



Derleme Makalesi

Künye: Kasap, M. & Tutkun, E. (2020). Türkiye’deki atletik performans-genetik çalışmaları; 2010-2019, Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 22(1).

TÜRKİYE’DEKİ ATLETİK PERFORMANS- GENETİK ÇALIŞMALARI; 2010-2019

Murat KASAP¹, Erkut TUTKUN²

ÖZ

Bu çalışmada 2010-2019 yılları arasında Türkiye’de yapılmış atletik performans ile ilişkili gen-polimorfizm çalışmalarının tek bir kaynak içerisinde toparlanması hedeflenmiştir. Çalışma, 2010 yılından, 25 Kasım 2019 tarihine kadar Türkiye’de yapılmış çalışmaları kapsamaktadır. Litertür taraması için “Prisma” (Moher ve diğ., 2009) protokolü kullanılmıştır. “Spor, atletik performans, gen, polimorfizm” anahtar kelimeleri kullanılarak “Google Scholar ve Pubmed” veri tabanlarından Türkçe ve İngilizce yayımlanmış araştırmalar taranmış, 19 çalışma araştırmaya dahil edilmiştir. Dahil edilen 19 farklı çalışmada, 10 farklı gen- polimorfizm üzerinde yoğunlaşıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda, ilk sırada ACTN3 R577X gen-polimorfizm (10 farklı çalışma) olurken ikinci sırada ACE (6 farklı çalışma), geri kalan gen polimorfizmlere; GNB3 C825T, PPAR-a, PPARGC1A, PPARA rs4253778, Fok1 (rs 2228570), Bsm1 (rs1544410), COMT rs4680 ve SLC6A4 (sadece1’er çalışmada) yer verildiği saptanmıştır. Çalışılan genlerin %80’i (8 adet) (kuvvet ve dayanıklılık) üzerine olurken, iki gen-polimorfizm daha çok bilişsel yatkınlığa odaklıdır. COMT rs4680; dopamin, epinefrin, norepinefrin, SLC6A4 ise serotonin taşıyıcı, anksiyete ve motivasyon odaklı yatkınlığı temsil etmektedir. Duygusal davranışların atletik performansa olan etkisi (korku, heyecan, odaklanma vb.) göz ardı edilemeyeceği için duygusal davranışlarını etkileyen genler ile olan bu iki çalışma da atletik performans içerisine dahil edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Spor, Atletik performans, Gen, Polimorfizm.

GENETIC STUDIES IN ATHLETIC PERFORMANCE IN TURKEY; 2010-2019

ABSTRACT

Between the years 2010-2019 athletic performance-related gene polymorphism studies conducted in Turkey has aimed to summarize in a single source. Research, from 2010 until the date of November 25, 2019 includes studies in Turkey. “Prisma” (Moher et al., 2009) protocol was used for literature scanning. The researches published in Turkish and English from the databases of "Google Scholar and Pubmed" were scanned using the keywords "sports, athletic performance, gene, polymorphism" and 19 studies were included in the research. In 19 different studies included, it was determined that 10 different gene polymorphisms were concentrated. In these studies, ACTN3 R577X gene-polymorphism (10 different studies) was in the first rank, while ACE (6 different studies) ranked second, the remaining gene polymorphisms; It was determined that GNB3 C825T, PPAR-a, PPARGC1A, PPARA rs4253778, Fok1 (rs 2228570), Bsm1 (rs1544410), COMT rs4680 and SLC6A4 (only 1 study) were included. While 80% (8 of the studies) targeted the genes studied for strength and endurance, the two gene polymorphisms focused more on cognitive susceptibility. COMT rs4680; dopamine, epinephrine, norepinephrine, SLC6A4 represent serotonin transporter, anxiety and motivational predisposition. Since the effect of emotional behaviors on athletic performance (fear, excitement, focus etc.) cannot be ignored, these two studies with genes that affect emotional behaviors are included in athletic performance.

Keywords: Sports, Athletic performance, Gene, Polymorphism.

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Bursa.
0000-0003-4740-7118

² Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Bursa.
0000-0003-4233-7798

GİRİŞ

Atletik performansta genetik, fiziksel eğitim, beslenme ve teknolojik destek gibi çevresel faktörlerle doğrudan etkileşim halindedir. Atletik durumdaki varyansın yaklaşık %66'sı ilave genetik faktörlerle açıklanabilir (De Moor ve diğ., 2007). 2016 yılı itibariyle 350'den fazla genetik değişken fiziksel performansla ilişkilendirilmiştir (Ahmetov ve diğ., 2016; Sarzynski ve diğ., 2016; Bray ve diğ., 2009). Bununla birlikte, sporcularda bu genetik varyantların sadece 155'i spesifik olarak tanımlanmıştır (Eynon ve diğ., 2011; De Moor ve diğ.). Ayrıca, bu genlerin ve varyantların çoğunda, replikasyon çalışmaları, kısmen çalışmaların küçük örneklem büyüklüğüne sahip olması nedeniyle, fiziksel performans ile ilişkisi olduğunu kafalardaki soru işaretlerini giderici açıklamalar tam olmamıştır (Bouchard, 2011). Genetik polimorfizmlerin etkileri küçük ve karmaşık olma eğiliminde olduğundan, bu etkileri güvenilir bir şekilde saptamak için büyük örneklem gruplarına ihtiyaç duyulur. Meta-analizler, en iyi tahminin üretilmesi için yapılan çalışma sonuçlarının bir araya toplanarak, küçük örneklem büyüklüğünün sınırlarının üstesinden gelebilmeyi ve büyük fotoğrafı göstermeyi hedeflemektedir.

Performansla ilişkili genlerdeki birçok spesifik gen ve dizi varyantı (polimorfizm) çalışmalarında Türkiye'de yapılan çalışmaların bütünlüğünü görebilmek ve ilişkili genlerin alell dağılımını ortak bir havuz içerisinde toplanmasının konu ile ilgilenen diğer araştırmacılara da bilimsel açıdan daha kesin kanıtlar sağlayabileceği gibi Türk spor araştırmacılarının daha çok nerelerde çalışmalarının yoğunlaştırdığının net şekilde görülmesinde ve diğer parametrelerinde değerlendirilebilmesinde etkili olacağı düşüncesindeyiz.

YÖNTEM

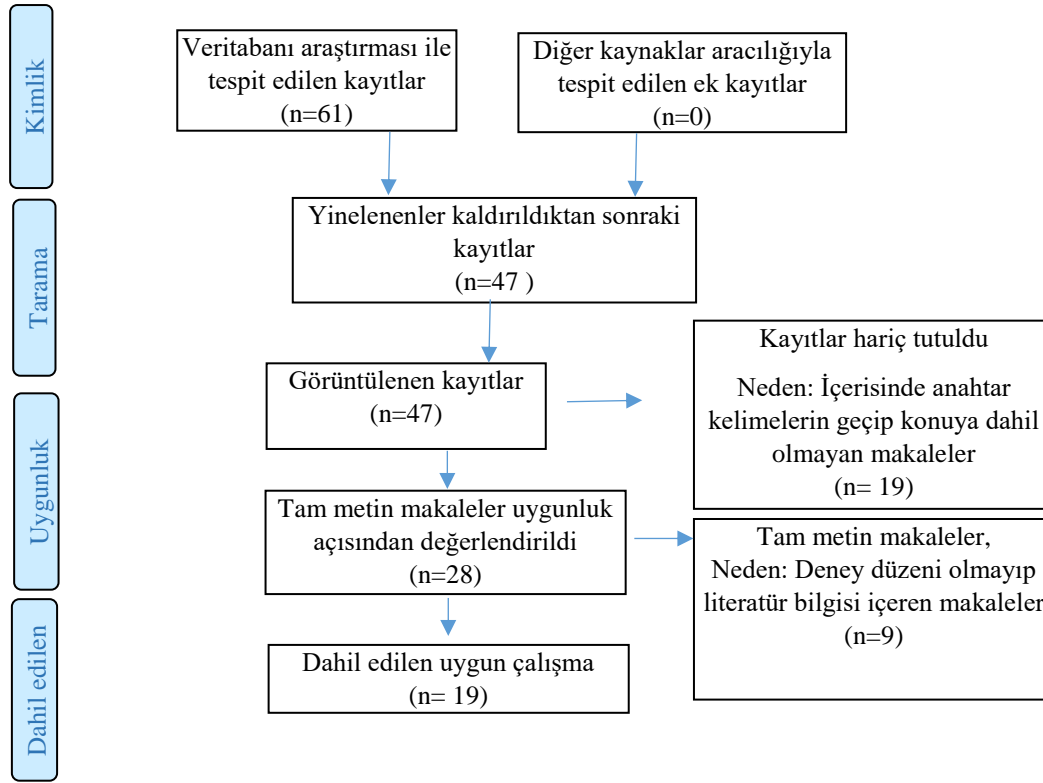
Araştırma Modeli

Literatürün sistematik incelemesi için "Prisma" protokolü kullandı (Moher, Liberati, Tetzlaff, ve Altman, 2009). Tarama için, Google Akademik ve Pubmed veri tabanlarından faydalanıldı. 2010 yılından, 25 Kasım 2019 tarihinden önce yayınlanmış çalışmalar dikkate alındı. Çalışmada, anahtar kelime olarak "Spor, atletik performans, gen, polimorfizm" kullanıldı. İnternet ortamında tam metin araştırma makaleleri çalışmaya dahil edildi. Tam metinler içerisinde anahtar kelimelerin geçip, deney düzeni olmayan, sadece literatür bilgisi içeren makaleler çalışmaya dahil edilmedi. Tüm tarama ve dahil edilme tamamlandığında geriye kalan 19 araştırma çalışmaya dahil edildi.

Tarama ve dahil etme kriterlerini, Tablo 1. De gösterildiği gibi Prisma modeli kullanılmıştır. Anahtar kelimeler yazılarak, veri tabanlarından başlangıç olarak 2010 yılı

kısıtlaması yapılarak 61 yayın listelendi. Yinelemeler kaldırıldıktan sonra geriye kalan 47 makale görüntülenerek incelemeye alındı. İçerisinde anahtar kelimelerimizin geçip konu ile örtüşmeyen 19 makale listeden çıkartıldı. Geriye kalan tam metin 28 makale incelendiğinde içerinden 9 makale, deney düzeni içermeyip literatür bilgisi verdiği için değerlendirme dışında bırakılmıştır. Son olarak, nicel analizimize 19 makale dahil edilmiştir.

Tablo 1. Prisma Modeli (Makale tarama ve dahil edilme yöntemi)



Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009).

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 19 makalede, 9 farklı spor branşı, herhangi bir branş belirtilmeden “elit sporcu” diye adlandırılan gruplar ile toplamda 10 farklı gen-polimorfizm incelemesi yapılmıştır. Tüm çalışmalarda, toplam 952 sporcu, 746 kontrol (sedanter) yer almıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Dahil edilen makale listesi (Kronolojik)

Yazar yıl	Gen - Polimorfizm	Branş	Katılımcı sayısı
Günay ve diğ., 2010	ACE	Jüdo Sedanter	12 Tr. 6 Aze. 49
Şanslısoy ve diğ., 2011*	ACTN3 R577X	Elit sporcu Sedanter	105 105
Dinç ve diğ., 2012*	GNB3 C825T	Elit sporcu Aktif spor yapmayan	48 48
Ulucan ve diğ., 2013	ACTN3 r577X	Rüzgar sörfü	8

Ulucan, Yalçın ve diğ., 2014	Slc6a4	Basketbol	24 (17 bayan, 7 erkek)
Ulucan, Bayyurt ve diğ., 2014	ACTN3 R577X	Kolej atletizm sporcusu	20 spor eğitilmiş 30 spor eğitimsiz
Günel ve diğ., 2014*	ACE -ACTN3	Elit sporcu	37
		Sedanter	37
Tural ve diğ., 2014	PPAR-a ve PPARGC1A	Dayanıklılık sporcusu	60
		Sedanter	110
Süel ve Pehlivan, 2015	ACE	Basketbol	58
		Voleybol	64
		Sedanter	122
Ulucan, Çam ve diğ., 2015	(ACE I/D) (ACTN3 R577X)	Basketbol	24 (17 bayan, 7 erkek)
Ulucan, Sercan ve diğ., 2015	ACE -ACTN3	Futbol	25
Yamak ve diğ., 2015*	ACTN3 R577X	Elit sporcu	150
		Sedanter	150
Kaman ve diğ., 2017	ACTN3	Bisiklet	36 (13 bayan 23 erkek)
Mutlucan ve diğ., 2017	ACTN3 R577X	Prof. Futbolcu	40
Akçamlı ve diğ., 2018	PPARA rs4253778	Genç Futbolcu	64
Kavas ve diğ., 2018	ACTN3 R577X (rs1815739)	Monopalet	9 (2 bayan 7 erkek)
Eken ve diğ., 2018	<i>Fok1</i> (rs2228570) ve <i>Bsm1</i> (rs1544410)	Atletizm	27 (13 bayan 14 erkek)
		Elit sporcu	114 (18 kayak 15 hentbol 12 voleybol 69 güreş)
Kurtuluş ve diğ., 2018	ACE	Sedanter	95
Tunalı ve diğ., 2019	(COMT) rs4680	Voleybol	21
Toplam: 19 Çalışma	12 farklı gen-polimorfizm		952 sporcu 746 kontrol (sedanter)

* Yazarlar katılımcıları elit sporcu olarak belirtmiş, spor branşı belirtmemişlerdir.

İncelenen Gen-Polimorfizmler

ACE, (6 farklı çalışmada ele alınmıştır)

Günay ve diğ. (2010) yaptıkları çalışmada; Ulusal 12 Türk, 6 Azerbaycan tekvando takımlarından 18 sporcu ile 49 sedanter katılımcı üzerinde anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) genotipleri, polimeraz zincir reaksiyonu tekniği (PCR) ile analiz etmişlerdir. 18 ulusal sporcuda; 2 II genotip, 11 ID genotip ve 5 DD genotip dağılımı gözlemlenmiştir. Kontrol grubuna göre tekvandoculara ACE I /D polimorfizminin (%61,11) daha yüksek olduğunu

belirtmişlerdir. Çalışmalarında ACE ID polimorfizminin tekvando sporuna yatkınlık sağlayabileceği, ancak katılımcı sayısının daha fazla olduğu çalışmalar ile desteklenmesi gerektiği aynı zamanda I ve D allellerinin ve genotiplerinin farklı etnik gruplarda değişiklik gösterebileceği sonucuna varılmıştır.

Günel ve diğ. (2014) ACE genotip sıklığının 37 elit sporcu ve 37 sağlıklı kontrol arasından spor performansına etkisini incelemişlerdir. ACE II genotipi kontrol grubunun %32,43'ünde, elit sporcuların %8,11'inde, DD genotipi kontrol grubunun %37,84'ünde ve elit sporcuların %51,35'inde ve ID genotipinin kontrol grubunun %29,73'ünde, elit sporcuların %40,54'ünde baskın olduğu sonuçlarını rapor etmişlerdir. ACE gen polimorfizmlerinin kas gücü üzerinde etkili olduğunu, ancak daha büyük çalışmaların yapılması gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Süel ve Pehlivan, (2015) Türk milli takımında yer alan 58 elit basketbolcu, 64 elit voleybolcu ve 122 sedanter bireyin ACE genotiplerini karşılaştırarak analiz ettikleri çalışmalarında, allel dağılımının spora yatkınlık açısından sporcular ve kontrol grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptamamışlardır. Fakat, kontrol grubuna kıyasla D alleli sporcularda daha fazla tespit edilmiştir. Aynı şekilde, sporcu grupları kendi içinde değerlendirildiğinde her iki grup arasında da D allelinin I allele göre daha yüksek sayıda saptanmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Genotip açısından değerlendirmelerinde, sporcular ile kontrol gruplarında ID genotipinin daha yüksek bulunduğu, sporcularda kontrol grubuna kıyasla daha az sayıda II genotip olduğunu gözlemlemişlerdir. Bayan sporcuların genotip özellikleri ile mekik koşusu, dikey sıçrama ve 20 metre sprint değişkenleri karşılaştırıldığında ise anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Genotipik açıdan değerlendirildiğinde elit bayan ve erkek basketbolcular ile elit bayan ve erkek voleybolcuların ACE polimorfizmi bakımından genotip dağılımları arasında anlamlı farklılık saptanamadığı rapor edilmiştir.

Ulucan, Çam ve diğ. (2015) 17'si bayan, 7' si erkek 24 genç basketbol oyuncusunda anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) I/D polimorfizmlerinin dağılımlarını saptamak için araştırdıkları çalışmalarında; 11 oyuncu DD, 12 oyuncu ID ve sadece 1 oyuncu II genotip gözlemlemişlerdir. Cinsiyetlerine göre incelediğinde bayanlarda 7 oyuncu DD, 10 oyuncu ID genotipinde, erkeklerde ise 4 oyuncu DD, 2 oyuncu ID ve yalnız 1 oyuncu II genotipinde olduğunu bildirmişlerdir. ACE genotipi için D alleli bayanlarda 24, erkeklerde 10, I alleli ise bayanlarda 10 ve erkeklerde 4 olarak saptanmıştır. ACE polimorfizmi ID genotipinin ve D allelinin çalışma grubunda daha baskın olduğu sonucunu belirtmişlerdir.

Ulucan, Sercan ve diğ. (2015) ACE ID polimorfizminin 25 profesyonel futbolcudaki dağılımlarını belirlediği çalışmalarında 4 sporcunun II (%16), 11 sporcunun ID (%44), 10 sporcunun DD (%40) genotipine sahip olduğu, allel dağılımına bakıldığında 19 I (%38), 31 D (%62) sıklığında olduğunu gözlemlemişlerdir. Yüzdeler olarak bakıldığında oyuncuların %44'ünde ID genotipi, %40'ında DD genotipleri ve %84'ünde en az bir D aleli olduğunu; D alleli, yüksek ACE konsantrasyonundan sorumlu hız ve güç alanlarındaki başarı ile ilişkili olduğu sonucunu bildirmişlerdir.

Türk elit sporcularından (dayanıklılık ve kuvvet sporcusu) oluşan bir popülasyonda (kayak, hentbol, voleybol, güreş) ACE geni I/D polimorfizmi ile spor performansı arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmışlardır (Kurtuluş ve diğ., 2018). 114 elit Türk sporcusunu dayanıklılık (18) ve kuvvet (96) sporcuları olmak üzere iki gruba, kontrol grubu (95) ile karşılaştırdıkları çalışmalarında Ki-kare ve Fisher exact test sonuçlarında elit Türk sporcu ile kontrol grubu ve diğer kategoriler arasında ACE geni I/D polimorfizmi genotip dağılımı ve alel frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmediğini bildirmişlerdir ($p > 0.05$).

ACTN3 R577X, (10 farklı makale çalışmasında ele alınmıştır);

Bölgesel olarak sporcuların performans düzeylerini araştıran Şanlısoy, Altıntaş, Büyükyazı ve Candan (2011) 105 Ege bölgesi elit sporcusu ve 105 sedanter (kontrol) grubu üzerinde ACTN3 R577X genotip dağılımını araştırmışlardır. Elit sporcuların RR ve RX genotiplerinin dağılımları, sedanter bireylerden önemli ölçüde farklı ($\chi^2 = 17,9$; $p = 0,000$) olduğu sonucunu bulmuşlardır.

Ulucan, Göle, Altındaş ve Güney (2013) Uluslararası başarı kazanmış 8 Türk rüzgar sörfçüsünün (beş erkek, üç bayan) (ACTN3 r577X) gen polimorfizm analiz sonuçlarında sporcuların beşinde rX, ikisinde XX ve birinde RR genotipi gözlemlemişlerdir. Daha önceki çalışmalarda dayanıklılık alleli olduğunu gösterilen X alleli araştırma grubu içerisindeki 8 sporcudan yedisinde en az bir X alel kopyası olduğunu bildirmişlerdir.

Özel bir kolej atletizm takımı sporcusu olan 20 genç sprinter özellikli sporcunun ve 30 sedanter öğrencinin ACTN3 R577X ve atletik performanslarının ilişkisini araştıran Ulucan ve diğ. (2014) çalışma düzenleri içerisindeki tüm katılımcıların 50 m koşu performans süreleri ile genotip ilişki arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. RR ve RX genotipli olan sporcuların aynı genotipli sedanterlere göre 50 m koşu zamanları kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu ve daha başarılı olduklarını tespit etmişlerdir. Yaptıkları bu çalışma, o tarihe kadar o yaş grubu ile yapılan ilk ACTN3 R577X çalışması olduğunu bildirmişlerdir.

Günel ve diğ. (2014) 37 elit sporcu ve 37 sağlıklı kontrol arasından (ACTN3) R577X polimorfizminin spor performansına etkisini araştırdıkları çalışmalarında; dayanıklılık aktiviteleri için avantaj sağlayan XX cinsi genotipi elit sporcuların %35,14'ünde, kontrol grubunun %10,81'inde gözlemlemiştir. XX genotipi (sprint için avantajlı olduğunu söyledikleri) RR genotipinden kontrol grubunda %2,70 ve elit sporcularda %10,81 olarak daha sık gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Çalışma grupları içerisinde en sık RX genotipi (kontrol grubunun %86,48'inde ve elit sporcuların %54,05'inde) olduğu söylemişlerdir. Grup içerisinde baskın olan X allelinin daha yüksek olmasını dayanıklılık gerektiren sporlarda yatkınlık sağlaması olarak açıklamışlardır.

17 bayan, 7 erkek olmak üzere toplam 24 genç milli basketbolcu üzerinde ACNT3 genotiplemesini araştıran çalışmalarında Ulucan, Çam ve diğ. (2015) 16 oyuncu RR, 6 oyuncu RX ve 2 oyuncu da XX genotip dağılımı olduğunu gözlemlemiştir. Bu dağılımı cinsiyetlerine göre ayırdıklarında 17 kız oyuncunun 11'i RR, 4'ü RX ve 2'si XX, erkeklerde ise 5 RR ve 2 RX genotip olduğunu bulmuşlardır. ACTN3 R alleli kızlarda 26, erkeklerde 12, X alleli ise kızlarda 8, erkeklerde 2 olarak bulunmuştur. ACNT3 genotip araştırmalarında R allelinin daha baskın olduğu sonucunu bildirmişlerdir.

Ulucan, Sercan ve diğ.(2015) ACTN3 R577X polimorfizminin 25 Türk profesyonel futbolcudaki dağılımlarını belirlediği çalışmalarında ACTN3 R577X dağılımlarını % 44 (RR), %36 (RX) ve %20 (XX) olarak bulmuşlardır. Çalışma grubunun allelik dağılımlarının ise R alleli için %62, X alleli içinse %38 olduğunu, bu sonuçların başarılı futbolcu olmaya eğilimli bireyler için genetik danışmanlık için önemli biyobelirteçler sayılabileceğini belirtmişlerdir.

Bölgesel olarak sporcuların performans düzeylerini araştıran diğer bir çalışmada Yamak ve diğ. (2015) Karadeniz bölgesi sporcularından; dağılımı futbol, basketbol, atletizm, voleybol, hentbol, judo, güreş, tekvando ve Amerikan futbolu sporcusu bulunan yaklaşık 150 elit sporcu ve 150 sedanter bireyin ACTN3 allelik dağılımını araştırmışlardır. Sporcu grubunda %30,6' RR ve %47,3RX genotiplemesi bulunduğunu bildirmişlerdir (P <0.05). Elit sporcuların üç genotipinin ve sedanter bireylerin dağılımları arasında anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen, sedanter bireylerde XX genotip sıklığı elit sporcularınkinden daha düşük (p> 0.05) olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada R alleli, sporcu ve sedanter bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bölgesel sporcularla böyle bir çalışmanın ilk kez yapıldığı ve incelenen genin atletik performansa etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

13 bayan, 23 erkek toplam 36 milli bisikletçi de ACTN3 R577X polimorfizminin dağılımlarını inceleyen Kaman ve diğ. (2017) ACTN3 genotipi için 12 milli bisikletçi RR, 10'u

RX ve 14 bisikletçi de XX olarak bulunmuştur. Cinsiyetlere göre ayırdığımızda 13 bayan bisikletçinin 7'si XX, 2'si XR ve 4'ü RR, erkek bisikletçilerin ise 7'si XX, 8'i XR ve 8'i RR genotiplerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. ACTN3'ün R alleli bayanlarda 10, erkeklerde 24, X alleli ise bayanlarda 16 erkeklerde 22 olarak bulunmuştur. Dayanıklılık fenotipi ile ilişkili olan ACTN3 XX genotipi ve X allelinin kohortlarında daha baskın olduğu sonucuna varmışlardır.

Mutlucan ve diğ. (2017) 40 profesyonel futbolcuda ACTN3 R577X polimorfizminin genotipik ve allelik dağılımlarını inceledikleri çalışmalarında, ACTN3 genotipi için futbolcuların 19'u RR (%47,5), 15'i RX (%37,5), 6'sı XX (%15) genotipine sahip olduklarını bildirmişlerdir. ACTN3 polimorfizmin futbolcularda ki allelik dağılımları ise %66,25 R allel, %33,75 X alleli olarak bulmuşlardır. Çalışma kohortlarında patlayıcı güç fenotipi ile ilişkili olan ACTN3 RR genotipinin ve R allelinin daha baskın olduğunu bildirmişlerdir.

Monopalet sporcuları üzerinde ACTN3 R577X (rs1815739) polimorfizm dağılımlarını inceleyen Kavas ve diğ. (2018) 2 bayan, 7 erkek monopalet sporcusunun genotip değerlendirmesinde; sporculardan 4'ü XX (%44,5), 3'ü RX (%33,3) ve 2'si RR (%22,2) genotipinde olduğunu belirlenmişlerdir. Allelik dağılımlarda ise "R" alleli 7 (%38,9), "X" ise 11 (%61,1) olarak bulunmuştur. Çalışma kohortlarında XX genotipi ve X alleli daha baskın görülmüştür. Katılımcıların boy ve kilo ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda ise RR genotipinin daha kısa ve daha az kilo ile ilişkili olduğu bilgisini vermişlerdir.

GNB3 C825T, (1 farklı makale çalışmasında ele alınmıştır);

Dinç, Bereket Yücel, Sayın ve Taneli (2012) yaptıkları çalışmada; düzenli spor yapan ve yapmayan kişilerin biyokimyasal, antropometrik ve fizyolojik farklılıklarının nükleotid bağlayıcı protein beta polipeptit 3 (GNB3) geninin C825T mutasyonunu ile ilişkisini araştırmışlardır. Süper Lig veya Birinci Ligde futbol oynayan (n=48) veya aktif olarak spor yapmayan Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu öğrencisi (n=48), 18-27 yaşları arasındaki rastgele seçilmiş gönüllülerin istatistiksel analizle fiziksel ve antropometrik farklılıklar incelendiklerinde; yaş, boy, kilo, yağ oranı, vücut kitle endeksi ve yağsız vücut kütlesi açısından GNB3 C825T polimorfizmi allelleri arasında istatistiksel farka rastlamamışlardır (p>0.05). Fakat polimorfizm ile anaerobik eşik kalp atım hızı ve hemoglobin arasında istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) farklılık olduğunu görmüşlerdir. Sonuç olarak, GNB3 C825T polimorfizmi ile atletik performans arasında pozitif bir ilişki gözlenirken;

hemoglobin değerlerinin TT allellere sahip bireylerde CC ve CT allellere sahip bireylerden istatistiksel olarak daha düşük olduğu sonucunu paylaşmışlardır.

PPAR-a ve PPARGC1A, (1 farklı makale çalışmasında ele alınmıştır);

Tural ve diğ. (2014) PPAR- α intron 7G>C ve PPARGC1A geni Gly482Ser polimorfizmlerinin elit seviye dayanıklılık sporcularının aerobik performansları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 170 katılımcının (60 seçkin seviye dayanıklılık sporcusu ve 110 sedanter kontrol) genotiplemesi incelendiğinde sporcu ve kontrol grupları arasında hem PPAR-a hem de PPARGC1A genotip dağılımları (sırasıyla $p = 0,006, <0,001$) ve allel frekansları (sırasıyla $<0,001, <0,001$) açısından istatistiksel olarak anlamlı farklar bulmuşlardır. Ek olarak, aerobik performans testi parametrelerine göre PPAR-a ve PPARGC1A genotip dağılımlarını incelediklerinde hız, zaman ve maksimum oksijen tüketimi ile PPAR-a ve PPARGC1A genotipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlemlemişlerdir ($p<0,001$). Çalışmanın Sonuçlarına göre, PPAR-a ve PPARGC1A genlerinin seçkin sporcuların aerobik performansları üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu gösterdiklerini söyleyen yazarlar Türkiye'de yapılan ilk çalışma bu seçkin seviye dayanıklılık sporcularında PPAR-a intron 7G [C ve PPARGC1A Gly482Ser gen polimorfizmlerini inceleyen çalışma olduğunu bildirmişlerdir.

PPARA rs4253778, (1 farklı makale çalışmasında ele alınmıştır);

Akçamlı ve diğ. (2018) 64 genç futbolcularda peroksizom – proliferatör aktive reseptör alfa (PPARA) rs4253778 polimorfizminin dağılımlarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında; futbolculardan 42'si GG, 21'i GC ve bir futbolcuda CC genotipinde olduğu gözlemlemişlerdir. G alleli 105, C alleli ise 23 olarak belirlenmiştir. Kohortlarında, patlayıcı güç fenotipi ile ilişkili olan PPARA GG genotipi ve G allelinin daha baskın olduğu görüşünü bildirmişlerdir.

FokI (rs 2228570) ve BsmI (rs1544410), (1 çalışmada ele alınmıştır);

Eken ve diğ. (2018) Türk atletlerde D vitamin reseptör (VDR) *FokI* (rs 2228570) ve *BsmI* (rs1544410) polimorfizmlerinin dağılımını araştırmışlardır. 13 bayan, 14 erkek atletin polimorfizm sonuçlarına göre; *FokI* polimorfizmi açısından atletlerin 12'si CC, 5'i CT ve 10'u ise TT genotipinde olduğunu gözlemlemişlerdir. Bayan atletlerin 6'sı CC, 2'si CT ve 5'i ise TT genotipinde, erkek atletlerde 6 sporcu CC, 3 sporcu CT ve 5 sporcu ise TT genotipinde olduğunu bulmuşlardır. Katılımcıların *BsmI* polimorfizmi için 9 atlet AA, 14 atlet AG, 4 atlet ise GG genotipinde olduğu sonucuna varılmıştır. Bayan atletlerin 3'ü AA, 8'i AG ve 2'si GG

erkek atletlerin 6'sı AA, 6'sı AG ve 2'si GG genotipinde olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma grublarında *FokI* polimorfizmi için CC genotipi ve C allelinin, *BsmI* içinde AG genotipinin ve A allelinin baskın olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmanın *VDR* geninin atletik performansa etkisinin araştırılması için yapılacak yeni çalışmalar için referans olacağını sonucunu bildirmişlerdir.

COMT rs4680, (1 çalışmada ele alınmıştır);

Tunalı ve diğ. (2019) 21 profesyonel voleybol sporcu ile COMT rs4680 polimorfizminin voleybolcularda genotip ve allel dağılımlarını incelemişleridir. Araştırmalarının sonuçlarına göre sporcuların AA, AG ve GG genotip dağılımları; 6 sporcu (%29) GG, 7 sporcu (%33) GA ve 8 sporcu ise (%38) AA genotipi saptanmıştır. Allellik dağılımlarında ise G Alleli 19 (%45) ve A Alleli 23(%55) olarak bulunmuştur. Kohortlarında AA genotipi diğer genotiplere göre, A alleli G alleleline göre daha yüksek bulunmuştur. Bulgularına göre voleybol sporcularının düşük aktiviteli AA genotipinin fazla bulunması voleybol sporuna yatkınlık için biyolojik belirteç olabileceğini kanıtı olduğunu, çalışmalarının COMT rs4680 polimorfizminin voleybolcularda etkisini inceleyen ilk araştırma niteliğinde olduğunu bildirmişlerdir.

SLC6A4, (1 çalışmada ele alınmıştır);

Ulucan, Yalçın, Akbaş, Uyumaz ve Konuk (2014) genç Türk basketbol oyuncularında SLC6A4 geninin promotor bölgesi uzun ve kısa (sırasıyla L ve S) polimorfizminin dağılımını analiz etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmaya 17 bayan, 7 erkek 24 kişi dahil olmuştur. 17 bayan basketbolcunun %12'si SS, %35'i LS ve %53' ü LL genotipinde olduğunu gözlemlemişlerdir. Erkek basketbolcuların ise %28.5' inin genotipleri SS ve LS, %43' ünün de LL olarak bulunmuştur. Allel sayıları incelendiklerinde L alleli bayanlarda %71, erkeklerde %57; S alleli de bayanlarda %29, erkeklerde %43 olarak bulmuşlardır. Çalışmalarının sonuçlarına göre, sporla uğraşan bireylerde L allelinin bulunması daha önceki yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermekte ve desteklemektedir sonucunu bildirmişlerdir. Sonuçlarına dayanarak başarılı sporcu olma potansiyali olan bireylere genetik danışma verilmesinde SLC6A4 promotor bölgesinin genotiplenmesini önermekte olduklarını da eklemişlerdir.

SONUÇ

2010-2019 yılları arasında, tespit edilen 19 çalışmada 26 genotip üzerine çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bu çalışmalar içerisinde ilk sırada 10 farklı çalışma ile en çok tercih edilen

gen-polimorfizm ACTN3 R577X olurken, ikinci sırada 6 farklı çalışma ile ACE ve sadece 1'er gen polimorfizmler çalışmaları ile GNB3 C825T, PPAR-a ve PPARGC1A, PPARA rs4253778, Fok1 (rs 2228570) ve Bsm1 (rs1544410), COMT rs4680, SLC6A4 yer verilmiştir.

Maalesef, en fazla iki genin yer aldığı makaleleri bir yerlerde yayınlanma fırsatı bulmuş ki uluslararası platformlarda gerek kongre gerekse yazılı yayınlarda uzun süredir genotip sayısının düşük olduğu çalışmalar sadece bu eleştiriden dolayı reddedilmektedir.

Araştırma konusu genlerin %80'i (n=8) atletik performans (kuvvet ve dayanıklılık), bunun yanında daha çok bilişsel yatkınlığı temsil etmekte olan COMT rs4680 ve SLC6A4 polimorfizm çalışmaları dikkatimizi çekmiştir. Gen-polimorfizm COMT rs4680 gen-polimorfizmi; dopamin, epinefrin, norepinefrinin aktive etmeyi, SLC6A4 polimorfizmi ise serotonin taşıyıcı, anksiyete ve motivasyon odaklı bir yatkınlığı temsil eder. Duygusal davranışların atletik performansla olan etkisi (korku, heyecan, odaklanma vb) göz ardı edilemeyeceği için duygusal davranışlarını etkileyen genler ile olan bu iki çalışma da atletik performans içerisine dahil edilmiştir.

Sadece ikili olarak değerlendirilmesinin özgünlüğü kalmamış olan ACE (6 çalışma) ve ACTN3'ü (10 çalışma) defalarca ve benzer gruplarda çalışılmış olması makaleleri kabul eden dergilerinde de yayın kalitesinde seçiciliğinin sorgulamasını gündeme getirebilecektir. Artık farklı genotipler üzerinden daha kapsamlı yani multidisipliner bileşimi bulunan proje sonuçlarına gereksinim var. Uluslararası bilimsel ve akademik ortama bakıldığında spor, egzersiz ve fiziksel aktivite konularını içeren ulusal çalışmaların söz konusu açıdan yetersiz ve birbirini tekrarlayan araştırmalar üzerinden devam ettirildiğini görüyoruz.

Bir çalışmanın ve sonucunda ortaya konan makalenin özgünlüğü, multidisipliner içeriği, çıktılarının uygulanabilirliği, sonraki araştırmalar için bir ışık tutup tutamadığı gibi konular farklılığı, farkındalığı ve kaliteyi belirler. Dolayısıyla bu meta analizin değeri düşük seviyede kalıyor.

2010-2019 yılları arasında Türkiye'de yapılmış ve ulaşılabilen bu veriler gösteriyor ki ulusal bazda yukarıda bahsedilen özelliğe sahip araştırmaların oluşturulması ve bu çalışmalara daha fazla destek verilmesi önem taşımaktadır. Hatta bu araştırmaların sonuçlarının sadece makale çıktısı olarak kalmaması, sektörel bazda uygulanabilir formata dönüştürülmesi gerekir. Aksi halde Türkiye'nin sportif alt yapısına katkısı düşük düzeyde olan çalışmalar birbirini tekrar edip durur. Sunulan çalışma ile güncel çalışmalar araştırmacıların önüne sunulmuş ve diğer gen-polimorfizm konularının varlığı fiziksel aktivite, egzersiz ve spor konularında Türk spor popülasyonunun tanımlanabilmesinde ihtiyaçlara cevaplar verebileceği düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Ahmetov, II, Egorova ES, Gabdrakhmanova LJ, Fedotovskaya On. (2016). Genes and Athletic Performance: An Update. *Med Sport Sci*. 61:41-54.
2. Akçamlı, D., Sipahi, S., Yüksel, İ., Kavas, N. C., Polat, T., Sercan, C. & Ulucan, K. (2018). Futbolcularda Peroksizom Proliferatör-Aktive Reseptör Alfa rs4253778 Polimorfizm Dağılımının Belirlenmesi. *Eurasian Research in Sport Science*, 3(2), 75-79.
3. Bouchard C. (2011). Overcoming barriers to progress in exercise genomics. *Exerc Sport Sci Rev*. 39(4):212-7.
4. Bray MS, Hagberg JM, Perusse L, Rankinen T, Roth SM, Wolfarth B, Bouchard C. (2009). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update. *Med Sci Sports Exerc*. 41:35-73.
5. De Moor MHM, Spector TD, Cherkas LF, Falchi M, Hottenga JJ, Boomsma DI, De Geus EJC. (2007). Genome-wide linkage scan for athlete status in 700 British female DZ twin pairs. *Twin Res Hum Genet*. 10:812-820.
6. Eken, B. F., Gezmiş, H., Sercan, C., Kapıcı, S., Chousein, Ö. M., Kırac, D., ... & Ulucan, K. (2018). Türk Atletlerde D Vitamini Reseptör Geni Fok1 (rs2228570) ve Bsm1 (rs1544410) Polimorfizmlerinin Analizi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (6), 561-572.
7. Eynon N, Ruiz JR, Oliveira J, Duarte JA, Birk R, Lucia A. (2011). Genes and elite athletes: a roadmap for future research. *J Physiol*. 589:3063-3070.
8. Günay, M., Ülküer, M. K., Çelenk, C., Bezci, S., Gökdemir, K., Gevat, C., & Kesici, T. (2010). Angiotensin-converting enzyme polymorphism in elite taekwondo athletes of Turkish and Azerbaijan taekwondo teams. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health*, 10(2), 165-169.
9. Günel, T., Gümüşoğlu, E., Hosseini, M. K., Yilmazyıldırım, E., Dolekcap, I., & Aydın, K. (2014). Effect of angiotensin I-converting enzyme and α -actinin-3 gene polymorphisms on sport performance. *Molecular medicine reports*, 9(4), 1422-1426.
10. Kaman, T., Kapıcı, S., Serca, C., Konuk, M., & Ulucan, K. (2017). Türk Milli Bisikletçilerde Alfa-Aktinin-3 R577X Polimorfizm Dağılımının Belirlenmesi. *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 41-47.
11. Kavas, N. C., Yüksel, İ., Sercan, C., Kapıcı, S., Gökhan, T. U. N. A., & Ulucan, K. (2018). Profesyonel Monopalet Sporcularında Alfa-Aktinin-3 (ACTN3) R577X (rs1815739) Polimorfizminin Dağılımı ve Boy-Kilo İlişkisi. *Eurasian Research in Sport Science*, 3(1), 26-31.
12. Kurtuluş, M., Günay, M., Çetin, E., Çelenk, C., Cicioğlu, İ., Ebru, A. L. P., ... & Kesici, T. (2018). Elit Türk Sporcularında Anjiotensin Dönüştürücü Enzim (I/D) Polimorfizmi ile Sportif Performans Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(4), 122-137.
13. Mutlucan, H., Bıyıklı, T., Eken, B. F., Sercan, C., Kapıcı, S., & Ulucan, K. (2017). Türk Profesyonel Futbolcularda Alfa-Aktinin-3N R577 X Polimorfizminin İncelenmesi. *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 1-7.
14. Nurten, Dinç., Yücel, S. B., Sayın, M. V., & Taneli, F. (2012). Futbolcu Ve Sedanterlerde Gnb3 C825t Mütasyonunun Atletik Performansa Etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 47(1), 011-018.
15. Sarzynski MA, Loos RJ, Lucia A, Perusse L, Roth SM, Wolfarth B, Rankinen T, Bouchard C. (2016). Advances in Exercise, Fitness, and Performance Genomics in 2015. *Med Sci Sports Exerc*. 48:1906-1916.
16. Süel, E., & Pehlivan, A. (2015). Angiotensin dönüştürücü (Converting) Enzim (ACE) gen polimorfizminin elit basketbolcu ve voleybolcularda karşılaştırılması. *Uluslararası Spor Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi*, 1(1), 40-50.
17. Şanlısoy, F., Altıntaş, N., Büyükyazı, G., & Candan, N. (2011). Ege bölgesi elit sporcularının ACTN3 R577X genotip dağılımının araştırılması. *Cumhuriyet Medical Journal*, 33(2), 153-159.
18. Tunalı, S., Yiğit, S., Sercan, C., Polat, T., Ekmekçi, R., & Ulucan, K. (2019). Profesyonel Voleybolcularda Katekol-O-Metiltransferaz (COMT) rs4680 Polimorfizminin Belirlenmesi. *Eurasian Research in Sport Science*, 4(1), 1-6.
19. Tural, E., Kara, N., Agaoglu, S. A., Elbistan, M., Tasmektepligil, M. Y., & Imamoglu, O. (2014). PPAR- α and PPARGC1A gene variants have strong effects on aerobic performance of Turkish elite endurance athletes. *Molecular biology reports*, 41(9), 5799-5804.
20. Ulucan K., Yalçın, S., Akbaş, B., Uyumaz, F., & Konuk, M. (2014). Analysis of Solute Carrier Family 6 Member 4 Gene promoter

- polymorphism in young Turkish basketball players. *J Neuro Behave Sci.* 1(2),37-40.
22. **Ulucan, K.** (2016). Spor Genetiği Açısından Türk Sporcuların ACTN3 R577X Polimorfizm Literatür Özeti. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 6(1), 44-47.
 23. **Ulucan, K., Bayyurt, G. M., Konuk, M., & Güney, A. I.** (2014). Effect of alpha-actinin-3 gene on trained and untrained Turkish middle-school children's sprinting performance: a pilot study. *Biological rhythm research*, 45(4), 509-514.
 24. **Ulucan, K., Göle, S., Altindas, N., & Güney, A. I.** (2013). Preliminary findings of α -actinin-3 gene distribution in elite Turkish wind surfers. *Balkan journal of medical genetics*, 16(1), 69-72.
 25. **Ulucan, K., Nurdan, Ç. A. M., Sercan, C., Akbaş, B., Uyumaz, F., & Yalcın, S.** (2015). Genç Basketbolcularda Anjiotensin Dönüştürücü Enzim (ACE I/D) ve Alfa-Aktinin-3 (ACTN3 R577X) Gen Polimorfizmlerinin Belirlenmesi İçin Pilot Bir Çalışma. *Spor Bilimleri Dergisi*, 26(2), 44-50.
 26. **Ulucan, K., Sercan, C., & Biyikli, T.** (2015). Distribution of angiotensin-1 converting enzyme insertion/deletion and α -actinin-3 codon 577 polymorphisms in turkish male soccer players. *Genetics & epigenetics*, 7, GEG-S31479.
 27. **Ulucan, K., Sercan, C., Eken, B. F., Ülgüt, D., & Erel, Ş.** (2016). Spor genetiği ve ACE gen ilişkisi. İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 3(2), 26-34.
 28. **Yamak, B., Yuce, M., Bağcı, H., & Imamoglu, O.** (2015). Association between sport performance and alpha-actinin-3 gene R577X polymorphism. *International Journal of Human Genetics*, 15(1), 13-19.