

Türk Profesyonel Futbolcularda Alfa-Aktinin-3N R577 X Polimorfizminin İncelenmesi

Hasan MUTLUCAN**
Türker BIYIKLI***
Başak Funda EKEN****
Canan SERCAN*****
Sezgin KAPICI*****
Korkut ULUCAN*****

Öz

İnsan genom projesinin tamamlanmasıyla genlerin atletik performans üzerine de etkisinin olduğu kabul edilmekle birlikte, genlerin atletik performans üzerine etkisi hala araştırma konusudur. Günümüze kadar atletik performansa etki ettiği düşünülen genetik bölgeler futbol, basketbol, judo, güreş gibi farklı disiplinlerdeki sporcular üzerinde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak Türk sporcular üzerinde yapılan bu çalışmalar literatür ile karşılaştırıldığında sayıları daha az olduğu görülmektedir. *ACTN3* geni atletik performans ile ilgili en önemli ve günümüzde belki de en fazla incelenen genetik belirteçtir. Bu çalışmamızda aktif olarak futbol hayatlarını sürdürmekte olan 40 profesyonel futbolcuda *ACTN3* R577X polimorfizminin genotipik ve allelik dağılımlarını belirlemeyi amaçladık. Futbolculardan DNA eldesi, rutin olarak biyokimyasal kontrolleri için verdikleri periferik kandan sağlanmış, DNA izolasyonları ticari kitler ile gerçekleştirilmiştir. Genotiplendirme işlemi ise gerçek zamanlı PCR (Real-time PCR) tekniği ile gerçekleştirilmiştir. *ACTN3* genotipi için futbolcuların 19'u RR (%47.5), 15'i RX (%37.5), 6'sı XX (%15) genotipindedir. *ACTN3* polimorfizmin futbolcularda ki allelik dağılımları ise %66.25 R allel, %33.75 X alleli olarak bulunmuştur. Çalışma kohortumuzda patlayıcı güç fenotipi ile ilişkili olan *ACTN3* RR genotipinin ve R allelinin daha baskın olduğu görülmüştür. Türk futbolcular üzerinde gerçekleştirilen bu çalışma ile hem literatüre katkı sağlayacağının, hem de elde edilen sonuçlar sayesinde ileride yapılacak çalışmalara öncülük edeceğinin inancındayız.

Anahtar Kelimeler: Spor genetiği, polimorfizm, atletik performans, futbol

Analysis of Alpha-Actinin-3 R577X Polymorphism in Turkish Professional Football Players

Abstract

While it is accepted that the completion of the human genome project also influences the genes on athletic performance, the effect of genes on athletic performance is still a matter of research. Numerous studies have been carried out on the genetic regions that are considered to have influenced athletic performance as much as the day-

*Bu çalışma Hasan Mutlucan'ın yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

**Gelişim Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Meslek Yüksek Okulu, hasanmutlucan_27@hotmail.com tr

***Nişantaşı Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Meslek Yüksek Okulu, turker.biyikli@nisantasi.edu.tr

****Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, basak.funda@marun.edu.tr

*****Üsküdar Üniversitesi, Farmokogenetik Laboratuvarı, canan.sercan@uskudar.edu.tr

*****Üsküdar Üniversitesi Farmokogenetik Laboratuvarı, sezginkapici@gmail.com

*****Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, korkut.ulucan@marmara.edu.tr

to-day athletes in different disciplines such as football, basketball, judo, wrestling. However, these studies on Turkish sportsmen are fewer in number than the literature. The *ACTN3* gene, encoding alpha-actinin-3 protein (Actn3), is the most important and probably the most studied genetic marker of athletic performance studies. We aimed to determine the distributions of ACTN3 R577X polymorphism in 40 professional football players who voluntarily participated in this sport. DNA samples were isolated from peripheral blood leukocytes cells, which are provided for routine biochemical controls. Isolation process was carried out by using commercial DNA isolation kit. Genotyping protocol was completed by real-time PCR. For the ACTN3 genotype, 19 of the soccer players had RR (47.5%), 15 had RX (37.5%) and 6 had XX (15%) genotypes. When allelic distributions were examined, 66.25% had R allele, and 33.75% had the X allele. In our study cohort, the ACTN3 RR genotype and R allele, which were associated with the power phenotype, were found to be more dominant. We believe that the results of the present study this study carried out on Turkish footballers will add valuable insights to literature, and will lead further studies to be carried out in sports genomics.

Key- words: Sports genetics, polymorphism, athletic performance, football

GİRİŞ

Sporcuların müsabaka ve antrenman esnasındaki mental ve fiziksel performanslarının toplamı sporcuların atletik performansı olarak kabul edilmektedir. Sporcularda düzenli olarak yapılan antrenman ile geliştirilebilen atletik performansın hem oluşmasında, hem de gelişmesinde genetik ve mental faktörlerin etkisi günümüze kadar yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Ulucan, 2014a; Çorak, 2017). Genetik yapıya uygun antrenman ve beslenme programlarının oluşturulması yalnızca bireysel sporlarda değil, aynı zamanda takım sporlarında da başarı için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle günümüze kadar spor genetiği alanında yapılan çalışmalar gelişen teknoloji ve sporun büyüyen ekonomisiyle beraber oldukça önem kazanmıştır.

Atletik performansın genetik yönlerini araştıran çalışmaların büyük bir bölümü alfa- aktinin-3 geni (*ACTN3*) üzerine yapılmıştır. Alfa aktinin proteininin memelilerde ACTN1, ACTN2, ACTN3 ve ACTN4 olarak 4 farklı formu bulunmaktadır. ACTN1, sitokinez, hücre adezyonu ve hücre hareketleri gibi hücrel işlevlerini hücrelerde aktin filamentlerinin birbirine bağlanmasını sağlayarak bu yapıların hücre- hücre ve hücre- matriks bağlantı yapılarına daha sıkı bağlanmalarını sağlayarak gerçekleştirilmektedir (Otey ve ark., 2004). ACTN2 kas dokusunda sarkomerlerde anti-paralel olarak uzanan aktin filamentlerinin Z-çizgisine bağlanmasını kalp ve çizgili kas gibi kas tiplerinde ve beyin dokusunda ekspresyona uğrayarak gerçekleştirilmektedir. ACTN4 ise bu ailenin kas dışı izoformu olarak bilinir, ACTN1 ile yüksek derecede yapısal homoloji göstermelerine rağmen farklı özellikleri de mevcuttur (Murphy ve ark., 2015).

Sportif performansı ile ilişkilendirilen ve iskelet kasına özgü ilk yapısal gen *ACTN3* genidir. *ACTN3* proteini, 103241 Da ağırlığında olup, proteini kodlayan gen 11. kromozomun uzun kolunda (11q13.1) lokalizedir. 22 ekzondan oluşan genin urunu olan protein 901 amino asitten meydana gelmektedir. Alfa aktinin proteininin hücrel fonksiyonları hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır (Ulucan, 2016). *ACTN3* proteini, sarkomerlerin Z çizgilerinde konumlanmıştır, bu protein hem kas kasılmasında aktin fibrillerinin bağlanmasında, hem de hücre içi sinyal iletiminde aktif rol oynamadığı bilinmektedir. *ACTN3* R577X polimorfizminin

sporcularda dayanıklılık ve sürat özelliklerinin saptanmasında önemli bir biyolojik belirteç olduğu da yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir.

Atletik performans genetiği alanında yapılan çalışmalar, *ACTN3*'ün 16. ekzonunda bulunan sitozin-timin transisyonu (C>T) sonucu meydana gelen polimorfizm üzerine odaklanmıştır. Bu değişim sonucunda proteinin 577. amino asidini kodlayan kodonunda, arjinini (R) kodlayan kodonunun yerine durdurucu kodonun (X) oluşmasına neden olmaktadır. Bu polimorfizm görülen bireylerde *ACTN3* proteinin eksikliği gözlenmektedir. Bireylerde görülen bu polimorfizmin Kafkas toplumunun %18'sini etkilerken, Dünya populasyonun ise %16'sını etkilediği düşünülmektedir. Dünya populasyonunda yaklaşık olarak bir milyar insanda bu eksikliğin olduğu tahmin edilmekte ve bu eksikliğin herhangi bir hastalığa sebep olmadan kas yapısında bazı değişimler ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Yapılan bazı çalışmalar, *ACTN3* proteini eksikliğinde *ACTN2* proteininin bu eksikliği kapattığını iddia etmektedir (Murphy ve ark., 2015). *ACTN3* üzerinde R577X polimorfizminin dışında R628C, R776Q ve Q523R olmak üzere üç farklı varyasyon daha bulunmuş, ancak bu varyasyonların bireylerde fenotipik etkileri hakkındaki bilgiler henüz netliğe kavuşmamıştır (Ulucan, 2016).

Günümüze kadar *ACTN3* R577X polimorfizmi ve atletik performansa ilişkisine yönelik çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Atletizmden, judoculara, yüzücülerden, kürekçilere kadar farklı disiplinlerden sporcu grubu üzerine yapılan analizlerde sadece *ACTN3* üzerine odaklanılmamış, spor genetiği ilgili diğer genetik bölgelerde analiz edilmiştir (Zilberman ve ark., 2012).

Bu çalışmanın amacı, Alfa- Aktinin 3 R577X geni polimorfizmi ile sportif performans arasındaki ilişkinin Türk erkek futbolcularda üzerinde dağılımının incelenmesidir. Bilimsel çalışmalara bakıldığında sportif performans etki eden en önemli faktör genetik farklılıklardır. Bugüne kadar sporcuların performanslarını arttırmaya yönelik bazı genetik çalışmalar yapılmıştır. Kişilerin hangi spor branşlarında başarılı olabilecekleri ya da yeteneklerine en uygun sportif branşın hangisi olabileceği genetik analizlerle birlikte daha önceden belirlenebilmektedir. Yapılan testler neticesinde, belirlenen branş bazında sporcunun ilgili branşa ilişkin ideal mevki ve pozisyonu tespit edilebilmektedir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışma Grubu

Çalışmamıza aktif olarak futbol hayatlarını sürdürmekte olan ve gönüllülük esasına dayanarak katılan 40 profesyonel futbolcu katılmıştır. Çalışmamız ve çalışma protokolümüz, Helsinki Deklarasyonu-2 (2015) yönergelerine uygun olarak hazırlanmış ve Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu tarafından onanmıştır. Çalışmaya gönüllü katılan sporculardan, çalışma öncesi yapılan analizler ve çıktıları hakkında detaylı bilgi verilmiş, kendilerinden imzalı bilgilendirme formları alınmıştır.

***ACTN3* R577X Genotipleme:**

DNA İzolasyonu:

Çalışmamıza katılan sporcularından 1 cc periferik kan eldesi sonrasında lökosit DNA'ları PureLink DNA izolasyon kitinin (Invitrogen, Van Allen Way Carlsbad,CA, USA) kullanıcısı

protokolleri izlenerek tamamlanmıştır. Kısaca, 200 µL periferik kan üzerine 20 µL proteinaz k, 10µL RNAaz eklenerek vortekslendi. Oda sıcaklığında 2 dk bekletildi ve sonrasında bu karışıma 200µL bağlama tamponu eklendi. 55°C'lik 10 dk inkübasyondan sonra 200 µL etanol eklenerek ve vortekslendi. Filtreli tübe alındı ve 10000g 'de 1 dk santrifüj edildi. Süpernant kısmı atılarak pellet kısmı üzerine 500 µL yıkama tamponu eklendi ve 10000g'de 1,15 santrifüj edildi ve yine süpernant kısmı alınarak üzerine yıkama tamponu 2 eklendi ve maksimum hızda 3 dk santrifüj edildi. 80 µL elüsyon tamponu eklenerek inkübe edildi ve maksimum hızda 1 dk santrifüj edildi. Elde edilen DNA örnekleri, ilgili genlerin analizlerinin tamamlanmasına kadar -20° C de saklandı.

ACTN3 R577X Polimorfizmi Genotiplemesi

ACTN3 R777X genotipi, izole edilen DNA materyalinden 7500 Fast Real-Time PCR System (Applied Biosystems) cihazı ile Taqman Genotyping Assays (Applied Biosystems Foster City, CA, USA) genotipleme kitleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Genotipleme işlemi totalde 10uL olacak şekilde 5 µL master mix, 3,75µL H₂O, 0,25µL assay ve 1µL (10 ng) DNA kullanılarak tamamlanmıştır.

BULGULAR

Tablo 1: Çalışma kohortundaki sporcuların *ACTN3 R577X* genotip ve allel dağılımları

	Sporcu Genotip			Allel Dağılımları	
	RR	RX	XX	R	X
Sayı	19	15	6	53	27
Yüzde	%47.5	%37.5	%15	%66.25	%33.75

Çalışmaya katılan sporcuların *ACTN3 R577X* genotip ve allelik dağılımları Tablo 1'de özetlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre futbolcuların toplamda 19'u RR (%47.5), 15'i RX (%37.5), 6'sı XX (%15) genotipindedir. *ACTN3* polimorfizmin allelik dağılımları incelendiğinde %66.25 R, %33.75 X olarak bulunmuştur.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Günümüze kadar *ACTN3 R577X* polimorfizmi ve atletik performansa ilişkisine yönelik çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Atletizmden, judoculara, yüzücülerden, kürekçilere kadar farklı disiplinlerden sporcu grubu üzerine yapılan analizlerde sadece *ACTN3* üzerine odaklanılmamış, spor genetiği ilgili diğer genetik bölgelerde analiz edilmiştir (Zilberman ve ark., 2012). Benzer çalışmalar Türk sporcular üzerinde de yapılmış ve Türk sporcuların genotip dağılımları belirlenmeye çalışılmıştır (Ulucan, 2016).

Çalışma kohortumuza baktığımız zaman 19 futbolcu RR (%47.5), 15'i RX (%37.5) ve 6'sı XX (%15) genotipinde olduğu saptanmıştır. Allelik dağılımlara bakıldığında ise R alleli 53 (%66,25), X alleli ise 27 (%33,75) olarak belirlenmiştir. Futbolcu ve *ACTN3 R577X* çalışmalarının öncü bir çalışması olarak Kasımay ve ark. (2009) 37 profesyonel futbolcuda *ACTN3* genotip dağılımlarını belirlemiş ve VO₂ max değerlerini karşılaştırmışlar, fenotipi XX olanların VO₂ max değerlerinin diğer genotiplerle kıyaslandığında istatistiksel açıdan anlamlı

oranda yüksek olduğunu belirtmişlerdir, ayrıca genotip dağılımlarını belirleyerek 22'sinin RR (%59), 11'inin RX (%30) ve 4'unun ise XX (%11) genotipinde olduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışma ile bizim çalışma sonuçlarımız genotip yüzdeleri bakımından benzerlik göstermektedirler. Benzer bir çalışmada Ulucan ve ark.(2015), aynı bölge polimorfizmini 25 profesyonel futbolcudaki dağılımlarını incelemiş; RR, RX ve XX genotip yüzdelerini sırasıyla 44, 36 ve 20 olarak bulmuşlardır. Aynı çalışma grubundaki allelik dağılımlar ise R alleli için %62, X alleli içinse %38 olarak bulunmuştur. *ACTN3* genotiplerinin başarılı futbolcularda genetik danışmanlık açısından önemli biyolojik belirteç olduğunu belirtmişlerdir (Ulucan ve ark., 2015). Başka bir çalışmada ise Lippi ve ark. (2010) üst düzey 60 futbolcuda *ACTN3* R577X genotiplerinin frekans dağılımlarını RR, RX ve XX için sırasıyla %48.3, %36.7 ve XX %15 şeklinde bulmuşlardır. Pimenta ve ark. (2012) profesyonel 37 futbolcu üzerinde yaptıkları çalışmada *ACTN3* RR, RX ve XX genotiplerini sırasıyla %15, %13 ve %9 olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmalar genotip ve allel dağılımları göz önüne alındığında bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Coelho ve ark. (2016) ise 138 Brezilyalı profesyonel U-20 ve U-17 takım futbolcularında *ACTN3* R577X polimorfizmi ile fiziksel performans arasındaki ilişkiyi araştırmışlar, ancak genotip- fenotip açısından herhangi bir anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

Türk futbolcularda gerçekleştirilen *ACTN3* R577X polimorfizm çalışmaları yeterli sayılara ulaşmamıştır. Farklı disiplinlerde yapılan çalışmalarda ilgili gen polimorfizminin atletik performansa olan etkisi araştırılmıştır. Günel ve ark. (2014)'teki farklı disiplinlerden oluşan 37 elit atlet ve aynı sayıdaki kontrol grubu üzerinde yaptıkları çalışmada *ACTN3* XX ve RX genotipini sporcu grubunda sırasıyla %35,14 ve %54,05 olarak bulmuşlardır. Hem sporcu grubu, hem de sedanter bireylerde RX genotipini, yüzde olarak en yüksek genotip değeri olarak bulmuşlar, X allelinin bireylerde daha yüksek oranda olmasını ise dayanıklılık gerektiren sporlarda bu allelin yatkınlık sağlaması olarak açıklamışlardır. Şanlısoy ve ark. (2011) tarafından Ege yöresi elit sporcularını içeren bir çalışmada aralarında atletizm, basketbol, judo, tekvando, güreş, bisiklet, futbol ve tenis gibi farklı disiplinlerden 105 sporcu üzerinde *ACTN3* R577X RR ve RX genotipinin analizini gerçekleştirmişler, RR, RX, XX genotipleri sırasıyla %25,7, %34,3, %40 olarak bulmuşlardır. Ulucan ve ark. (2009), 24 kısa mesafe yüzücüsü, 40 güreşçi ve 48 basketbol oyuncusunun bulunduğu farklı disiplinlerdeki 112 sporcu üzerinde yaptığı çalışmada sporcuların %77,68'inin RR genotipinde, %20,54'unun RX genotipinde ve %1,79'unun da XX genotipinde olduklarını belirtmişlerdir. Araştırmada yer alan güreşçilerin %22,5'u RX, %77,5'u RR genotipi bulunurken, güreşçilerde XX genotipine rastlanılmamıştır. Basketbolcularda ise RR, RX ve XX genotiplerinin yüzdelerini sırasıyla 77,08, 20,83 ve 2,08 olarak belirtmişlerdir. Kısa mesafe yüzücülerin ise %79,17 oranında RR, % 16,67 oranında RX ve %4,17 oranında XX genotiplerinde olduklarını bildirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda çalışma grubundaki RR + RX genotiplerinin ve R allelinin yüksek oranda gözlenmesini ilgili sporlara yatkınlık olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yazarlar sporcuların atletik performanslarının artırılmasında ve potansiyel sporcu tarama testlerinde genetik testlerin yarar sağlayacağını belirtmişlerdir. Yamak ve ark. (2011), aralarında futbol, basketbol, atletizm, voleybol, hentbol, judo, güreş, tekvando ve Amerikan futbolu gibi farklı disiplinlerden elit sporcular bulunan çalışma kohortlarında *ACTN3* R577X analizi gerçekleştirmiş, sporcu grubunda RR ve RX genotiplerini sırasıyla %30,6 ve %47,3 olarak bulunmuştur. Çalışmada

XX genotipi sporcu grubunda sedanter grubuna göre daha yüksek oranda bulunmuş ancak istatistiksel olarak anlam ifade etmemiştir. Genç sprinterler (Ulucan, 2014b) ve profesyonel bisikletçiler (Kaman ve ark., 2017) üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda bizim sonuçlarımız ile benzerlik göstermiştir.

Spor bilimlerinde genetik analizlerin önemi her geçen gün artmaktadır. Genetik profile uygun bireysel antrenman programları uygulanması özellikle spor bakımından gelişmiş ülkelerde yıllardır gerçekleştirilen ve geliştirilen bir uygulamadır. Bizlerinde benzer uygulamalar geliştirebilmemiz için sporcularda atletik performansa etki eden genetik varyantların belirlenmesi gerekmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışma, özellikle ülke sporumuz açısından literatüre katkıda bulunmasını ümit etmekteyiz. Ayrıca gelişen teknolojik ve bilimsel yaklaşımların yardımıyla, günümüzde bireylerin genetik yapılarına uygun sportif faaliyetlere yönlendirilmeleri, bireye özgü oyun planlarının geliştirilmesi gibi uygulamalar içinde gerçekleştirdiğimiz çalışmanın kaynak olacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Coelho, D.B., Pimenta, E., Rosse, I.C., Veneroso, C., Becker, L.K, Carvalho, M.R., Pussieldi, G., Sılamı Garcia, E.** (2016) The alpha-actinin-3 r577x polymorphism and physical performance in soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness March*,56(3),241-248.
- Çorak, A, Kapıcı S, Sercan C, Akkoç O, Ulucan K.** (2017). A pilot study for determination of anxiety related *SLC6A4* promoter "S" and "L" alleles in healthy Turkish athletes. *Cellular and Molecular Biology*, 63(5), 29-31.
- Foley, K.S., Young, P.W.** (2014). The non-muscle functions of actinins: an update. *Biochem J*, 459,1-13
- Gunel, T., Gumuşoğlu, E., Hosseini, M.K., Yılmaz, Y.E., Dolekcap, I., Aydınli, K.** (2014).Effect of angiotensin I-converting enzyme and α -actinin-3 gene polymorphisms on sport performance. *Molecular Medicine Reports*, 9, 1422-1426.
- Kaman, T., Kapıcı, S., Sercan, 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.
- Kasımay, O., Sevinç, D., İşeri, O., Ulucan, K., Unal, M., Güney, A.İ.** (2009).Skeletal muscle gene ACTN3 and physicalperformance: genotype- phenotype corelation. *Journal of Sports Science and Medicine Suppl*,11, 121.
- Lippi, G., Longo, U.G., Maffulli, N.** (2010). Genetics and sports. *Br Med Bul*, 93, 27-47.
- Murphy, A., Young, P.W.** (2015). The actinin family of actin cross-linking proteins –a genetic perspective. *Cell & Bioscience*, 5, 49.
- Otey, C.A, Carpen, O.** (2004) Alpha-actinin revisited: a fresh look at an old player. *Cell Motil Cytoskeleton*, 58, 104-11.
- Pimenta, E.M, Coelho, D.B., Veneroso, C.E., Barros Coelho, E.J, Cruz, I.R, Morandi, R.F, De A Pussieldi, G., Carvalho, M.R, Garcia, E.S, De Paz Fernández JA.** (2013). Effect of ACTN3 gene on strength and endurance in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*.27(12),3286- 3292
- Şanlısoy, F., Altıntaş, N., Büyükyazı, G., Candan, N.** (2011). Ege bölgesi elit sporcularının ACTN3 R577X genotip dağılımının araştırılması. *Cumhuriyet Medical Journal*, 33, 153-159.
- Ulucan,K.,Ciloglu,F.,Sesal,C.,Ergeç,D.,Kıraç,D.,Şahin,İ.,Süel, E., Güney,A.İ.** (2009).ACTN3 Gene R577XPolymorphism inTurkish Sprint/Power Athletes. Medimedgen Abstract Book, 33.
- Ulucan, K., Yalçın, S., Akbaş, B., Konuk, M.** (2014a)Analysis of Solute Carrier Family 6 Member 4 Gene promoter polymorphism in young Turkish basketball players. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*, 1, 37-40.
- Ulucan, K., Bayyurt, G.M., Konuk,M., Güney, A.İ.** (2014b). Effect of alpha-actinin-3 gene on Turkish trained and untrained middle school children’s sprinting performance: a pilot study. *Biological Rhythm Research*, 45(4), 509- 514

- Ulucan, K., Sercan C., ve Bıyıklı, 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 1-74.
- Ulucan K.** (2016). Spor Genetiği Açısından Türk Sporcuların ACTN3 R577X Polimorfizm Literatür Özeti. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 6, 44-47.
- Yamak, B., Yüce M., Bağcı, H., İmamoğlu, O.** (2015). Association between Sport Performance and Alpha-Actinin-3 Gene R577X Polymorphism. *International Journal of Human Genetics*, 15: 13-9.
- Yang, N., MacArthur, D.G, Gulbin, J.P., Hahn, A.G., Beggs, A.H., Easteal, S., North, K.** (2003). ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance. *American Journal of Human Genetics*, 73, 627–631
- Zilberman-Schapira, G., Chen, J., Gerstein, M.** (2012). On sports and genes. *Recent Patents on DNA & Gene Sequences - Journals*,6, 180-188.