

## SPOR GENETİĞİ VE ACE GEN İLİŞKİSİ

Canan Sercan<sup>1</sup>; Başak Funda Eken<sup>1</sup>; Şebnem Erel<sup>2</sup>; Didem Ülgüt<sup>2</sup>;  
Sezgin Kapıcı<sup>3</sup>; Korkut Ulucan<sup>1,3</sup>

Geliş Tarihi: 24.03.2016  
Kabul Tarihi: 11.12.2016

### ÖZET

Sporla başarı, sporcuların hem genetik özelliklerinin hem de beslenme, antrenman gibi çevresel özelliklerin kombinasyonlarının sunucunda elde ettiği bir kazanımdır. İnsan genom projesi (İGP), bilim insanlarına bireylerin anatomik yapılarından fizyolojik yapılarına kadar birçok farklı özelliklerin oluşumunu sağlayan genlerin yapı ve fonksiyonları hakkında önemli bilgiler sağlamıştır. Spor genomu çalışmaları ise, İGP'den elde edilen genetik verilerin atletik performansın oluşmasında, geliştirilmesinde ve sporcu sağlığının korunmasına olan etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Atletik performansın oluşmasında ve gelişmesinde etkili olan kas tipi çeşidi, kardiyovasküler kapasite, dokuların oksijenasyonu, antrenman direnci ve sporcu psikolojisi gibi birçok faktörün genlerimiz tarafından kontrol edildiği bilinmektedir. Bu genlerin en önemlilerinden biri de anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) genidir. Bu derlememizde atletik performansı belirleyen ACE insersiyon (I)/ delesyon (D) polimorfizminden ve Türkiye'de bu konu ile yapılmış olan ve Türk sporcuları içeren çalışmaları, erişebildiğimiz bilimsel veri tabanlarında araştırdık ve ACE I/D genotipi ile futbol, basketbol, atletleri de içeren çalışmaları özetlemeyi amaçladık.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, ACE, Polimorfizm, Atletik performans

### THE RELATIONSHIP OF SPORTS GENETICS AND ACE GENE

#### ABSTRACT

Success in sport is an acquirable property gained by the combination of the genetic endowment and environmental factors like training and nutrition. Human Genome Project (HGP) provided us important information about the genes that effect a wide range of different individuals features from anatomic structures to physiologic development. Sport genomic studies aim to analyze the effect of genomic datas gained by HGP on the formation and development of athletic performance and in maintaining athletes health. Factors like muscle fiber types, cardiovascular capacity, oxygenation of tissues, resistance to training and athletes psychology are all important for the formation and development of athletic performance, and it is a known fact that all these factors are under the control of genes. One of the important gene is angiotensin converting enzyme (ACE). In this review, we search the scientific databases and aimed to summarize the studies including ACE insertion (I)/ deletion (D) polymorphisms in Turkish subjects like football players, basketball players and athletes.

**Key words:** Turkey, ACE, Polymorphism, Athletic performance

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

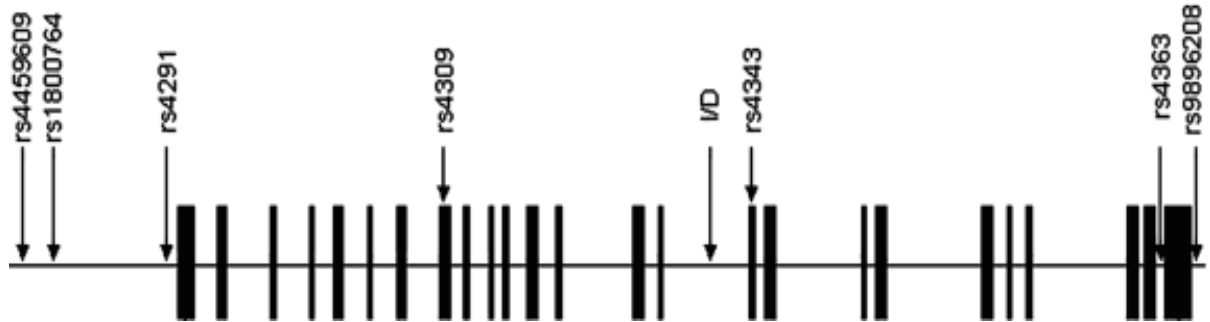
<sup>3</sup>Üsküdar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye.

## GİRİŞ

İnsan genom projesinin tamamlanması, bizlere yaklaşık 20-25 bin arasında olduğu tahmin edilen genlerimizin yapı ve fonksiyonlarının araştırılması olanağını vermiş, bu araştırmaların sonucunda da atletik performansa etki eden genlerin bir kısmı belirlenmiştir. Atletik performansa etki eden genetik parametrelerin belirlenmesi, biyolojik mekanizmaların daha net aydınlatılmasına neden olmuş, yeni biyolojik hipotezlerin oluşturmasına olanak sağlamış ve farklı spor ve egzersiz çeşitlerine olan yatkınlıklar arasında ilişkiler ileri sürülmüştür (Ulucan ve ark., 2013).

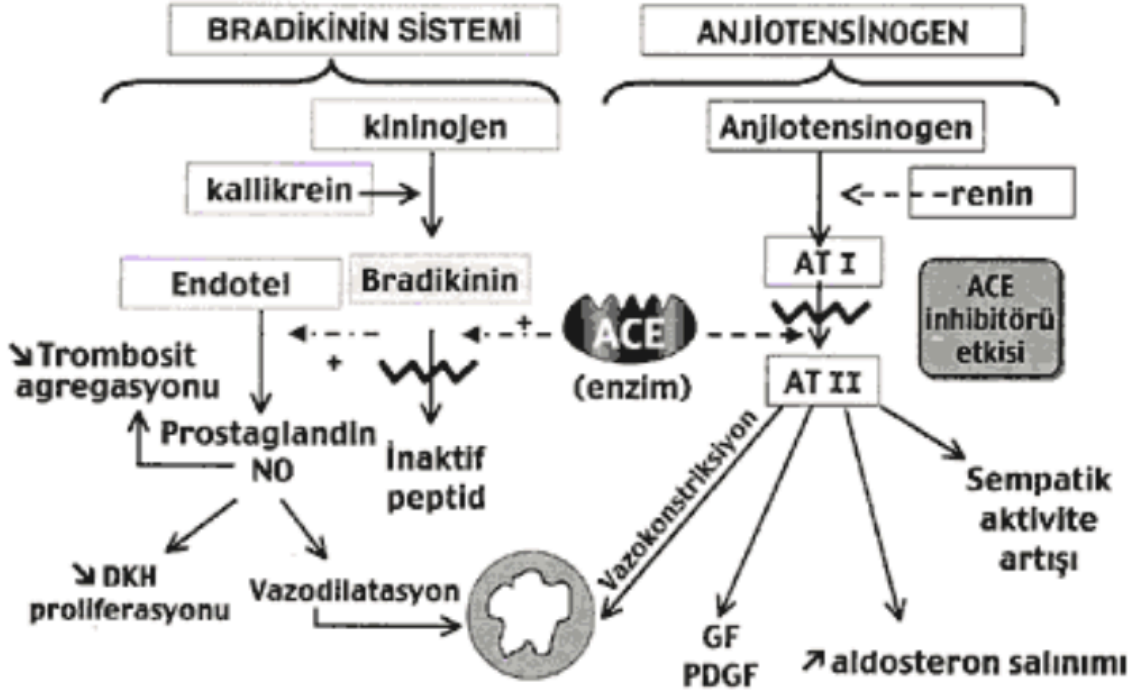
Spor genetiği alanındaki çalışmaların ilk aşamasını, atletik performansa etki eden aday genlerin veya genetik bölgelerin belirlenmesi, ikinci aşamasını belirlenen ve aday olarak önerilen genetik bölgelerin farklı spor branşlarını da içine alacak şekilde başarılı sporcularda ve sedanter bireylerde karşılaştırılması ve üçüncü aşamasını ise aday genlerin farklı popülasyonlar üzerindeki etkilerinin araştırılması oluşturmaktadır (Ulucan ve ark., 2015a). Günümüzde insanlar genomunda atletik performans ile ilgili yaklaşık 250 genetik bölge ilişkili bulunmuş ve bu genetik bölgelerin bazıları farklı popülasyonlarda analiz edilmiştir (Santos ve ark., 2015). Atletik performansla ilişkilendirilebilecek genlere örnek olarak; myostatin, eritropoetin, büyüme hormonu, nitrik oksit sentaz, vasküler endotelial büyüme faktörü, anjiyotensin dönüştürücü enzim, anjiyotensinojen, monokarboksilat taşıyıcı 1, insüline benzer büyüme faktörü-1, peroksizom proliferatör aktif reseptör, alfa-aktinin-3 gibi genlerini sıralayabiliriz (Cerit, 2006).

Spor genetiği anlamında en çok çalışılan genlerin başında anjiyotensin dönüştüren enzim (ACE) geni gelmektedir (Puthuchery ve ark., 2011). 26 ekzon ve 25 introndan oluşan ACE, 17. kromozomun uzun kolunda (17q23.3) bulunmaktadır ve gen üzerinde 70'in üzerinde polimorfizm bildirilmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1: ACE ekzon ve intronlarının şematize şekli; Siyah kutular ekzonlar, farklı “rs” numaraları ile bazı önemli polimorfizmler ve ID polimorfizminin yeri.**

Genin ürünü olan ACE enzimi peptit yapıdaki anjiyotensin-I'i katalizleyerek anjiyotensin-II oluşumunu sağlar (Şekil 2). Oluşan anjiyotensin-II sempatik artışın yanı sıra aldosteron salınımını artırarak metabolit dengesini düzenleyerek vazokonstriksiyona sebep olur ve aynı zamanda vazodilatör olan bradikinin molekülünü hidrolize ederek vazodilatasyonu da engeller (Yüksel, 2004).



**Şekil 2: ACE geninin anjiyotensinojen ve bradikinin sistemlerindeki rolleri.**

ACE' nin 16. intronunda 287 baz çiftlik bir tekrar dizisinin bulunup bulunmamasına (Alu dizisi ) göre genin kısa (delesyonlu, D) ve uzun (insersiyonlu, I) formları bulunmaktadır (Güney ve ark., 2013). Bu allel formlarının kombinasyonlarına göre bireylerde DD, ID, II olmak üzere 3 farklı genotip bulunabilmektedir. DD genotipli bireylerin ID ve II genotipli bireylere göre daha yüksek doku ve plazma ACE konsantrasyonlarına ve daha fazla metabolik aktivasyona sahip olduğu bilinmektedir (Costerousse ve ark., 1993).

### **ACE' nin ATLETİK PERFORMANSLA ETKİSİ**

Yapılan birçok sporcu-sedanter birey ve farklı disiplinlerden sporcuların karşılaştırma çalışmalarında ACE DD genotipi ile bireylerin kısa mesafe koşu, uzun atlama, yüksek atlama, disk atmada veya kısa mesafe yüzücüler gibi hız-kuvvet gerektiren spor dallarında çok daha başarılı olduğunu ileri sürülmüştür (Ulucan ve ark., 2013). Öte yandan II genotipli bireyler daha düşük ACE serum konsantrasyonuna sahiptir ve orta ve uzun mesafe koşu, yarış yürüyüş ve kayak gibi dayanıklılık gerektiren disiplinlerde daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Holdy ve ark., 2011). Zhang ve ark.' nın (2003) yapmış oldukları çalışmalarda ise I alleli ile

yavaş kasılan kas fibrilleri (tip 1); D alleli ile de hızlı kasılan kas fibrilleri (tip 2) arasında ilişki olduğunu saptamışlardır.

Yapılan çalışmalarda ACE DD genotipli bireylerin, ACE II genotipli bireylere kıyasla kas-kuvvet gelişim antrenmanlarına daha iyi yanıt verdiği, tip-II kas fibrillerinin daha fazla olduğu ve anaerobik kapasitelerinin daha yüksek oranda olduğu belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2003; Folland ve ark., 2000). Orta mesafe koşucularında DD genotipe sahip olanlarında yüksek oranda hızlı kasılabilen tip-II kas fibril tiplerine sahip olmaları, sporcuların patlayıcı güç açısından daha üstün performans gösterebilmeleri için avantaj sağladıkları bildirilmiştir (Cerit, 2006; Noakes,1991). Bununla beraber ID genotipli bireylerin ise ara form olarak olduğu, farklı antrenman teknikleri ile kas lifi veya fizyolojik çeşitliliklerinin sağlanabildiği belirtilmiştir.

Alvarez ve ark. (2000), 60 elit erkek sporcu üzerinde yaptıkları çalışmada ACE II genotipi ile dayanıklılık performansı arasında pozitif ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gayagay ve ark. (1998) yaptıkları araştırmalarında, 64 kürekçide ACE II ile dayanıklılık performansı arasında ilişki bulmuşlar, ancak sporcuların müsabaka eforlarının ne kadar sürdüğü, aynı mesafede yarışıp yarışmadıkları ve performans düzeylerini açıklamamışlardır. Myerson ve ark. (1999) ise; 19 spor branşından toplam 404 sporcuyu incelemiş, I allel frekansının spor ve kontrol grubunda istatistiksel olarak farklılık göstermediği ve I alleli ile atletik performans arasında ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Bilimsel alanda gerçekleşen bu gelişmeler, ülkemizdeki bilim insanlarının da bu konu da araştırmalar yapmaya yönlendirmiştir.

## **TÜRKİYE' DE YAPILAN ARAŞTIRMALAR**

Türk sporcular ve ACE ID ilişkisini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar maalesef yeteri sayılara ulaşamamıştır. Bu derlemede bizler, Pubmed, Google Akademik ve Sportdiscus with full text veri tabanlarından veya elde edebildiğimiz kongre kitapçıkları ve akademik tezlerden ulaşabildiğimiz çalışmaları bir araya getirdik ve özetlemeyi amaçladık.

Türk sporcularında ACE ID polimorfizmini analiz eden ilk çalışmalardan birinde Türk erkek uzun mesafe koşucuları, sprinter, futbolcu ve sedanter bireyleri karşılaştırılmış, uzun mesafe koşucularında ACE I aleli ile ACE II genotipini daha yüksek oranda bulunmuştur. Öte yandan sprinterlerin sonuçlarını ise kontrol grubuna yakın bulmuştur. Sonuç olarak çalışma kohortunda dayanıklılık performansı ile ACE I alleli arasında doğru oranda ilişki olduğu sonucuna varmıştır (Çiloğlu, 2001).

Turgut ve ark. (2004), 20-25 yaşlarındaki 80 Türk kökenli orta mesafe koşucuları, basketbol, hentbol ve futbol oyuncularını ve 80 sedanter birey üzerindeki çalışmada ACE ID

polimorfizmlerini ve dayanıklılık performanslarını belirlemek amacıyla ACE genotiplemesini yapmış, sporcu ve sedanter grup arasında anlamlı farklılığa rastlamıştır.

Türk elit güreşçiler ile sedanterler üzerinde yapılan bir çalışmada, hem güreşçilerde hem de sedanterlerde II genotipinin daha az, DD genotipinin orta yoğunlukta ve ID genotipinin yoğunluğu en fazla olan genotip olarak tespit edilmiştir (Şahin, 2005).

Cam ve ark. (2005), 80 erkek Türk kökenli atletlerde 60 metre sprint ve orta mesafe koşu sonuçlarını ACE genotipi ile ilişkilendirmiş, DD genotiplerin kısa süreli aerobik dayanıklılık performansında daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Aynı grubun yaptığı bir başka çalışmada ACE genotipi ile kısa ve orta süreli aerobik dayanıklılık performansını karşılaştırmış, II genotiplerin orta süreli, DD genotiplerinde kısa süreli dayanıklılık aktivitelerine daha yatkın olduğunu bildirmişlerdir (Cam ve ark., 2007).

Bu konu ile yapılan çalışmalardan birinde Günay ve ark. (2010), 12 Türk milli takım ve 6 Azeri milli takım tekvando sporcuları ile 49 sedanter birey üzerinde ACE genotiplemesi yapmış, ACE I /D polimorfizminin tekvandocularda yüzdece daha yüksek (%61,11) olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ACE ID polimorfizminin tekvando sporuna yatkınlık sağlayabileceği, ancak çok denek üzerinde tekrarlanması gerektiğini vurgulamışlardır. Aynı zamanda I ve D allellerinin ve genotiplerinin farklı etnik gruplarda değişiklik gösterebileceği sonucuna varılmıştır.

Ulucan ve diğ. (2014), 8 elit rüzgar sörfçüsü üzerinde yaptıkları çalışmasında ise 4 sporcunun ID, 3'nün II genotipinin ve yalnızca birinin DD genotipine sahip olduklarını göstermişlerdir. Yazarlar rüzgar sörfü gibi dayanıklılık gerektiren bu spor alanında başarılı sporculardaki yüksek oranda 'I' allelinin bulunmasının literatür ile benzerlik gösterdiğini bildirmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada 25 Türk profesyonel futbolcuda ACE ID genotiplemesini gerçekleştirmiş ve ACE DD, ID, II genotiplerini sırasıyla %40 , %44 ve %14 olarak bulmuşlardır (Ulucan ve ark., 2015b). Aynı çalışmada ACE bir alleli için sırasıyla % 38 I, %62 D alleli olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre yazarlar D allelinin futbolcularda atletik performansa etki ettiğini bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada Ulucan ve ark. (2015c) 24 genç basketbolcu üzerinde gerçekleştirmiş, bu çalışma grubunda DD, ID ve II genotiplerini sırasıyla %46 ,%50 ve %4 olarak bildirmişlerdir. Allelik dağılımlara bakıldığında D allelinin %71, I allelini ise %29 olarak belirtmişlerdir. Yazarlar aynı futbolcularda olduğu gibi basketbolcularda da D allelinin yüksekliğinin basketbolcuların atletik performansına olumlu etki ettiğini bildirmişlerdir.

Süel ve ark. (2015) çalışmasında ise, Türk milli takımında yer alan 58 elit basketbolcu, 64 elit voleybolcu ve 122 sedanter bireyin ACE genotiplerini analiz ederek ACE polimorfizmin sıklığı hem bu iki spor dalı arasında, hem de sedanter bireyler arasında karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada spora yatkınlık ve allelik dağılım açısından sporcular (voleybol ve basketbol) ve kontrol grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır. Sporcular ve kontrol grupları arasında allelik dağılım açısından karşılaştırıldığında D alleli sporcularda daha fazla bulunmuştur. Aynı şekilde gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde ise her iki grup arasında da D allelinin I alleleline göre daha yüksek sayıda bulunmuş, ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak anlam ifade etmemiştir. Genotip açısından değerlendirildiğinde sporcular ile kontrol gruplarında ID genotipinin daha yüksek bulunduğu, II genotipine sahip olan sporcuların sayısının sporcu olmayanlara oranla daha az olduğu belirtilmiştir. Bayan sporcuların genotip özellikleri ile mekik koşusu, dikey sıçrama ve 20 metre sprint değişkenleri karşılaştırıldığında ise anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yazarlar, dayanıklılık gerektiren sporlarda I alelinin, kuvvet ve sürat gerektiren spor branşlarında D allelinin ilgili branşa yatkınlık sağladığını bildirmişlerdir. Genotipik açıdan değerlendirildiğinde basketbolcu ve voleybolcularda anlamlı farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Süel ve ark., 2015).

## SONUÇ

Atletik performansa etki eden genetik faktörlerin belirlenmesi ileride başarılı sporcu yetiştirmede veya genetik yapıya uygun sportif branşa yönlendirilmesi amacı ile spor bilimcilere ve sporculara önemli bilgiler verecektir. Örneğin eritropoetin reseptör genindeki (EPOR) bir mutasyonun, dolaşımdaki eritrosit artışına ve dolayısı ile belirli ölçüde aerobik kapasite artışına neden olacak, spora yatkınlık açısından sporcuya avantaj sağlayabilecektir. Bunun yanında sadece spora yatkınlık veya bireysel antrenman programlarının geliştirilmesinde değil, ani sporcu ölümleri gibi istenmeyen olaylarla karşılaşılmasında veya en aza indirgenmesi içinde bu alanda yapılacak çalışmalar oldukça önemlidir. Ülkemizde de farklı spor disiplinlerinde bireysel başarıya etki eden bu faktörlerin bilinmesi bizlere büyük fayda sağlayacak, ilerisi için daha sağlıklı kararlar alınabilmesine neden olacaktır.

Atletik performanstan sorumlu genetik faktörlerden biri olan ACE, sporcu olmaya aday bireylerin hem spor branşlarının belirlenmesinde hem de branş içi yönlendirmelerde etkili olacağını düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. Alvarez, R., Terrados, N., Ortalano, R., Iglesias, Cubero, G., Requero, J., Batalla, A., and Cortino, A. (2000). Genetic variation in the renin- angiotensin system amnd athletic performance. *Eur J April Physiology*,82(1-2),117-120.
2. Cam, S., Colakoglu, M., Colakoglu, S., SekurI, C. (June 2007). BerdelI. ACE I/D gene polymorphism and aerobic endurance development in response to training in a non-elite female cohort. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2),234-8.
3. Cerit, M. (2006). Ace Genotipi ve Kısa Süreli Aerobik Performans Gelişimi İlişkisi, Doktora Tezi, İzmir Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
4. Colakoglu, M., Cam, FS., Kayitken, B., Cetinoz, F., Colakoglu, S., Turkmen, M., Sayin, M. (2005). ACE Genotype May Have an Effect on Single vs Multiple Set Preferences in Strength Training. *European Journal of Applied Physiology*, 95, 20-27.
5. Costerousse, O., Allegrini, J., Lopez, M and Alhenc-Gelas,F. (1993).Angiotensin I-converting enzyme in human circulating mononuclear cells: genetic polymorphism of expression in T- lymphocytes. *Biochem J*, 290, 33-40.
6. Çiloğlu, F. (2001). Ace gen polimorfizminin uzun mesafe koşucuları, sprinter, futbolcular ve sedanter popülasyonda karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
7. Folland, J., Leach, B., Little, T., Hawker, K., Myerson, S., Montgomery, H., Jones, D. (2000). Angiotensin-converting enzyme genotype affects the response of human skeletal muscle to functional overload. *Exp Physiol*,85, 575-579.
8. Gayagay, G., Yu, B., Hambly, B., Boston, T., Hahn, A., Celermajer, D. S.,Trent, R, J. (1998).Elite endurance athletes and the ACE I allele-the role of genes in athletic performance. *Hum Genetics*,103,48-50.
9. Guney, AI., Ergeç D., Kıraç, D., Ozturhan, H., Caner, M., Koç, G., Kaspar, K., Ulucan, K., Ağırbaşı, M. (2013).Effects of ACE polymorphisms and other risk factors on the severity of coronary artery disease. *Genet Mol Res*, 12 (4), 6895-6906.
10. Günay, M., Ülküer, K.M., Çelenk, Ç., Bezci, Ş., 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*, Vol. 10 ISSUE 2, Romania.
11. Holdys, J., Kryściak, J., Stanisławski, D., Gronek, P. (2011). ACE I/D Gene Polymorphism in Athletes of Various Sports Disciplines. *Human Movement*, 12(3), 223–231.

12. Myerson, S., Hemingway, H., Budget, R., Martin, J., Humphries, S., Montgomery, H. (1999). Human angiotensin I-converting enzyme gene and endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 87(4),1313-1316.
13. Noakes T.D. (1991). *Lore of Running*. 3 rd edition, Leisure Press/ Human Kinetics, Campaign, IL.
14. O'Donnell, C. Lindpaintner, K., Larson, M.G., Rao, V.S., Ordovas, J.M., Schaefer, E.J., Myers, R.H., Levy, D. (1998). Evidence for association and Genetic Linkage of the Angiotensin Converting Enzyme Locus with Hypertension and Blood Pressure in men but Women in the Framingham Heart Study. *Circulation* ,97, 1766 – 72.
15. Puthuchery, Z., Skipworth, J.R.A., Rawal, J., Loosemore, M., Someren, K.V., Montgomery, H.E. (2011). Genetic Influences in Sport and Physical Performance. *Sports Medicine*, 41(10), 845-59.
16. Santos, C.G., Pimentel-Coelho, P.M. Budowle, B., de Moura-Neto, R.S., Dornelas-Ribeiro, M., Pompeu, F.A., Silva, R. (2015). The heritable path of human physical performance: from single polymorphisms to the "next generation". *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(6), 600-12.
17. Süel, E.,Pehlivan, A. (2015). Angiotensin Dönüştürücü (Converting ) Enzim (ACE) Gen Polimorfizminin Elit Basketbolcu ve Voleybolcularda Karşılaştırılması. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi*, 1,40-50.
18. Şahin, İ. (2005). Angiotensin Dönüştürücü Enzim (ACE) Gen Polimorfizminin Elit Güreşçiler Ve Normal Populasyonda Karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
19. Turgut, G.,Turgut, S.,Genç, O., Atalay, A., Atalay, E.Ö. (2004). The Angiotensin Converting Enzyme I/D Polymorphism In Turkish Athletes And Sedentary Controls. *Acta Medica*, 47,133-6.
20. Ulucan, K., Göle, S., Altindas, N., Güney, AI. (2013). Preliminary findings of alpha-actinin-3 gene distribution in Turkish elite wind surfers. *Balkan journal of medical genetics*, 16(1), 69- 72.
21. Ulucan, K., Göle, S. (2014). ACE I/D Polymorphism Determination in Turkish Elite Wind- surfers. *Sports Science Review*, XXIII(1-2), 79- 84.
22. Ulucan, K.,Topal, E.S.,Yaman, B.,Bıyıklı,T. (2015). Athletic Performance, Genetics and Gene Doping. *İKSST Derg*, 7(2), doi:10. 5222 /iksst.2015.058.



23. Ulucan, K., Sercan, C., Bıyıklı, T. (2015). Distribution of Angiotensin-1 Converting Enzyme Insertion/Deletion and  $\alpha$ -Actinin-3 Codon 577 Polymorphisms in Turkish Male Soccer Players. *Genetics & Epigenetics*, 7, 1-4.
24. Ulucan, K., Çam, N., Sercan, C., Akbaş, B., Uyumaz, F., Yalçın, S. (2015). Genç Basketbolcularda Anjiotensin Dönüştürücü Enzim (ACE I/D) ve Alfa- Aktinin-3 (ACTN3 R577X) Gen Polimorfizimlerinin Belirlenmesi İçin Pilot Bir Çalışma. *Hacettepe Spor Bilimleri Dergisi*, 26(2): 44-50, 2015.
25. Yüksel, H. (2004). Kardiyovasküler Hastalıkların Tedavisinde Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim İnhibitörleri. *Türk Kardiyol Dern Arş*, 32, 188-196.
26. Zhang, B., Tanaka, H., Shono, N., Miura, S., Kiyonaga, A., Shindo, M., Saku, K. (2003). The I allele of the angiotensin-converting enzyme gene is associated with an increased percentage of slow-twitch type I fibers in human skeletal muscle. *Clin Genet*, 63(2), 139-44.

