoğunlukta ve maksimal üstü yoğunlukta egzersiz yapan sporcular değerlendirilmiştir. Yoğun egzersiz sırasında bağışıklık hücre sayısı genellikle normal iken, son kanıtlar, uzun süreli yoğun egzersiz dönemlerinin(maraton-ultra maraton vb.) nötrofil işlevi, serum ve mukozal immünoglobulin seviyeleri, plazma glutamin konsantrasyonu gibi bağışıklık parametrelerinde hafif bir bozulmaya yol açabileceğini göstermektedir. Sporcular, klinik olarak bağışıklık eksikliği yaşamazken çeşitli bağışıklık parametrelerinde egzersiz bitimini takip eden 12 saat sonrasında egzersiz öncesine kıyasla daha düşük NK ve lökosit sayıları tespit edilmiştir. Bu küçük değişikliklerin birleşik etkilerinin, üst solunum yolu enfeksiyonu gibi basit hastalıklara karşı direnci tehlikeye atabileceğinin mümkün olduğunu belirtmiştir.

Bir başka çalışmada; 10 hafta boyunca maksimum kalp atım hızının % 70-80'inde haftada 3 gün, günde 45 dakikalık aerobik bisiklet egzersizi yapmanın, lenfosit ve alt gruplarını arttırdığı görülmüştür (LaPerriere ve ark., 1994).

Pedersen' nin derlemesinde; % 75 MaxVO_2 şiddetinde 60 dakika süren akut egzersizin, lökosit miktarını, egzersiz sırasında arttırdığı tespit edilmiştir. Egzersizden sonra ise lökosit miktarının düştüğü görülmüştür. Yine egzersiz sonrası nötrofil sayısına bakıldığında nötrofillerin 4 kat arttığı tespit edilmiştir. (Pedersen, 1991).

Diken' in yaptığı bir araştırmada, 10 güreşçiye uzun süreli egzersiz yaptırılmış ve egzersiz sonrası kompleman C3, C4, IgA, IgG, IgM, ve kortizol düzeyleri kontrol

edildiğinde önemli derece kalıcı olmayan bir artışın meydana geldiği rapor edilmiştir. (Diken ve ark., 2000).

Nehlsen-Cannarella' nın yaptıkları çalışmada, 12 kadına koşu bandında 45 dakikalık yürüyüş yaptırılmış ve bunun sonucunda immünoglobulinler ve lenfositler üzerindeki etkiye bakılmıştır. Egzersiz bitimini takip eden 90 dakika sonunda IgG, IgA ve IgM miktarlarında istatiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ($p<0.01$). Egzersizden hemen sonra yapılan ölçümlerde IgG % 7,2 oranında artarken 90 dakika sonra bazal düzeyine geri dönmüştür. Aynı değişim IgA ve IgM düzeylerinde de görülmüştür. Ancak egzersiz sonrası meydana gelen bu artışlar anlamlı olarak raporlandırılmamıştır (Nehlsen-Cannarella ve ark., 1991).

Boyum' un araştırmasında, askeri öğrenciler üzerinde yapılan çalışmada 5-7 günlük şartları ağırlaştırılmış bir fiziksel egzersiz programı uygulanmıştır. Bu çalışmada aralıksız % 35 MaxVO_2 şiddetinde yapılan egzersizin uyku azlığı ve kalori kısıtlaması gibi parametrelerle de birleştirildiğinde bağışıklık sistemini güçsüzleştirdiği belirtilmiştir. Bu egzersiz programının sonunda immünoglobulinlerin (IgA % 10-20, IgG % 6-7 ve IgM % 20-35) serum düzeylerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür (Boyum ve ark., 1996).

Saygın ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada farklı tür ve şiddetteki spor branşlarının (maraton koşucuları, voleybolcular ve hareketsiz insanlar) sonradan kazanılan ve doğal bağışıklık sistemleri üzerindeki etkisi incelenmiş. Bu incelemede lökosit, C3-C4 ve immünoglobulin düzeylerine bakılmıştır. Sonuç olarak da immün sistem üzerinde meydana gelen değişimlerin, yapılan egzersizin tipine bağlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (Saygın ve ark., 2006).

Nieman ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, kısa süreli yoğun submaksimal egzersizlerin ya da kısa süreli aşamalı artan maksimal egzersizlerin serum immünoglobulin seviyelerinde artışa neden olduğu görülmüştür. Ayrıca bu artışın sporcu olmayanlarda ve sporcularda değişmediği tespit edilmiştir. 45 dakikalık orta şiddetli akut bir egzersizde, plazma hacminde bir değişim olmamasına rağmen, immünoglobulin

seviyelerinde geçici bir artış görülmüştür. Muhtemelen bu artış artan lenf akışı sonucu oluşmaktadır. Egzersizden 90 dakika sonra IgG konsantrasyonu en düşük seviyede olmasına rağmen, 40 km' den daha kısa bir koşu sonrası toplam immünoglobulin değişimleri küçük ve istatiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çelişkili sonuçlara rağmen akut submaksimal çalışmanın en büyük etkisi IgM değerlerinde görülmektedir. Koşucuların 45-75 km arasında, yüksek şiddetlerde yaptıkları koşularda immünoglobulin düzeylerinin 2 güne kadar azalmış olduğu tespit edilmiştir (Nieman ve ark.,1991).

J. Hum Kinet' in yaptığı bir çalışmada yaşları 18-24 arasında değişen 20 erkek sporcuya 12 hafta boyunca aerobik ve anaerobik egzersiz çalışması yaptırıldı. Deney sonunda aerobik egzersiz yapanların $MaxVO_2$ değerleri anaerobik yapanlara göre daha iyi çıkarken seçilmiş hematolojik [RBC' ler (5,3 ± 0,3 ve 4,9 ± 0,2 mln / ul), WBC' ler (6,6 ± 0,5 ve 6,1 ± 0,4 ton / ul)] değerler anaerobik egzersiz yapanlarda daha fazla artmıştır. Ayrıca CD34 kök hücre sayısı (251,6 ± 21,64 ve 130 ± 14,61) anaerobik çalışmada daha fazla artmıştır. Parantez içlerindeki ilk değerler anaerobik, ikinci değerler ise aerobik çalışma sonuçlarıdır.

Tomar ve Antony'nin (2017) yaptıkları çalışmada, 16 haftalık futbol antrenmanı sonrasında egzersiz yapmayan erkek katılımcıların toplam lökosit ve bazofil sayılarında artış tespit edilmiştir. Çalışmada bir diğer önemli nokta ise egzersiz sonucunda monosit ve eozinofillerde azalma olmasına rağmen nötrofil ve lenfositlerde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu çalışmada 16 haftalık futbol antrenmanı sonucunda gözlenen lökosit artışının aksine, Lal'in yaptığı (2011) 8 haftalık yoga antrenmanı çalışmasının sonucunda lökosit oranında azalma olduğu görülmüştür.

Egzersizlerin bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri son yıllarda birçok araştırmaya konu olmuştur. Akut ve kronik egzersiz sonrasında bağışıklık sisteminde oluşan değişiklikler farklı olmaktadır. Egzersizin; bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri, bu egzersizlerin yoğunlukları ve kişilerin fiziksel özelliklerine göre farklılık göstermektedir.

Hafif ve orta şiddetli egzersizler ile bireylerin bağışıklık sistemleri güçlenirken yoğun egzersizler ile ise bağışıklık sistemi baskılanmaktadır (Tvede ve ark., 1993).

Dr. David C Nieman'ın da dediği gibi : "İmmün sistemin birçok bileşeni, 90 dk üzerinde, uzun süre devam ettirilen şiddetli bir fiziksel eforun ardından tersine bir değişim sergiler. Bu değişimler bağışıklık sistemiyle ilişkili olan; deri, üst solunum yolları mukozası, akciğerler ve kasların içinde olduğu farklı dokularda gözlenir. Bağışıklık sisteminin zayıfladığı ve 3-72 saat arasında devam eden bu "Açık Pencere" dönemi, virüsler ve bakterilere tutunacak bir zemin sunarak enfeksiyon riskini arttırabilir."

Şiddetli bir egzersizin ardından bağışıklığın mihenk taşı olan lenfositler azalmaya başlar. "Akut egzersize en fazla yanıt veren T-hücreleri, antikorlar (immünoglobulin), NK hücreleri ("natural killer cells"), nötrofiller ve makrofajlar gibi immün hücrelerin sayı ve fonksiyonlarında da değişim görülür." Örnek vermek gerekirse maksimal oksijen tüketiminin % 80 şiddetinde 45 dakika koşunun ardından sonraki 3.5 saat boyunca lenfosit ve T hücrelerinin sayısı, egzersiz öncesine göre yaklaşık % 40 oranında azalıyor. Stres hormonları (adrenalin, kortizol) ve sitokin konsantrasyonu ise artıyor. (Gleeson, & Williams 2013). Bu bulgular yüksek şiddette yapılan akut egzersizin immün sistem üzerindeki negatif etkilerini gösteren biyokimyasal belirteçlerden bazıları.

Egzersizin bağışıklık sistemi üzerinde etkilerine yönelik son yıllarda farklı çalışmalar yapılmıştır. Egzersiz immün sistemi güçlendirerek enfeksiyonlara karşı direnci arttırmaktadır. Egzersiz belirli hastalıkların da tedavisinde kullanılabilmektedir. Egzersiz sadece sporcular için değil, toplumun sağlığının korunması açısından yapılması gerekmektedir (Koz, & Ersöz 1995) Egzersizin bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri, bu egzersizlerin yoğunluğuna, süresine, şiddetine ve kişilerin fiziksel özelliklerine göre farklılık göstermektedir.

Egzersiz, kanser, aids gibi hastalıkların tedavi edilmesinde ek tedavi olarak kullanılabilmektedir. Egzersiz tümörogenez direncini arttırmaktadır. Bu sayede egzersizle artmış olan enerji ihtiyacı tümörlerinin büyümesini yavaşlatmaktadır. Genel

olarak baktığımızda, orta şiddetli egzersizler soğuk algınlığı ve diğer hastalıklara karşı vücudun direncinin arttırılmasında etkili olmaktadır.

Konu üzerine yapılan çalışmalara baktığımızda, akut egzersiz sonrasında, dolaşımda bulunan lökosit sayısında değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklikler 3-24 saat sonrasında egzersizin öncesinde değerlere dönmektedir.

Birçok çalışmada yazarlar, akut aerobik egzersizin; lökositler, lenfositler ve doğal öldürücü hücreler gibi çoğu bağışıklık belirtecinde değişiklikleri teşvik ettiğini bildirmektedir (Patlar, 2010; Santos ve ark., 2013; Scharhag ve ark., 2005; Su ve ark., 2011). Yapılan çalışmalar bir saatten uzun süren bisiklet, maraton ve triatlon gibi uzun süreli akut aerobik egzersizlerin, egzersizden sonra IL-1ra, IL-6, IL-8 ve IL-10 sitokinlerinin plazma konsantrasyonlarında yükselmeyi teşvik ettiğini göstermiştir (Nieman ve ark., 2001; Ronsen ve ark., 2002; Suzuki, 2018).

Bazı immünolojik parametrelerin artışı veya azalışı ile ilgili çeşitli mekanizmalar ortaya atılmıştır. Bunlardan biri olan nötrofiller, dokularda hasar ve stresle karşılaşıldığında o bölgeye ulaşan birincil lökositlerdendir (Davison ve ark., 2016). Daha önceleri, nötrofil hücrelerinin sayısındaki artışın, egzersize bağlı kas hasarıyla doğrudan bağlantılı olduğu düşünülüyordu ancak hafif şiddetlerde yapılan ve vücuda nispeten zarar vermeyeceği öngörülen egzersizlerin de benzer sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir (Nieman ve ark., 2001). Bu artışın kaynağı birçok nedenden kaynaklanıyor olabilir. Bunlardan bazıları: "katekolamin gibi biyokimyasal parametrelerin salınımı, artmış kan akış hızı." Bazı çalışmalarda ise egzersizden birkaç saat sonra nötrofil seviyelerinde önemli artışlar görülmüştür. Bu durum, egzersiz sonunda yüksek kortizol seviyelerinin nötrofillerin kemik iliğinden kan dolaşımına geçmesi ve hali hazırda dolaşımda bulunan nötrofillerin eliminasyonunun yavaşlatılması gerçeğine bağlanabilir (Ramel ve ark., 2003; Scharhag ve ark., 2006).

Egzersiz sonrası toplam lökosit sayısında gözlenen belirgin artışlar (Farlin ve ark., 2005; Scharhag ve ark., 2006), egzersiz ve stresin hem hemokonsantrasyon hem de hormonal modifikasyonlarla ilişkili olduğunu göstermektedir (Morgan ve ark., 2004).

Ayrıca egzersizde artan kan akımına bağlı olarak dolaşımdaki lökosit sayısındaki artışın da sınırlandırmadan kaynaklanabileceği bilinmektedir. Demarginasyonun, stres hormonlarına bağlı olarak kan damarlarının iç duvarındaki lökosit birikimini azalttığını ve böylece toplam lökosit sayısını arttırdığını gösteren görüşler mevcuttur (Gleesen, 1995).

Scharhag ve Mehmet Ü. nün yaptıkları çalışmalarda eozinofil sayısındaki azalmanın kortizol ve epinefrin kaynaklı olabileceği söylenmiştir (Scharhag ve ark., 2005; Ünal ve ark., 2011). Eozinofil sayısındaki düşüşün bir başka nedeni ise dalak ve akciğer gibi organlarda aşırı derecede yıkıma uğraması olabilir.

Ramel ve arkadaşlarının submaksimal dayanıklılık egzersizi üzerine yaptıkları çalışmalarda epinefrin ve kortizol salınımının devam etmesi; monosit, eozinofil ve bazofil sayısındaki azalmayla ilişkilendirilmiştir (Ramel ve ark., 2003).

5.1. Yüksek Şiddetli Antrenmanlar İmmün Sistem Üzerinde Nasıl Sonuçlara Yol Açar?

Bağışıklık sisteminin patajonlere karşı gösterdiği tepki azaldığında, enfeksiyon riski artıyor. "Bu bilgiye dayanarak, bir araştırmada (Bruunsgaard ve ark., 1997) orta mesafe triatlonu tamamlayan triatletlerin ön kollarında deriye farklı patojenler enjekte ediliyor.

Aynı işlem yarışmaya katılmayan ancak aktif spor yapan triatletler ile fiziksel olarak aktif bireylerden oluşan iki farklı gruba daha uygulanıyor. Bu test sonunda patojenlere karşı vücudun aşırı duyarlılık göstererek antikor üretimini tetiklemesi ve derinin kızararak kabarması bekleniyor. Vücudun immün yanıtı ne kadar güçlüyse yayılım alanının da o kadar geniş olacağı hipotezini temel alan bu uygulamadan 48 saat sonra araştırmacılar deride gözlenen kabarmaların çapını ölçerek gruplar arasında toplam yayılım alanlarını karşılaştırıyor. En düşük immün yanıtın yarışmaya katılan triatlet grupta gözlenmesi ve bulunan değerin diğer iki gruptan anlamlı derecede farklı olması, yüksek şiddetli akut egzersizin barındırdığı enfeksiyon riskine dair kanıt sunuyor."

Vücuda giren patojen ve antijenlere karşı ilk savunma hattı, mukoza içinde yer alan bir immünoglobulin olan IgA' dır. IgA, patojenlerin epitel dokuya tutunmasını engeller. Bu yüzden eksikliği üst solunum yolu rahatsızlıklarıyla ilişkilendiriliyor. (Mackinnon, 1991;

Mackinnon, & Hooper, 1994). Yüksek şiddetteki akut antrenman sonrasındaki ilk 1 saat içerisinde ağız ortamında IgA miktarı normal değerlerin altına inmektedir (Gleeson, & Pyne 2000).

Yapılan çalışmalar gösteriyor ki; maksimal üstü şiddette (submaksimal) 2 saat ve üstü egzersizin ardından IgA düzeyi, antrenmanlı bisikletçilerde % 60, elit kürekçilerde ise % 50 oranında azalıyor. Diğer taraftan da şiddetli egzersizle birlikte solunum sıklığı artmakta bu da ağız mukozasının azalmasına yol açmaktadır. Sonuç olarak IgA miktarı bu etkilerle daha fazla azalmaktadır. Buna karşın, egzersiz şiddeti % 60 kalp atım hızında yarım saat bisiklet sürme antrenmanının ardından IgA miktarı % 30-45 oranında artmaktadır. (Reid ve ark., 2001).

Yaşlı kadınlar üzerinde yapılan ve 3 ay süren bir çalışmada da yüzme egzersizlerine katılan 70 yaş ortalamasındaki kadınların yüzme etkinliklerine katılmayan sedanter gruptaki kadınlara göre IgA miktarındaki artış % 16 olarak bulunmuştur (Lee ve ark., 2020). Bu sonuçlar gösteriyor ki, vücudun ilk savunma hattı olan IgA, kronik egzersizden olumlu yönde etkilenirken orta şiddetin üstünde ve süresi 1,5 saati aşan akut çalışmalardan olumsuz yönde etkileniyor.

Yüksek şiddette yapılan antrenmanların üst solunum yolu enfeksiyonlarına (ÜSYE) neden olduğunu gösteren çalışmalara bakıldığında; şiddetli egzersiz ve üst solunum yolları enfeksiyonu (ÜSYE) ilişkisini konu alan araştırmalar, 1,5 saat ve üzerinde yapılan koşuların ardından 1-2 hafta içinde enfeksiyon riskinin arttığını gösteriyor (Bateman, & Peters 1983; Nieman ve ark., 1990). "Çarpıcı bulgulardan ilki; 56 km mesafede yarışan sporcuların % 33'ünün sonraki iki hafta içinde ÜSYE semptomları göstermesi ve bu oranın aynı yaşta koşucu olmayanlara göre iki kat fazla olması. Bulgular koşu temposu yüksek olan sporcularda semptomların görülme oranının daha fazla olduğuna işaret ediyor. Diğer çarpıcı bulgu ise; maratondan sonraki iki hafta içinde haftada 96 km toplam antrenman hacmine sahip sporcuların, haftada 32 km koşanlara göre iki kat daha fazla ÜSYE riski taşıması." Buradan şunu anlıyoruz ki, düzenli yapılan egzersizin sağladığı kronik etkiler bağışıklık sisteminin gelişmesini desteklerken akut

egzersiz buna zıt bir durum sergiliyor. Egzersiz ve bağışıklık sistemi üzerinde çalışan araştırmacıların hemfikir oldukları nokta, akut egzersizin bağışıklık sistemine zarar vermemesi için % 60' ı geçmeyen antrenman şiddetlerinde yapılmasıdır. Dikkat edilmesi gereken nokta şu ki; orta şiddetli bir egzersizin bile süresi uzadığında (90 dakikadan fazla) metabolik stresi arttırma riski de artıyor. (Walsh, & Oliver 2016).

Sonuç olarak, dinlenme durumunda, sporcu ve sporcu olmayan kişilerde bağışıklık fonksiyonları genel olarak benzerlik göstermektedir. Akut egzersiz anında ortaya çıkan stres hormonu, egzersizin süresi ve şiddetine bağlı olarak bağışıklık sistem biyobelirteçlerinde farklılık göstermektedir. Yoğun egzersiz programı sonrasında sporcularda enfeksiyonlara yatkınlık ortaya çıkabilmektedir bu durum immün sistem harabiyeti oluşturmaktadır. Bu immün sistem disfonksiyonları egzersiz sırasında stres hormonlarının oluşumun nedeni ile olmaktadır (Coşkun, 2011).

Egzersizin bağışıklık sistemini farklı şekillerde nasıl etkilediğini öğrenmek kadar, hangi kişilerde hangi bölümleri ne düzeyde olumlu veya olumsuz olarak etkilediğini bilmek de bir o kadar önemlidir. Günlük hayatımızda insanları egzersiz yapmaya yönlendirirken bu kişilerin fizyolojik durumlarına göre hangi egzersizlerin yapılması gerektiğine dikkatli bir şekilde karar verilmelidir (Kinet, 2012).

Düzenli yapılan egzersizler bağışıklık sistemini etkilemektedir. Genel olarak kardiyovasküler bozukluğu olan hastalar, hipertansiyon hastaları, tip-1 ve tip-2 diyabet rahatsızlığı olanlar egzersizden olumlu etkilenmektedir. Çocukluk döneminde yapılmaya başlanan egzersiz sonucunda, bu kişiler hayatlarının ileri dönemlerinde rahat ve sağlıklı bir şekilde yaşamaktadırlar (Kinet, 2012).

Çalışmalara genel olarak baktığımızda kronik, orta şiddette yapılan egzersizler bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler ortaya koyarken akut ve yüksek şiddette yapılan egzersizler bağışıklık sistemini baskılayabilmektedir. Kronik anaerobik egzersizler, aerobik egzersizlere göre immün biyobelirteçlerini daha fazla arttırmaktadır (Kinet, 2012). Ancak aerobik egzersizler kardiyovasküler sistemi olumlu yönde

etkilediğinden aerobik ve anaerobik sistemli egzersizlerin kombin yapılması bağışıklık sistemi üzerinde çok daha olumlu sonuçlar alınmasını sağlamaktadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Literatür taraması sonrasında söyleyebiliriz ki, bağışıklık sisteminin sağlıklı ve zinde olması için insanların haftada 4 günden az olmamak kaydıyla orta şiddette (% 55-60) aerobik egzersizler yapması gerekmektedir.

Ayrıca incelenen çalışmalarda görülmüştür ki aerobik egzersizlere ek olarak haftada 1-3 gün arasında anaerobik egzersiz yapılması vücut direncini sadece aerobik egzersiz yapanlara göre daha fazla arttırır.

Yapılabilecek aerobik egzersizler; tempolu yürüyüşler, orta tempoda bisiklet egzersizleri, hafif-orta tempolu koşular, yüzme şeklindedir ve ortalama olarak 30-90 dakika arasında sürmelidir. Yapılabilecek anaerobik egzersizler; yüksek tempoda bisiklet egzersizleri, % 70 maksimal kalp atım hızı şiddetinde tempolu koşu ve/veya tempolu yüzme şeklindedir ve ortalama 5-20 dakikalık 3-4 periyottan oluşmalıdır. İmmün sistemin güçlendirilmesi için bu egzersizlerin sürekli ve düzenli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda egzersizlerin hayatın bir parçası haline getirilmesine çalışılmalıdır.

Çalışmalara genel olarak baktığımızda kronik, orta şiddette yapılan egzersizler bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler ortaya koyarken akut ve yüksek şiddette yapılan egzersizler bağışıklık sistemini baskılayabilmektedir. Akut olarak yapılan egzersizlerin geneline bakıldığında egzersizin hemen sonrasında immün parametrelerde bir artış olduğu gözlenmektedir. Egzersiz bitimini takip eden 24 saat sonrasında bu artan parametreler egzersiz öncesi seviyelerine geri dönmektedir. Bu ani artış kortizol ve epinefrin gibi hormonal değişimlerle ilişkilendirilse de tam olarak sebebi bilinmemektedir. Kronik egzersizlerde ise bu artış akut çalışmalara göre nispeten daha az fakat daha kalıcıdır. Kronik anaerobik egzersizler, aerobik egzersizlere göre immün

biyobelirteçlerini daha fazla arttırmaktadır. Ancak aerobik egzersizler kardiyovasküler sistemi olumlu yönde etkilediğinden aerobik ve anaerobik sistemli egzersizlerin kombin yapılması bağışıklık sistemi üzerinde çok daha olumlu sonuçlar alınmasını sağlamaktadır.

6.1. Araştırmacılara Öneriler

- Akut egzersiz çalışmaları, farklı branşları aynı çalışmada incelemeye uygun olacak şekilde dizayn edilebilir.
- Diyet uygulaması ile birlikte aerobik, direnç ve kombine (direnç + aerobik) egzersiz türlerinin sitokin ve inflamatuar belirteçler üzerine etkileri araştırılabilir.
- Egzersizin, 'Romatoid Artrit' gibi bağışıklık fonksiyonları ile direkt ilişkili hastalıklar üzerindeki etkileri ile ilgili daha uzun süreli ve daha büyük örneklem grubuna sahip araştırmalar yapılabilir.
- Lökosit ve alt gruplarıyla ilgili birçok araştırma olmasına karşın doğal bağışıklık sisteminin egzersiz ile ilişkisini inceleyen araştırma sayısı çok azdır. Bundan sonra yapılacak araştırmalarda bu parametrelerde incelenebilir.
- Çapraz çalışmalar ve kadınlarla ilgili araştırmalar çok yetersizdir. Yapılacak araştırmalarda bunlar da incelenebilir.
- Egzersizin, inflamatuar belirteçlerinin (TNFα, interlökin) seviyeleri üzerindeki azalmayla ilgili çalışma sayısı son derece sınırlıdır. Farklı türdeki egzersizlerin inflamatuar belirteçleri nasıl etkileyebileceği ile ilgili daha çok araştırmaya ihtiyaç vardır.
- Aerobik egzersizin immünolojik belirteçler üzerindeki kronik etkileri hala tartışmalıdır ve ileride yapılacak çalışmalarda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır, bu konuyla ilgili destekleyici araştırmalar yapılabilir.
- Çocuk ve ergenler (özellikle lösemili çocuklar) üzerinde yapılacak araştırmalarla küçük yaştan itibaren uygulanacak farklı egzersiz

programlarının bağışıklık sistemi ve kanser üzerinde ne gibi etkiler göstereceği araştırabilir.

- İncelenen makalelerde görüldüğü üzere aerobik ve anaerobik egzersizlerin birlikte uygulanması, ayrı ayrı uygulanmalarından daha olumlu sonuçlar verecektir. Bu kanaatimizi desteklemek için daha fazla çalışma yapılarak doğruluğu ya da yanlışlığı kanıtlanabilir.

7. KAYNAKLAR

A. Ramel, K.H. Wagner, I. Elmadfa, (2003). Acute impact of submaximal resistance exercise on immunological and hormonal parameters in young men, Journal Sports Science 21 (2003), 1001–1008. doi: 10.1080/02640410310001641395

Abbas AK, Lichtman AH, (2005). Cellular and molecular immunology. 5.baskı. Philadephia. Elsevier Saunders;163-188. doi: 2004.494032019997

Açıkada, C, Ergen, E. (1990). Sağlık için spor, Bilim ve Spor, Büro-Tek Ofset, 164-168, Ankara.

Akgtin N, (1994). Egzersiz ve spor fizyolojisi. 5. Baskı. Ege Üniv. Basımevi, Bornova.

Aktaş E, (2013). Bağışıklık sistemi ve yetersizlikleri. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sempozyum Dizisi, No: 80 İstanbul, 11-12.

Ali Khazaei, Arman Jalili and Zari Sanchuli, (2014). "The effect of one over heavy exercise session in serum level of immunoglobins (IgG, IgA and IgM) in SepakTakraw athletes Hossein" Annals of Biological Research, 5 (4):68-73

Andersson, H., Bohn, S., Raastad, T., Paulsen, G., Blomhoff, R., and Kadi, Amsterdam, E.A. (1990). Sudden death during exercise. Cardiology 77: 411-417. doi: 10.1159/000174630

Athanasios Z. Jamurtas, Ioannis G. Fatouros, Chariklia K. Deli, Kalliopi Georgakouli, Athanasios Poulios, Dimitrios Draganidis, Konstantinos Papanikolaou, Panagiotis Tsimeas, Athanasios Chatzinikolaou, Alexandra Avloniti, Athanasios Tsiokanos and Yiannis Koutedakis, (2018). The Effects of Acute Low-Volume HIIT and Aerobic Exercise on Leukocyte Count and Redox Status. J Sports Sci Med. 2018 Sep; 17(3): 501–508. PMCID: PMC6090390.

B.K. Mc Farlin, M.G. Flynn, M.D. Phillips, L.K. Stewart and K.L. Timmerman, Chronic resistance exercise training improves natural killer cell activity in older women, Journal Gerontolog A Biological Sciences Medical Sciences 60 (2005), 1315–1318.

Baj Z, Kantorski J, Majewska E, Zeman K, Pokoca L, Fornalczyk E, (1994). Immunological status of competitive cyclists before and after the training season. Int J Sports Med.15:319-24.

Baruch W., Bareket F., Einat K., Judith R., Hava S.,, Yonathan Y., Alon E.,(2007). Cellular Immune Response to Anaerobic Exercise among Gymnasts and Untrained Girls, doi: https://doi.org/10.1123/pes.10.3.227

Baysal A, (2002). Beslenme. 9 Baskı, Ankara, Hatipoğlu Yayınevi, 363- 370.

Beltz N, Gibson A, Janot J, Kravitz L. (2016). Graded exercise testing protocols for the determination of VO2 Maks: Historical perspectives, progress, and future considerations, review article. Journal of Sports Medicine. doi: 10.1155/2016/3968393.

Berkarda B. (2003). Kan hastalıkları. İ.Ü. Basım ve Yayınevi Müdürlüğü.

Bezci, Ş. (2007) Beijing WTF World Taekwondo Championships, Çin, Dünya Taekwondo Şampiyonası. Gözlemler, 18–22 Mayıs.

Biddle, S. J. H. (1995). Exercise motivation across the life span. European perspectives on exercise and sport psychology., 3-25. doi: https://doi.org/10.1080/0309877X.2014.938265

Bottechia, D., Bordin, D., Fantin, G.P., Martino, R. (1987). Response of platelet to prolonged physical exercise. J Sports Med 27: 276-284. DOİ: https://doi.org/10.1016/0049-3848(94)90236-4

Bozdoğan Ö, (2000). Fizyoloji.1.baskı, Palme Yayıncılık.

Büyükyazı G, Turgay F. (2000). Sürekli ve Yaygın İnterval Koşu Egzersizlerinin Bazı Hematolojik Parametreler Üzerindeki Akut ve Kronik Etkileri, Ege Üniversitesi Spor Hekimliği Dergisi, 35: 108.

Camcıoğlu Y, (2013). Bağışıklık sistemi ve yetersizlikleri. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sempozyum Dizisi No: 80.İstanbul, 3-4-10.

Chiang J, Huang YW, Chen ML, Wang SY, Huang AC, Chen Y, (2000). Comparison of anti-leukemic immunity aganist U937 cells in endurance athletes versus sedantary controls. Int J Sports Med. 21: 602-606. doi: 10.1055/s-2000-8477

Christina M. Dieli-Conwright, Jean-Hugues Parmentier, Nathalie Sami, Kyuwan Lee, Darcy Spicer, Wendy J. Mack, Fred Sattler, and Steven D. Mittelman, (2017). "Adipose Tissue Inflammation in Breast Cancer Survivors: Effects of a 16-week Combined Aerobic and Resistance Exercise Training Intervention" Published online 2017 Nov 22. doi: 10.1007/s10549-017-4576-y.

Church TS, Barlow CE, Earnest CP, Kampert JB, Priest EL, Blair SN., (2002). Associations between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in men. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology, 22(11): 1869-76. doi: https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000036611.77940.F8.

Colbert LH, Visser M, Simonsick EM, Tracy RP, Newman AB, Kritchevsky SB, (2004). Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition Study. Journal of the American Geriatrics Society, 52(7): 1098-104. doi: https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52307.x

Córdova, A., Sureda, A., Tur, J., and Pons, A. (2010). Immune response to exercise in elite sportsmen during the competitive season. J. Physiol Biochem. 66, 1–6. DOİ: 10.1007/s13105-010-0001-2 .

Coşkun T. (2011). İmmünonütrisyondan farmakonütrisyona. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 54, 164-181.

David B. Bartlett, Leslie H Willis, Cris A Slentz, Andrew Hoselton, Leslie Kelly, Janet L Huebner, Virginia B Kraus, Jennifer Moss, Michael J Muehlbauer, Guillaume Spielmann, William E Kraus, Janet M Lord and Kim M Huffman, (2018). "Ten weeks of high-intensity interval walk training is associated with reduced disease activity and improved innate immune function in older adults with rheumatoid arthritis: a pilot study." Published online 2018 Jun 14. doi: 10.1186/s13075-018-1624-x

De Scalzi, M., Cinelli, P., De Leonardis, V., Becucci, A., Mariani, R., Fattirolli, F., Ciapini, A. (1987). Response of some haemacoagulatory and haemarheological

variables to maximal exercise in sedentary and active subjects. J Int Med Res 15: 361-367. doi: https://doi.org/10.1177/030006058701500605

DeVries HA, Housh TJ, (1994). Physiology of exercise for physical education. Athletics and Exercise Science Published by Brown (William C.) Co, U.S. DOİ: 10.1249/00005768-199402000-00003

Erganiş O, İstanbulluoğlu E, (2002). İmmünolojiye giriş. İmmünoloji, 3.baskı. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Yayın Ünitesi; s:17.

Esposito K, Pontillo A, Di Palo C, Giugliano G, Masella M, Marfella R, (2003). Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women: a randomized trial. Jama, 289(14): 1799-804. doi:10.1001/jama.289.14.1799

Esten R. (2012). Use of ratings of perceived exertion in sports. İnternational Journal of Sport Physiology and Performance; 175-182. doi: https://doi.org/10.1123/ijspp.2012-0356

Fitzgerald L. (1991). Overtraining increases the susceptibility to infection. Int J Sports Med. 1991;12(Suppl 1):S5-8.

Fulya Erantgil, Mehibe Akandere, (2018). The effect of 4-month cycling trainings performed on elite cyclists on some immunological parameters. Turkish Journal of Sport and Exercise, Volume: 20 - Issue: 1 - Pages: 49-56 doi: 10.15314/tsed.357054.

Gleeson M, Williams C. (2013). Intense exercise training and immune function. Nestle Nutr Inst Workshop Ser., Epub. Jul 25. School of Sport, Exercise and Health Sciences, Loughborough University, Loughborough, UK.76, 39-50 doi İ: 10.1159/000350254

Gleeson M. (2008). Dosing and efficacy of glutamine supplementation in human exercise and sport training. J. Nutr., 138, 2045–2049. doi: https://doi.org/10.1093/jn/138.10.2045S

Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. J. Appl. Physiol. 103, 693–699. doi: 10.1152/japplphysiol.00008.2007

Goldhammer E, Tanchilevitch A, Maor I, Beniamini Y, Rosenschein U, Sagiv M., (2015). Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. International Journal of Cardiology, 2005; 100(1): 93-9. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2004.08.073

Guyton A C, MD John, E Hall, (2001). Ph.D. Vücudun Enfeksiyonlara Direnci. Medıcal Physıology 1.baskı Tavaslı Matbacılık; Kasım s:383. doi: https://doi.org/10.15314/tsed.357054

Guyton A. C., (1987). Textbook of Medical Physiology.7th Ed.(Çev. :H. Çavuşoğlu, N. Gökhan). Cilt: 2.; İstanbul.

Gültekin N, Ersanlı M, Küçükateş E, Üner S, (1996). Aterosiklerozda immün ve moleküler patogenez. İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü, Türk Kardiyol Dern Arş. 24: 371-378.

Günay, M. (1998) Egzersiz Fizyolojisi, Bağırgan Yayınevi, Ankara; 88.169.170, 192–1. doi: 20.500.12812/23093

Hack V, Strobel G, Weiss M, Weicker H. (1985). PMN cell counts and phagocytcic activity of highly trained athletes depend on training period. J Appl Physiol.1994;77:1731-5. doi: https://doi.org/10.1152/jappl.1994.77.4.1731

Halit B, İrfan Y, Özkan I., Tülay K., Tuncay B. (2018). Genç yetişkin kadınlarda düzenli aerobik egzersizlerin inflamatuar belirteçler üzerine etkisi, spor ve performans araştırmaları dergisi, DOİ: 10.17155/omuspd. 406607

Hazar S, Ateşoglu Ü. (2004). Farklı türdeki kuvvet egzersizlerinin bagışıklık sistemine akut etkisi. Ataturk Üniversitesi Besyo, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, s:46-50.

Hazar S, Yılmaz G. (2008). Submaksimal Koşu Bandı Egzersizinin Bağışıklık Sistemine Akut Etkisi 10th International Sports Science Congress. October, 23-25, Bolu.

Hoffman Goetz-L, Pedersen BK (1994). Exercise and the immune system: a model of the stress response? Immunol-Today. Aug: 15: 382

Hofmann, P., and Tschakert, G. (2017). Intensity- and durationbasedoptions to regulate endurance training. Front. Physiol. 8:337. doi: 10.3389/fphys.2017.00337

Huı-Yıng Luk, Amy L. Mckenzıe, Anthony A. Duplanty, Ronald G. Budnar, Danıelle Levıtt, Alex Fernandez, Elaıne C. Lee, Lawrence E. Armstrong and Jakob L. Vıngren (2016). "Leukocyte Subset Changes in Response to a 164-km Road Cycle Ride in a Hot Environment" Int J Exerc Sci; 9(1): 34–46. Published online 2016 Jan 15. PMCID: PMC4882474.

J Hum Kinet (2012). The Role Of aerobic and anaerobic training programs on CD34+ Stem cells and chosen physiological variables. doi: 10.2478/v10078-012-0080-y

J. Scharhag, T. Meyer, M. Auracher, H.H. Gabriel and W. Kindermann, (2006). Effects of graded carbohydrate supplementation on the immune response in cycling, Medicine Science Sports Exercise 38 286–292. doi: 10.1249/01.mss.0000191437.69493.d4

Jahromi AS, Zar A, Ahmadi F, Krustrup P, Ebrahim K, Hovanloo F (2014). et al. Effects of endurance training on the serum levels of tumour necrosis factor-α and interferon-γ in sedentary men. Immune Network; 14(5): 255-9.

Janeway CP, Travers M, Walport M, (2007). Schlomchik immunobiology. 6th edition. Garland

Jose Mario Morgado, Luis Rama, Isabel Silva, Maria de Jesus Inacio, Ana Henriques Paula Laranjeira, Susana Pedreiro, Fatima Rosado, Francisco Alves, Michael Gleeson Maria Luisa Pais, Artur Paiva, Ana Maria Teixeira (2012)." Cytokine production by monocytes, neutrophils, and dendritic cells is hampered by long-term intensive training in elite swimmers" Eur J Appl Physiol 112:471–482 doi: 10.1007/s00421-011-1966-4.

Kamil Ö. (2013). Fiziksel uygunluk. Dördüncü Baskı. Ankara, Nobel akademik yayıncılık, 10-11.

Karacabey, K., Peker, İ., Saygın, Ö., Cıloglu, F., Ozmerdivenli, R., and Bulut, V., (2005). Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on humoral immune factors in elite athletes. Biotechnology & Biotechnological Equipment. 19 (1), 7-12.

Kılıç M, Baltacı AK ve Günay M. (2004). Effect of zinc supplementation on hematological parameters in athletes, biological trace element research 31-38.

Koz M, Ersöz G. (1995). Egzersiz ve immün sistem. MN Doktor. 3:412-5.
Kursat K. (2014). Effects of Acute Aerobic and Anaerobic Exercise on Humoral Immune Factors in Elite Athletes, doi: 10.1080/13102818.2005.10817177
Leutholtz B, Kreider R. (2001). Optimizing nutrition for exercise and sports. In Ted Wilson Norman J. Temple (Eds) Nutrional health: Strategles for disease prevention. New Jersey: Humana Press Inc.
Levinson RD, Yung M, Meguro A, Ashouri E, Yu F, Mizuki N, Ohno S, Rajalingam R, (2016). KIR and HLA Genotypes Implicated in Reduced Killer Lymphocytes Immunity Are Associated with Vogt-Koyanagi-Harada Disease-4;11. doi: https://doi.org/10.137/journal.pone.0160392
Lin YS, Jan MS, Chen HI (1993). The effect of chronic and acute exercise on immunity in rats. Int J Sports Med;14:86-92.
Lippi G, Salvagno GL, Danese E, Skafidas S, Tarperi C, Guidi GC, (2014). Ortalama trombosit hacmi (MPV) orta mesafe koşu performansını tahmin eder . PLoS ONE 9 : e112892. 10.1371 / journal.pone.0112892
Lydyard P, Whelan A, Fanger M, (2011). Bios instant notes in immunology. Edition 3rd. March 31.
M.W. Kakanis, J. Peake, E.W. Brenu, M. Simmonds, B. Gray, S.L. Hooper, S.M. Marshall-Gradisnik (2010). The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. Michael Kakanis, Faculty of Health Sciences and Medicine, Bond University, QLD, 4229, Australia. doi: https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.10.642
Mackinnon L. (2000). Chronic exercise training effects on immune function. Med Sci Sports Exerc Jul;32(7 Suppl):S369-76.
Magel J.R., Faulkner, J.A.(2007). Maximum oxygen uptake of college swimmers. J Appl Physiol, 22: 929. doi: https://doi.org/10.1152/jappl.1967.22.5.929
Malm C. (2004). Exercise immunology the current state of man and mouse. Sports; 34(9),556-566.
Matthews CE, Ockene IS, Freedson PS, Rosal MC, Merriam PA, Hebert J. (2002). Moderate to vigorous physical activity and the risk of upper-respiratory tract infection. Med Sci Sports Exerc 34: 1242–1248.
Mcardle A, Jackson MJ. (2000). Exercise, oxidative stress and ageing. The Journal of Anatomy. 197(4):539-41.
McLaughlin D, Stamford J, White D, (2007). Human pyhsiology. First Edition. Newyork.
Mehmet İ, (2016). Sıtkı Ö. Sporcularda Kısa ve Uzun Süreli Egzersizlerde Immunglobulin G Alt Gruplarının Plazma Değerleri, Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 1 (3-4) 82-86.
Mehmet Ü, Serap E, Abidin K, Günnur D. (2001). Aerobik ve anaerobik akut egzersizlerin immün parametreler üzerinde etkileri, İstanbul Tıp Fakültesi Mecmuası, 64:3
Michael B. (2002). Optimal Lifestyles, Techniques/Strategies for Optimal Health http://www.optimallifestyles.com/newsletter/GatewayPGANews-July
N. Gleesen, (1995). Exercise and immune function, Science News and Views 4, 8–9.

Nabia G, Saad M, (2017). Influence of aerobic and anaerobic training on immune variables among long and short distances players. Science, Movement and Health, Vol. XVII, January 17 (1): 26-32

Nehlsen-Cannarella SD, Nieman DC, Jessen J, Chang L, Gusewitch G, Blix GG, (1991). Akut orta derecede egzersizin lenfosit fonksiyonu ve serum immünoglobulin seviyeleri üzerindeki etkileri . Int. J. Sports Med . 12 , 391–398. 10.1055 / s-2007-1024700

Nieman, D.C ve Pedersen, B. K. (1999). Exercise and immune function. Sports Med. 27, 73–80. doi: 10.2165/00007256-199927020-00001

Nieman, D, Brendle, D, Henson, D, Suttles, J, Cook, Warren, B, (1995).Immune function in athletes versus nonathletes. Int. J. SportsMed. 16, 329–333.doi: 10.1055/s-2007-973014

Noyan A. (2011). Yaşamda ve hekimlikte fizyoloji. Bağışıklık Sistemi.19.baskı. Palme Yayıncılık Ankara; s:729.

Onuegbu JA, Usman SO, Meludu SC, Olisekodiaka JM, (2015). Ef¬fect of moderate and vigorous physical exercises on serum immunoglobulins G and M of healthy male individuals in Anambra State. International Journal of Clinical Trials. 2015 May 1; 2(2):47–50. doi: 10.5455/2349-3259.ijct20150505

Özand P, Laleli Y, Karan A, (1974). Lökosit fagositozunun biyokimyası üzerinde tartışma. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, cilt 17, sayı 2.

Özgur N, Füsun T, (2011). Effects of Long-Term Aerobic Exercise Program in Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Türkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi, DOİ: 10.4274/tftr.57.02

Özkan, A. (2007). Wingate Anaerobik Güç Testinde Optimal Yükün Belirlenmesi. Yüksek Lisans. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Patlar S. (2010). Effects of acute and 4-week submaximal exercise on leukocyte and leukocyte subgroups. Isokinetics and exercise science; 145-146. doi: 10.3233/IES-2010-0373

Patlar S. (2010). Akut ve 4 haftalık submaksimal egzersizin lökosit ve lökosit alt grupları üzerindeki etkileri . Isokinet. Egzersiz. Sci . 18 , 145.

Pedersen BK,Woods JA, Nieman D. (2001). Exercise induced immune changes-an influence on metabolism. Trends in immunology, 22(9): 473-475.

Pedersen, B. K., and Ullum, H. (1994). NK cell response to physical activity:possible mechanisms of action. Med. Sci. Sports Exerc. 26, 140–146.

Polat, Y. (2004). Sedanterlere uygulanan akut ve kronik aerobik egzersizlerin immunglobulinler, bazı hormonlar ve hematolojik parametreler üzerine etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

R.M. Morgan, M.J. Patterson and A. Nimmo (2004). Acute effects of dehydration on sweat composition in men during prolonged exercise in the heat, The American College of Sports Medicine 182 37.

Reuben DB, Judd-Hamilton L, Harris TB, Seeman TE, (2003). The Associations between Physical Activity and Inflammatory Markers in High-Functioning Older.

Rich R., Fleisher A., Shearer T., Kotzin B., Schroeder JR., (2001). Clinical Immunology Principles And Practice. London, Edinburg, New York, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto.

Rikli RE, Jones CJ, (1999). Development and validation of a functional fitness test for community - residing older adults. J Aging Phys Activ 1999;7:129-61.

Ronsen O, Lea T, Bahr R, Pedersen BK, (2002). Seçkin sporcularda uzun süreli bisiklet döngüsünün tekrarlanan ve tekli seanslarına karşı geliştirilmiş plazma IL-6 ve IL-1 ra tepkileri, J. Appl. Physiol. 92, 2547-2553.10.1152/ japplphysiol.01263.20.

Santos VC, Levada-Pires AC, Alves SR, Pithon-Curi TC, Curi R, Cury-Boaventura MF (2013). Bir maraton yarışının neden olduğu lenfosit ve nötrofil fonksiyonundaki değişiklikler . Cell Biochem. Funct . 31 , 237–243. 10.1002 / cbf.2877

Sattler, S. and Rosenthal, N. (2016). The neonate versus adult mammalian immune system in cardiac repair and regeneration. Biochim Biophys Acta. (7 Pt B):1813–21.

Scand J, (2010). Med. Sci. Sports 20, 740–747. DOİ: 10.1111/j.1600-0838.2009.00989.x

Scharhag J., Meyer T., Gabriel H., Schlick B., Faude O., Kindermann W. (2005). Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? Br. J. Sports Med . 39 , 171–177. 10.1136 / bjsm.2004.013060

Seher Ş. (2015). Egzersiz ve Bağışıklık sistemi, Spor Hekimliği Dergisi Cilt: 50, S. 11-20

Serkan İ. (2006). Aerobik ve anaerobik egzersizin bağışıklık sistemine akut etkisi, yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Serkan İ., Serkan H., Kadir G. (2010). Aerobik ve anaerobik egzersizlerin hümoral bağışıklığa akut etkisi, e-Journal of New World Sciences Academy, 2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 2B0046

Shehab M Abd El-Kader and Fadwa M Al-Shreef (2018).Inflammatory Cytokines and İmmune System Modulation by Aerobic Versus Resisted Exercise Training for Elderly. Afr Health Sci. 2018 Mar; 18(1): 120–131, doi: 10.4314/ahs.v18i1.16.

Shephard RJ, Shek PN (1999). Effects of exercise and training on natural killer cell counts and cytolytic activity: a meta-analysis. Sports Med.28:177-95.

Siegfried DR ve Norris M, (2011). Anatomy and physiology. 2nd edition, 257.

Simpson, R. J., Kunz, H., Agha,N., and Graff, R. (2015). Exercise and the regulation of immune functions. Progress in molecular biology and translational science. Elsevier 135, 355–380.

Spencer, M., Bishhop, D., Dawson, B., Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activity. Int. J. Sports Med., 35(12): 1025-1044.

Su S, Jen CJ, Chen H, (2011). İnsan nötrofillerinde egzersiz eğitiminin neden olduğu anti-apoptotik etkilerde NO sinyali. Biochem. Biophys. Res. Commun. 405, 58–63. 10.1016 /j.bbrc.2010.12.123

Suzuki K. (2018). Egzersize sitokin yanıtı ve modülasyonu Antioksidanlar 7: 17 10.3390 / antiox7010017

Tel, A. (2017). Egzersiz uygulanan ratlarda çinko pikolinat takviyesinin glikoz ve lipid metabolizması ile çinko taşıyıcıları üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Thompson GS, (2015). Understanding anatomy and physiology, second edition; 193-194. doi: https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2015.03.008

Thorogood A, Mottillo S, Shimany A, Filion K, (2011). Isolated aerobic exercise and weight loss: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. The American Journal of Medicine, 124,8: 747-755. doi: https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2011.02.037

Tomar R, Antony C. (2016). Effect of 16 Weeks Six a Side Recreational Football on Serum Immunoglobulin and White Blood Cells in Untrained Males. Indian Journal of Science and Technology. translational science.Elsevier 135, 355–380. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i19/91143

Tomasi TB, Trudeau FB, Czerwinski D, Erredge S, (1982). Immune parameters in athletes before and after strenuous exercise. J Clin Immunol.2:173-8.

Tvede N, Heilmann C, Halkjaer-Kristensen J, Pedersen BK, (1989). Mechanisms of B-lymphocyte suppression induced by acute physical exercise. J Clin Lab Immunol. 30:169-73.

Tvede N, Kappel M, Halkjaer-Kristensen J, Galbo H, Pedersen BK, (1993). The effect of light, moderate and severe bicycle exercise on lymphocyte subsets, natural and lymphokine activated killer cells, lymphocyte proliferative response and interleukin 2 production. Int J Sports Med.;14:275-82.

Tvede N, Steensberg J, Baslund B, Halkjaer-Kristensen J, Pedersen BK, (1991). Cellular immunity in highly trained elite racing cyclists during periods of training with high and low intensity. Scand J Med Sci Sports.1:163-6.

Tzai Li, Pei Y., (2007). Alterations of immunoendocrine responses during the recovery period after acute prolonged cycling, 2007 Nov;101(5):539-46. doi: 10.1007/s00421-007-0529-1. Epub 2007 Aug 1.

Walsh NP, Gleeson M, Pyne DB, Nieman DC, Dhabhar FS, Shephard RJ, Oliver SJ, Bermon S, Kajeniene A, (2011). Position statement, part two; maintaining immune health. Author information: School of Sport, Health and Exercise Sciences. Bangor University, UK. Exerc Immunol Rev. ;17: 64-103.

Wang, C.-C., Alderman, B., Wu, C.-H., Chi, L., Chen, S.-R., Chu, I.-H., (2019). Effects of acute aerobic and resistance exercise on cognitivefunction and salivary cortisol responses. J. Sport Exerc. Psychol. 41, 73–81. doi: 10.1123/jsep.2018-0244

Wilmore, J., Knuttgen, H.(2003). Aerobic Exercise and Endurance Improving Fitness for Health Benefits. The Physician and Sports medicine, 31(5): 45.

Yılmaz, B. (2000) Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi, 1.Basım, Feryal Matbaa, Ankara; 247–371.

8. SİMGELER, KISALTMALAR ve TANIMLAR

1RM : Repetition Maximum (1 maksimum tekrar)

ANOVA : Analysis of Variance

AO : Aritmetik Ortalama

AZD : Algılanan Zorluk Düzeyi

BKİ : Beden Kütle İndeksi

CD^{34+} : Kök Hücre

CRP : C- Reaktif Protein

CXCL-8 : İnterlökin-8

ELISA : Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay

FEF 25-75 : Maksimum Ekspiryum Ortası Akım Hızı

FEV1 : 1 Saniyedeki Zorlu Ekspiratuar Volüm

FVC : Zorlu Vital Kapasite

GM-CSF : Granulocyte Macrophage Colony Stimulating Factor

HB : Hemoglobin

HCT : Hematokrit

HDL : High Density Lipoprotein

HHH : Hotter'N Hell Hundred

HIIT : High İntensity İnterval Training (yüksek yoğunluklu interval antrenman)

HKAS : Hedeflenen Kalp Atım Sayısı

HR : Heart Rate (kalp atım hızı)

IAT : İndividual Anaerobic Threshold (bireysel anaerobik eşik)

ICAM-1 : Adezyon Molekülü

IG (A, D, E, G, M) : İmmünoglobulin (A, D, E, G, M)

IL (1, 3, 5, 6, 10, 12) : İnterlökin (1, 3, 5, 6, 10, 12)

İKAS : İstirahat Kalp Atım Sayısı

KOAH : Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı

LDL : Low Density Lipoprotein

MaxVO_2 : Maksimum Oksijen Tüketim Kapasitesi

MHR : Maximum Heart Rate (maksimum kalp atım hızı)

MIP-1b : Macrophage İnflammatory Protein

MKAS : Maksimum Kalp Atım Sayısı

NK HÜCRELERİ : Naturel Killer (doğal öldürücü hücreler)

O_2 : Oksijen

PEF : Tepe Ekspiratuar Akım Hızı

PRİSMA : Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses

RA : Romataid Artrit

RBC : Alyuvar

SH : Standart Sapma

TNF-α : Tümör Nekroze Edici Faktör

ÜSYE : Üst Solunum Yolu Enfeksiyonu

VKİ : Vücut Kütle İndeksi

WAnt : Wintage Anaerobic Test

WBC : Lökosit

Adiponektin : Yağ hücrelerinden dolaşıma bırakılan çok fonksiyonlu bir peptit hormondur.

Antekübital Ven : Ön kolun iç kısmında bulunan toplardamar.

Degranülasyon : Bölgesel iltihaplanmalarda ya da bazı alerjik durumlarda mast hücreleri, bazofil ve lökositlerin sitoplazmasında bulunan granüllerin hücre dışına bırakılmasına denir.

Endotel Hücre : Kan ve lenf damarlarının iç yüzünü oluşturan dokuya denir.

Ekspirasyon : Akciğerlerdeki havanın dışarı çıkmasına denir.

Glutamin : Vücut tarafından üretilebilen amino asitlerden biridir.

Homeostatik : Değişen çevre şartlarına karşı vücudun kendini dengede tutmasıdır.

İnspirasyon : Akciğerlere hava girmesine denir.

İnterlökin : Haberleşme moleküllerinden biri olan stokinlerin bir grubudur.

Jokking : Yavaş tempoda koşma şeklidir.

Kadans : Dakikada çevrilen pedal sayısıdır.

Katekolamin : Beyin, sinir dokusu ve adrenal bezler tarafından üretilen hormonlardır. Vücudun savaş ya da kaç tepkisinden sorumlu olan katekolaminler, duygusal veya fiziksel strese yanıt olarak serbest

bırakılırlar. Başlıca katekolaminler: “ dopamin, adrenalin ve nöradrenalindir.

Lenfositopeni : Lenfosit sayısının 1000/µL'den az olmasına lenfositopeni denir.

Lenfositoz : Yapılan kan testinde lenfosit değerinin yetişkinlerde 4800 mcL çocuklarda ise 9500 mcL değerinin üzerinde olması olarak tanımlanmaktadır.

Lökopeni : Beyaz kan hücrelerinin eksikliğine denir.

Monositoz : Monositlerin sayısında artış olmasına denir.

Norepinefrin : Noradrenalin. Hormon ya da nörotransmitter olarak görev yapan bir katekolamindir.

Nötrofili : Kandaki nötrofil sayısının 7.500/mm^3 üzerinde olmasına denir.

Nötropeni : Kandaki nötrofil sayısının azalmasına denir.

Obstrüktif : Tıkayıcı, tıkanma anlamlarına gelen bir terimdir.

Puberte : Ergenlik dönemi.

Sepak Takrow : Ayak voleybolu.

Sirkadiyen Ritm : Vücudun biyolojik saati.

Sitotoksit : Hücreye toksik şekilde etki edip hücreyi öldüren ya da fonksiyonunu durduran maddelerdir.

Spirometri : Solunum fonksiyonlarını test etmek için kullanılan aletlerdir.

TEŞEKKÜR

Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği bölümündeki lisans ve Antrenörlük Eğitimi bölümündeki yüksek lisans eğitimlerimde engin bilgi ve birikimlerinden yararlandığım; yüksek lisans bölümünü okumamda büyük pay sahibi olan tez danışmanım sayın Prof. Dr. Şerife VATANSEVER'e,

Eğitimim ve çalışma hayatım boyunca her konuda beni destekleyen ve yanımda olan desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen eşim Sedef KOCA'ya sonsuz teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

SEZGİN KOCA

EĞİTİM BİLGİLERİ

2019 – 2022	**Uludağ Üniversitesi** Antrenörlük Bölümü Tezli Yüksek Lisans Eğitimi
2019 – 2021	**Atatürk Üniversitesi** Açık Öğretim Fakültesi Çocuk Gelişimi Bölümü
2015 – 2019	**Uludağ Üniversitesi** Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği
2007 – 2011	**Sakarya Üniversitesi** Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
2002 – 2006	**Bursa Çelebi Mehmet Süper Lisesi** Fen Bilimleri Bölümü

SINAVLA İLGİLİ BİLGİLER

2017 ALES EŞİT AĞIRLIK PUANI: 78,44
2019 KPSS121-17 PUANI: 88,24 (Türkiye 9. Olarak Öğretmenliğe Yerleşmiştir)

SERTİFİKA BİLGİLERİ

ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi (CPA Danışmanlık)
Stratejik Yönetim (CPA Danışmanlık)
ISO 9001:2008 İç Tetkikçi (CPA Danışmanlık)
Bronz Cankurtaranlık,
Satranç Antrenörlüğü,
Badminton Antrenörlüğü

STAJ DENEYİMLERİ

Tem-Ağst 2009 ÇEMTAŞ (Çelik Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş.)
Tem-Eyl 2010 ASİL ÇELİK (Asil Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.)
Ekm 2017-Ock 2018 Zekai Gümüşdiş Ortaokulu
Ekm 2018-Ock 2019 İMKB Fen Lisesi

NİTELİKLER

Yabacı Dil **:** İngilizce / Orta
Bilgisayar Bilgileri **:** MS Ofis Programları (Word, Excel, Powerpoint, Outlook).

İlgi Alanları **:** Satranç, Vücut Geliştirme, Savunma Sporları, Futbol, Popüler Bilim.
Sigara Kullanımı **:** Kullanmıyor
<u>İŞ DENEYİMLERİ</u> **:** Aroma, Muti Gıda, PMS Alüminyum, Brode Tekstil, Nilüfer Belediyesi (Fitness Antrenörü), Cankurtaranlık (Şehri Bursa Evleri sitesi), Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni (Darıca Ortaokulu)