

Buz Hokeyi Sporcularında Force Plate ve G- Force Değerleri Şut Hızı ile İlişkili Midir? Are Force Plate and G-Force Values Associated with Shooting Speed in Ice Hockey Athletes?

Müslim Ertuğrul Kayışoğlu¹, İlyas Karakaş², Cengiz Akarçeşme³, *Emre Bağcı⁴, Kadir Keskin⁵

¹ Milli Savunma Üniversitesi, Milli Savunma ve Güvenlik Enstitüsü, ertugrul.kayisoglu@gmail.com, 0000-0003-4643-1730

² Milli Savunma Üniversitesi, Milli Savunma ve Güvenlik Enstitüsü, krksily@gmail.com, 0000-0002-4493-2032

³ Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, cengizakarcesme@gazi.edu.tr, 0000-0001-6231-0950

⁴ Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, ebagci@gazi.edu.tr, 0000-0002-0989-0412

⁵ Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, kadirkeskin94@gmail.com, 0000-0002-7458-7225

ÖZET

Bu çalışmada, buz hokeyi branşında sporcuların şut hızını etkileyen farklı performans bileşenlerinin branşa özgü atletik performans faktörleri ile arasındaki ilişkisini tespit etmek amaçlanmıştır. Sporcuların buz dışı kuvvet değerlerini ölçmek için sağlık topu atışları yapılmış, atışlardaki kuvvet değerleri force plate cihazı ile ölçülmüştür. İvmelenme değerleri ise kol bileğine bağlanan g-force cihazı ile tespit edilmiş ve sağlık topunun fırlatılma anı ile eşzamanlı olarak ölçülmüştür. Çalışmaya yaş ortalamaları 16,6 yıl, vücut ağırlığı ortalamaları 67,4 kg, boy uzunluğu ortalamaları 1,78 cm ve VKİ değerleri 21.58 olan, 2022-2023 sezonu buz hokeyi 1. liginde oynayan, Ankara ilinde ikamet eden, düzenli olarak haftada en az iki gün antrenman yapan ve en az 5 yıldır aktif olarak buz hokeyi oynayan 12 erkek buz hokeyi sporcusu katılmıştır. Toplanan verilerin çözümlenmesinde SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır. Buz üstü ve buz dışı performans değerleri arasındaki ilişkiyi incelemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Sonuçlar şut hızları ile farklı formlardaki sağlık topu atışlarından elde edilen kuvvet ve ivmelenme değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını göstermiştir. 1 kg'lık sağlık topunun ivmelenme (G-Force) değeri ile 2 kg'lık göğüsten atılan sağlık topunun kuvvet değerleri (Force Plate) arasında ($r=0,63$), sol ayak önde olarak atılan 3 kg'lık sağlık topunun kuvvet değeri ile 1 kg'lık sağlık topunun ivmelenme değerleri arasında pozitif yönlü orta düzeyde anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca farklı ağırlıktaki topların fırlatılma anındaki ivmelenme değerleri arasında da pozitif yönlü orta düzeyde ilişkiler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda ivmelenme (G-Force) değerleri ile kuvvet (Force Plate) değerleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Buz hokeyi, şut hızı, force plate, G- force.

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the relationship between different performance components affecting the shooting speed of ice hockey athletes and athletic performance factors specific to the sport. In order to measure the off-ice force values of the athletes, medicine ball throws were performed, and force values were measured with a force plate device. Acceleration values were determined with a g-force device worn on the wrist and measured simultaneously with the medicine ball throwing moment. Twelve male ice hockey athletes with an average age of 16.6 years, an average body weight of 67.4 kg, an average height of 1.78 cm and a BMI of 21.58, playing in the ice hockey 1st league in the 2022-2023 season, residing in Ankara province, training regularly at least two days a week and actively playing ice hockey for at least 5 years participated in the study. SPSS 20.0 package program was used to analyze the collected data. Correlation analysis was performed to examine the relationship between on-ice and off-ice performance values. The results showed that there was no significant correlation between shooting speeds and the force and acceleration values obtained from different forms of medicine ball throws. Between the acceleration (G-Force) value of the 1 kg medicine ball and the force values of the 2 kg medicine ball thrown from the chest (Force Plate) ($r=0.63$), between the force value of the 3 kg medicine ball thrown with the left foot in front and the acceleration values of the 1 kg medicine ball, a positive moderate significant relationship was found. In addition, positive and moderate relationships were also found between the acceleration values of the balls of different weights at the moment of throwing. In line with these results, it is understood that there are significant relationships between acceleration (G-Force) values and force (Force Plate) values.

Keywords: Ice hockey, shooting speed, force plate, G- force.

Citation: Kayışoğlu, M.E., Karakaş, İ., Akarçeşme, C., Bağcı, E. & Keskin, K. (2023). Buz Hokeyi Sporcularında Force Plate ve G- Force Değerleri Şut Hızı ile İlişkili Midir?. Herkes için Spor ve Rekreasyon Dergisi, 5 (2), 78-84.

Gönderme Tarihi/Received Date:
04.10.2023

Kabul Tarihi/Accepted Date:
28.12.2023

Yayınlanma Tarihi/Published Online:
30.12.2023

<https://doi.org/10.56639/jsar.1370052>

* Corresponding author:
ebagci@gazi.edu.tr

GİRİŞ

Buz hokeyi yüksek şiddetli aktivitelerin dinleme dönemleriyle bir araya geldiği hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerinin kullanılmasını gerektiren fiziksel olarak zorlayıcı bir takım spordur (Cox vd., 1995; Green vd., 1995; Spiering vd., 2003). Oyun sırasında yüksek güç çıkışı talepleri nedeniyle anaerobik performans gereklidir ancak vardiyalar arasındaki toparlanma için aerobik performans ihtiyacı vardır (Montgomery, 1988). Bu nedenle buz pateni performansı için her iki enerji sistemini de maksimize etmek çok önemlidir. Buz hokeyi; aralıklı bir spor olarak sınıflandırılır ve sınırsız devam eden oyuncu değişimleriyle karakterize edilir bu da buzda kayan tüm oyuncuların (kaleciler hariç) kısa süreli şiddetli vardiyalarla mücadele etmesini gerektirir. Ortalama bir vardiya 85.4 saniye sürer (bunun içinde 27.1 saniye duraksamalar ve 39.7 saniye sürekli oyun bulunur) ve oyuncu buzdan ayrılarak yaklaşık dört ila beş dakika dinlenir (Young vd., 2015; Green vd., 1976; Twist & Rhodes, 1993).

Son yirmi yılda buz hokeyi uluslararası alanda giderek daha popüler hale gelmiş ve şu anda 20 yaşın altındaki 900.000'den fazla oyuncuyla 75'ten fazla ülkeden yaklaşık 1,5 milyon kayıtlı sporcu tarafından oynanmaktadır (Robbins vd., 2020). Oyun sürekli olarak çevreyi gözlemleme, düşünme ve karar verme sürecidir ve bu süreç oyuncuların sahada sergilediği performansla anlaşılmaktadır. Oyuncular oyunu anlama, oyunu okuma ve kararlar verme yeteneğine sahip olmak zorundadır (Finnish ice hockey association, 2008). Buz hokeyinde oyuna uygun teknikleri değişen oyun durumlarında doğru şekilde kullanmak, hokeye özgü beceriler olarak tanımlanır (International ice hockey center, 2012). Teknik bileşenler belirli buz hokeyi becerilerini gerektirir. Paten hızı (Hoff vd., 2005) ve paten çevikliği (Novak vd., 2019) herhangi bir rekabetçi hokeyi sporcusunu üstün olması gereken en önemli becerilerden ikisidir. Şut çekme ve pas verme aynı zamanda oyuncuların beceri

gereksinimlerinin ayrılmaz bir parçasıdır ve bu nedenle oyuncuların mükemmelliğe giden gelişimlerinin ilk aşamalarında bunlara öncelik verilir (Young vd., 2015). Şut çekme, patenleme ve kontrol ile temel bir buz hokeyi becerisidir ve maç sonuçlarıyla doğrudan ilişkilidir (Pearsall vd., 2000). Buz hokeyinde etkili şutlar çekebilmek için oyuncuların şut hızını ve isabetliliğini en üst düzeye çıkarması gerekir (Robbins vd., 2020). Şut tekniği buz hokeyinde önemli bir unsur olup buz hokeyinde en yaygın kullanılan şut teknikleri “slap shot” ve “wrist shot” şutlardır. “Slap shot” şutu en yüksek puck hızlarını (33-36 m/s) üretirken, “wrist shot” şutları daha düşük pak hızları (20-28 m/s) üretir ancak genellikle “slap shot” şutlarına göre daha yüksek bir doğruluk oranı sağlar (Hannon vd., 2011; Worobets vd., 2006).

Hache'ye (2002) göre, ‘slap shot’ ta sopanın pak ile temas süresi çok kısa olduğundan doğru şut çekmek zordur. Öte yandan, ‘wrist shot’ ‘slap shot’ kadar yüksek pak hızı üretmez ancak daha uzun bıçak-pak temas süresi nedeniyle çok daha doğru şut atmayı sağlar. ‘Wrist-shot’ vuruşunda süpürme hareketinin uzunluğu genellikle 0.3-1.5 m arasında değişir. Emmert'in (1984) ve Pan ark.'nın (1998) çalışmalarına göre, ‘wrist shot’ ta pak salınım noktasında etkilenen kas grupları şunlardır: el bileği ekstansörleri ve fleksörleri, triceps brachii ve lattisimus dorsi. ‘Slap shot’ ta ise pak temas noktasında aynı kaslar etkilenir ve ek olarak pectoralis major, anterior deltoid ve biceps brachii aktive olur. Erkek buz hokeyi maçlarında çoğu gol, bu iki şut tekniği kullanılarak atılır (Saarinen vd., 2006). Çünkü slap shot ve wrist shot, buz hokeyinde en yaygın olarak kullanılan şut teknikleridir (Hache, 2015). Üst vücut güç çıkışı, atletik yetenek ve sportif performansın önemli bir yönüdür. Sonuç olarak deneysel temelli araştırma, kas gücünü geliştirmenin en etkili ve verimli yollarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bununla birlikte akut bir antrenman uyarısının veya uzun süreli antrenman programlarının kas gücünü geliştirmedeki etkinliğini belirlemek, kas gücünün kendisinin doğru ve geçerli ölçümlerini gerektirir. Ayrıca üst vücut güç çıkışı testleri, yetenek belirleme ve yorgunluk izleme amaçları için faydalı olabilir. Bu nedenle, üst vücut güç çıkışını değerlendirmenin güvenilir ve geçerli yöntemlerini belirlemek hem araştırmacılar hem de antrenörler için oldukça önemlidir.

Kuvvet platformları hem üst hem de alt vücut güç çıkışını değerlendirmek için etkili ve güvenilir araçlar olarak önerilmiştir. Araştırmaların çoğu, dikey sıçrama gibi egzersizler sırasında alt vücut güç çıktısının kuvvet-zamandan türetilmiş performans ölçümlerinin etkinliğini araştırmıştır. Özetle güç üretimini ölçmek için kuvvet platformu gibi araçlar kullanılmakta ve daha ekonomik ve zamandan tasarruflu olan alan testleri geliştirilmektedir. Genel olarak tam vücut patlayıcı gücünü değerlendiren bir alan testinin avantajlı olabileceği ifade edilmektedir (Cronin vd., 2004; Hori vd., 2009; Maulder & Cronin, 2005). Üst vücut kas gücünün atletik performansın önemli bir yönü olmasına rağmen az sayıda araştırma çalışması üst vücut güç çıktısını değerlendirmek için kuvvet platformları kullanmanın güvenilirliğini araştırmıştır (Hyrsmallis & Kidgell, 2001; Koch vd., 2012). Aynı zamanda elit ve elit olmayan sporcu gruplarında üst vücut güç çıktısının ölçümlerini değerlendirmek için kuvvet platformları kullanılan çalışma sayıları sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, kuvvet platformunda (Force plate) 1kg, 2kg ve 3 kg'lık sağlık topu atışlarında koldan alınan G-Force değerleri ve Force Plate cihazından alınan güç çıkışları ile buz hokeyi sporcularının sıklıkla kullandığı ‘Slap shot’ yukarıda şut (puck) hızı ve “Wrist shot” şut hızı arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Bu ilişkinin ne kadar güçlü olduğunun bilinmesinin, buz hokeyinde farklı materyallerle şut yeteneğini geliştirmek için daha etkili antrenman programları tasarlamaya yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırma Grubu: Çalışmaya yaş ortalamaları 16,6 yıl, vücut ağırlığı ortalamaları 67,4 kg, boy uzunluğu ortalamaları 1,78 cm olan ve VKİ değerleri 21.58 olan, 2022-2023 sezonu buz hokeyi 1. liginde oynayan, Ankara ilinde ikamet eden, düzenli olarak haftada en az iki gün antrenman yapan ve en az 5 yıldır aktif olarak buz hokeyi oynayan 12 erkek buz hokeyi sporcusu katılmıştır.

Araştırmada Kullanılan Testler ve Verilerin Toplanması: Katılımcılardan ölçümlerden en az 48 saat önce ağır egzersiz yapmaması ve performansı artırıcı ergojenik takviyeler alınmaması istenmiştir. Fiziksel ölçümler sabah saat 09.00-11.00 arasında yapılmıştır. Test oturumları birbirini izleyen iki gün boyunca gerçekleştirilmiştir. 1. gün: antropometrik ölçümler ve buz dışında kuvvet platformu ile performans testleri gerçekleştirilmiştir. 2. gün: buz üzerinde “slap shot” ve “wrist shot” şut hızı testleri gerçekleştirilmiştir. Testlere başlamadan önce yaklaşık 15 dakikadan oluşan standart bir ısınma programı uygulanmıştır. Isınma programı iki bölüme ayrılmıştır. İlk bölüm vücut ısısını yükseltmek amacıyla yapılan düşük yoğunluklu koşu sonrasında ise genel germe hareketleri yapılmıştır. İkinci bölüm olan özel ısınmada ise yapılacak egzersiz orta şiddette tekrar edilmiştir.

Antropometrik Testler: Katılımcıların vücut ağırlıkları, vücut yağ yüzdeleri, beden kütle indeksleri Plus Avis 333 (JawonMedical, South Korea) marka biyoelektrik impedans analizörü ile tespit edilmiştir. Boy uzunluğu Harpenden stadiometre (Holtain, U.K.) ile “cm” cinsinden ölçülmüştür. Ölçümlerde buz hokeyi sporcularından yalın ayakla ve ayaklar topuklardan bitişik durumda dik durmaları istenmiş ayrıca gözler ileriye bakarken derin bir inspirasyon sonrası nefeslerini tuttuklarında başın üzerinde en yüksek nokta 1 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Katılımcıların vücut ağırlıkları, vücut yağ oranları ve vücut kütle indeksleri belirlenirken yalnızca şort ve sporcu tişörtü ile ölçüme katılmışlardır. Katılımcılar cihazın üzerine çıktıktan sonra ilgili bilgisayara girilen verilerin ekrana gelmesiyle el elektrotları tutulmuş ve kollar iki yanda yaklaşık 30° açıktaki ve gergin pozisyonda iken yaklaşık 10 saniye boyunca ölçüm alınmıştır (Kiviniemi vd., 2007).

İvmes Force Plate: Force Plate, insan vücudu tarafından zemine uygulanan kuvvetleri ölçmek için kullanılan bir cihazdır. Eğitim programlarındaki gelişmelerle birlikte güç üretimini ölçmek için daha modern araçlar ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri en faydalı araçlardan biri olan kuvvet platformudur. Bu cihazlar bilgisayar ile entegre edildiğinde, belirli bir hareketin tüm kuvvet çıkış eğrisinin kaydedilmesine olanak sağlar. Kuvvet platformunun kullanımına ilişkin temel gereklilikler nedeniyle, daha az standart tahmin teknikleri, gücü daha ekonomik ve zamandan tasarruflu bir şekilde tahmin etmek için geliştirilmiştir. Bu alan testleri, çoklu

eklem hareketlerini bütünleştirmek için klasik kuvvet toplamı prensibini kullanmaya çalışır ve patlayıcı gücü ifade etmeye yöneliktir.

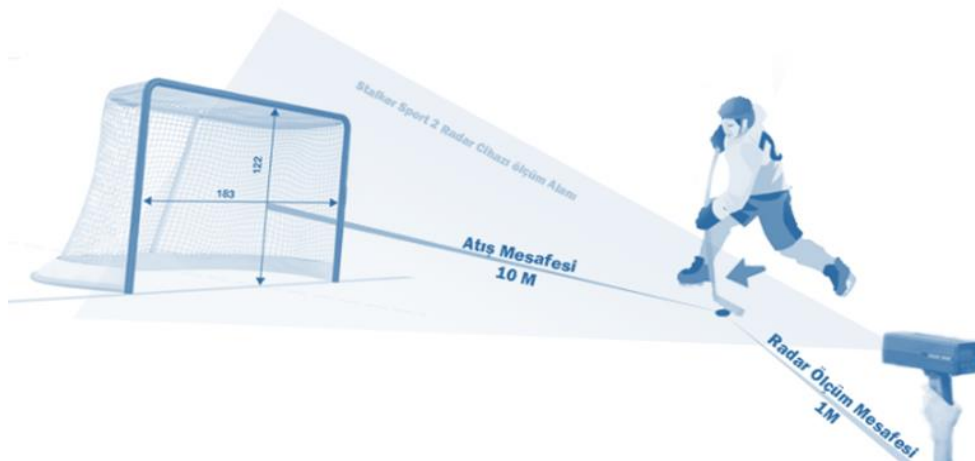


Resim 1. İvmes force plate

Katılımcıların sağlık topu atışları ile elde edilen güç çıkışları resim 1’ de gösterildiği gibi kuvvet platformu (İvmes Force plate 900kg’a kadar ± 0.25 N kuvvet çözünürlüğünde %150 maksimum yük kapasitesine sahiptir.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (ivmes.com). Buz hokeyi sporcuları tarafından sağ ayak önde, sol ayak önde ve göğüsten olmak üzere yapılan atışlar 1 kg, 2 kg ve 3 kg sağlık topları ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar ayakları omuz genişliğinde açık bir şekilde durdular ve önde olan ayaklarını atış yönüne doğru yerleştirdiler. Sağlık topunu bel seviyesinde tutarak üst ve alt vücutlarını yaklaşık 90°’lik bir hareket aralığında karşı hareket yönüne doğru döndürdüler ve ardından atış yönünde dönerek topu mümkün olduğunca hızlı bir şekilde beton duvara sabitlenmiş kuvvet platformuna fırlatmaya çalıştılar. Force Plate cihazı duvara 1.30 metre yüksekliğe konumlandırılmış ve derece ayarlı denge terazisi kullanılarak duvara sabitlenmiştir. Hedef, topu cihaza mümkün olduğunca hızlı bir şekilde atmaktır. Sporcular top atışını en uygun şekilde uygulayabilmek için 3 adet pratik tekrar atışı yaptıktan sonra 3 ardışık test denemesi gerçekleştirilmiştir. Her tekrar arasında yaklaşık 10 saniye dinlenme süresi verilmiştir ve en iyi değer kayıt altına alınmıştır. Atışlar cihazdan 1 metre uzaklıkta gerçekleştirilmiştir.

IVMES G-Force İvme Ölçer: Mems tabanlı olan bu sistem, ivmeölçer ve jiroskop sensörünü özel veri birleştirme algoritmalarıyla işleyen giyilebilir bir spor sensör teknolojisidir. Bu cihaz 16G’ye kadar 3 eksenli ivme ölçerler sayesinde hareket analizi (Sıçrama yüksekliği, ivmelenmeler vb.) parametrelerini hesaplayabilmektedir. Katılımcıların bileklerine bağlanan ivmeölçer bileklik ile buz hokeyi sporcularının G-Kuvveti değerleri sağlık toplarının fırlatılma anı ile eş zamanlı olarak ölçülmüştür.

Şut Hızı Ölçümleri: Katılımcıların şut hızı ölçümleri resim 2’ de gösterildiği gibi Stalker Sport 2 radar tabancası Applied Concepts Inc., Plano, TX ile kaydedilmiştir. Buz hokeyi sporcularının ısınmak üzere testten önce 10 adet şut çekmelerine izin verilmiştir. Her sporcu 5 adet “slap shot” ve 5 adet “Wrist shot” vuruşu gerçekleştirmiştir. Kaleye isabet etmeyen veya sporcunun kendisinden emin olmadığı şutlar değerlendirmeye alınmamıştır. Her şut atışından sonra 20 saniye dinlenme verilmiştir. “Slap shot” testi tamamlandıktan sonra buz hokeyi sporcularına “wrist shot” vuruşu testine geçmeden önce en az 3 dakika dinlenme süresi verilmiştir. Buz hokeyi sporcusunun sopasında herhangi bir hasar tespit edildiği takdirde (kırılma vb.) sporcunun yedek sopası ile tüm denemeleri tekrarlaması istenmiş ve bu çalışmada sopaların esnekliği dikkate alınmamıştır. Ek olarak çalışmada atışlarda sadece istenilen atış türünde sergilenen temel hareket serisinin hareket kinematiklerinin uygunluğu incelenmiştir. İzleyici antrenörler tarafından uygun görülmeyen bir hareket analizi serisi tespit edildiğinde atış tekrarlanmıştır. Sporcunun odaklanması gereken nokta kale olarak seçilmiş ve atışlar mesafe olarak bu noktaya 10 m uzaklıktan gerçekleştirilmiştir. Tüm şut atışları sabit bir pozisyonda müsabakada kullanılan tam ekipmanlarla gerçekleştirilmiştir. Denekten 1 metre uzaklıkta konumlandırılmış olan birincil araştırmacı tarafından yerden 1.3 metre yükseklikte konumlandırılmış bir radar tabancası (Stalker Pro II; Stalker Radar, Plano, TX) kullanılarak ölçülmüştür (Bezak & Pridal, 2017).



Resim 2. Şut hız ölçümü

BULGULAR

Tablo 1: Sporcuların boy, kilo, VKİ ve yaş değişkenlerine ilişkin değerler

	$\bar{x}\pm Ss$	Min.	Max.
Boy	1,78±0,08	1,60	1,90
Kilo	67,42±12,93	48	86
VKİ	21,58±2,94	18,10	25,90
Yaş	16,67±2,19	14	20

Tablo 1’de sporcuların tanımlayıcı değişkenlerine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Tablo incelendiğinde boy ortalamasının 1,78 m, kilo ortalamasının 67,42 kg, vücut kütle indeksi ortalamasının 21,58 ve yaş ortalamasının 16,67 yıl olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Force Plate ve G-force değerleri ile şut hızları arasındaki ilişki

			$\bar{x}\pm Ss$	Min.	Max.	Wrist shot	Slap shot
1 Kg	Force Plate (Kuvvet)	Sol Ayak Önde	74,42±25,79	27,00	110,00	0,76	0,24
		Sağ Ayak Önde	60,33±17,62	35,00	90,00	0,54	0,11
		Göğüsten	56,50±29,53	6,00	105,00	0,34	0,59
	G-Force (İvmelenme)	Sol Ayak Önde	8,35±3,17	2,50	14,70	0,39	0,89
		Sağ Ayak Önde	6,13±2,57	3,00	11,20	0,12	0,24
		Göğüsten	5,96±0,78	4,70	7,30	0,11	0,62
2 Kg	Force Plate (Kuvvet)	Sol Ayak Önde	117,58±42,31	18,00	180,00	0,77	0,76
		Sağ Ayak Önde	115,00±35,29	40,00	165,00	0,13	0,94
		Göğüsten	120,42±20,50	90,00	150,00	0,50	0,76
	G-Force (İvmelenme)	Sol Ayak Önde	7,79±2,93	3,50	14,70	0,97	0,47
		Sağ Ayak Önde	5,75±1,41	3,70	8,00	0,47	0,22
		Göğüsten	5,63±1,09	3,90	7,50	0,82	0,28
3 Kg	Force Plate (Kuvvet)	Sol Ayak Önde	167,50±37,87	125,00	250,00	0,73	0,61
		Sağ Ayak Önde	139,17±56,12	55,00	240,00	0,26	0,21
		Göğüsten	139,58±51,94	40,00	215,00	0,07	0,64
	G-Force (İvmelenme)	Sol Ayak Önde	7,20±3,40	3,50	15,20	0,58	0,52
		Sağ Ayak Önde	5,44±2,23	3,00	9,50	0,41	0,44
		Göğüsten	4,95±1,03	3,60	6,80	0,88	0,35
Wrist Shot			72,08±12,12	51,00	92,00		0,03* (0,63)
Slap Shot			71,67±8,48	56,00	90,00		

$p<0,01^{**}$ $p<0,05^{*}$

Tablo 2’de Kuvvet ve ivmelenme ortalamaları ile wrist shot ve slap shot arasındaki ilişkilere yer verilmiştir. Tablo incelendiğinde kuvvet ve ivmelenme değerleri ile şut hızı değerleri arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmazken wrist shot ile slap shot arasında ($r=0,63$) pozitif yönlü orta düzeyde ilişkiye rastlanmıştır.

Tablo 3. Force plate ve G-force değerleri arasındaki ilişki (Sol ayak önde)

		1 kg			2 kg			3 kg			
		n	r	p	n	r	p	n	r	p	
Force Plate (Kuvvet)	1 kg	Sol Ayak Önde	12	-0,33	0,30	12	-0,15	0,65	12	-0,02	0,96
		Sağ Ayak Önde	12	0,19	0,55	12	0,18	0,57	12	0,12	0,71
		Göğüsten	12	-0,04	0,91	12	0,33	0,30	12	0,42	0,18
	2 kg	Sol Ayak Önde	12	0,31	0,34	12	0,08	0,80	12	0,03	0,92
		Sağ Ayak Önde	12	0,18	0,58	12	0,13	0,68	12	0,18	0,58
		Göğüsten	12	0,63	0,03*	12	0,48	0,12	12	0,48	0,12
	3 kg	Sol Ayak Önde	12	0,63	0,03*	12	0,68	0,01*	12	0,66	0,02*
		Sağ Ayak Önde	12	0,34	0,28	12	0,37	0,24	12	0,40	0,20
		Göğüsten	12	0,28	0,38	12	0,35	0,26	12	0,52	0,09

$p<0,01^{**}$ $p<0,05^{*}$

Tablo 3’te sol ayak önde olarak atılan sağlık topunun Force Plate ve G-Force değerleri arasındaki ilişkilerine yer verilmiştir. Tablo incelendiğinde 1 kg’lık sağlık topunun ivmelenme (G-Force) değeri ile 2 kg’lık göğüsten atılan sağlık topunun kuvvet değerleri (Force Plate) arasında ($r=0,63$), 3 kg’lık sağlık topunun kuvvet değeri ile sol ayak önde olarak atılan 1 kg’lık sağlık topunun ivmelenme değerleri arasında pozitif yönlü orta düzeyde anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 4. Force plate ve G-force değerleri arasındaki ilişki (Sağ ayak önde)

		1 kg			2 kg			3 kg			
		n	r	p	n	r	p	n	r	p	
Force Plate (Kuvvet)	1 kg	Sol ayak önde	12	0,15	0,64	12	0,01	0,98	12	0,29	0,37
		Sağ ayak önde	12	0,61	0,03*	12	0,65	0,02*	12	0,33	0,29
		Göğüsten	12	0,67	0,02*	12	0,46	0,13	12	0,67	0,02*
	2 kg	Sol ayak önde	12	0,10	0,76	12	0,27	0,40	12	-0,06	0,86
		Sağ ayak önde	12	0,32	0,31	12	0,29	0,37	12	-0,23	0,47
		Göğüsten	12	0,55	0,07	12	0,65	0,02*	12	0,21	0,51
	3 kg	Sol ayak önde	12	0,47	0,12	12	0,33	0,30	12	0,06	0,86
		Sağ ayak önde	12	0,80	0,00**	12	0,88	0,00**	12	0,59	0,04*
		Göğüsten	12	0,67	0,02*	12	0,34	0,29	12	0,32	0,31

 $p < 0,01$ ** $p < 0,05$ *

Tablo 4'te sağdan atılan sağlık topunun Force Plate ve G-Force değerleri arasındaki ilişkilerine yer verilmiştir. Sağ ayak önde olarak yapılan atışlarda 1 kg'lık sağlık topunun kuvvet (Force Plate) değerleri incelendiğinde 1kg sağ ayak önde ve 1kg göğüsten yapılan atışlardaki ivmelenme (G-Force) değerleri ile 2kg sağ ayak önde ve 3kg göğüsten yapılan atışların ivmelenme (G-Force) değerleri arasında pozitif yönlü orta düzeyde ilişki tespit edilmiştir. 2 kg'lık sağlık topunun kuvvet (Force Plate) değerleri incelendiğinde 2 kg göğüsten yapılan atışlardaki ivmelenme değerleri ile pozitif yönlü orta düzeyde ilişki tespit edilmiştir. 3 kg'lık sağlık topunun sağ ayak önde olarak yapılan atışlarındaki kuvvet (Force Plate) değerleri ile 1,2 ve 3 kg lık ivmelenme (G-Force) değerleri arasında pozitif yönlü yüksek düzeyde ve göğüsten yapılan atıştaki 1 kg'lık sağlık topunun ivmelenme(G-Force) değeri arasında pozitif yönlü orta düzeyde ilişkiler tespit edilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Buz hokeyinde şut (puck) hızı; sopa yapısı, şut tekniği ve oyuncu becerisi dahil olmak üzere çeşitli faktörlerin bir kombinasyonudur (Smith, A., 2012). Önceki çalışmalar; kuvvet üretimi, biyomekanik hareket kalıpları ve kullanılan materyal yapısı, oyuncu becerisi, üst vücut kuvveti ve şut hızı arasında bir ilişki olduğunu göstermiş olsa da (Pan ve ark., 1998; Smith, A., 2012; Marino, W., 1998) yapılan literatür taramasında, sağlık topu fırlatma gibi basit bir antrenman modelinin, şut (puck) hızı ile spesifik-objektif ölçümler arasındaki ilişkisi henüz kurulmamıştır.

Çalışmamızda elde edilen bulgular incelendiğinde uygulanan şut hızları ile Force Plate cihazından alınan kuvvet değerleri ve G-Force cihazından alınan ivmelenme değerleri arasında anlamlı ilişkilere rastlanmamıştır. Schuhbeck ve ark. (2019) tarafından tüm vücut elektromiyostimülasyon antrenmanlarının farklı müsabaka durumundaki buz hokeyi sporcularında şut hızı, sıçrama yüksekliği ve sprint performansı arasındaki ilişkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada elektromiyostimülasyon antrenmanları ile şut (puck) hızı arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yapılan bu çalışmanın sonuçları ile çalışmamızın sonuçları benzerlik göstermektedir. Ancak literatür incelendiğinde farklı sonuçların olduğu da dikkat çekmektedir. Pan ve ark. (1998) buz hokeyi sporcularının yaptıkları altı haftalık bir üst vücut kuvvet antrenman programının şut hızına etkisini incelediği çalışmada üst vücut kuvvet antrenmanı ile wrist shot ve slap shot şut hızında önemli bir artış tespit etmişlerdir. Wu ve ark. (2003) tarafından Profesyonel ve amatör olarak buz hokeyi oynayan sporcuların slap-shot vuruşlarının analizi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda profesyonel sporcuların amatör sporculara göre vuruş esnasında üst vücut hareketinde anlamlı farklılıklar bulunmuş, şut tekniğinin ve vücut gücünün wrist shot ve slap shot şut (puck) hızını etkileyen kritik faktörler olduğu belirtilmiştir.

Şut (puck) hızı ile Force Plate cihazından alınan kuvvet değerleri ve G-Force cihazından alınan ivmelenme değerleri arasında anlamlı ilişkilere rastlanmamasına rağmen, Tablo 3 incelendiğinde 1 kg'lık sağlık topunun ivmelenme (G-Force) değeri ile 2 kg'lık göğüsten atılan sağlık topunun kuvvet değerleri (Force Plate) arasında ($r=0,63$), sol ayak önde olarak atılan 3 kg'lık sağlık topunun kuvvet değeri ile 1 kg'lık sağlık topunun ivmelenme değerleri arasında pozitif yönlü orta düzeyde anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Benzer şekilde Tablo 4 incelendiğinde farklı ve aynı kilolar arasında pozitif yönlü anlamlı ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda ivmelenme (G-Force) değerleri ile kuvvet (Force Plate) değerleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu anlaşılmaktadır.

Bu pilot çalışmanın verilerini yorumlarken dikkate alınması gereken sınırlamaları vardır. Korelasyonları tasvir ederken sonuçların gücünü etkileyen ve önemli unsurlardan bir tanesi olan örneklem sayısı küçüktür. Saha etkenlerine bakıldığında oyun içi bireysel performansı etkileyen sopa sertliği de sporcuların farklı ekonomik seviyelerinden dolayı göz önünde bulundurulmamıştır. Ayrıca sağlık topu atışlarında oyuncuların rotasyonel kinematikleri (dönüş çapı ve bunu etkileyen eklem hareket genişlikleri) sözel olarak her bir oyuncu için optimal seviyeye getirilmeye çalışılmış olsa da sporcuların eklem hareket genişliğindeki farklılıklar dikkate alınmamıştır. Bir sonraki çalışmada katılımcıların fonksiyonel hareket analizi (FMS) puanlarının dikkate alınmasının da bu tür rotasyonel hareketler ile güç ve ivmelenme belirlemeye yönelik başka bir çalışmaya netlik kazandıracağı düşünülmekle birlikte çalışma açık alanda yapıldığından, atılan sağlık topunun hava şartlarından etkilenip etkilenmediği dikkate alınmamıştır.

Sonuçlar, şut hızı ile farklı formlardaki sağlık topu atışları arasında bir ilişki bulunmadığını göstermiştir. Ancak bu araştırmanın elit düzeydeki buz hokeyi sporcularına uygulanması halinde sonuçların farklılık gösterebileceği söylenebilir. Bununla birlikte Tablo

2'de gösterildiği gibi anlamlı bir ilişki tespit edilmemesine rağmen şut hızlarının, ivmelenme değerleri ortalamalarının ve kuvvet değerleri ortalamalarının, aynı yaş grubundaki buz hokeyi takım sporcuları için iyi bir kesitsel temsil olduğu da söylenebilir.

Kaynaklar

- Bezak, J., & Pridal, V. (2017). Upper body streng and power are associated with shot speed in men's ice hockey. *Acta Gymnica*, 47 (2), 78-83.
- Cox, MH, Miles, DS, Verde, TJ, and Rhodes, EC. *Applied physiology of ice hockey*. Sports Med 19: 184–201, 1995.
- Cronin, J. B., Hing, R.D. & McNair, P. J. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18: 590-593. 2004.
- Emmert, W. (1984). The slap shot – strength and conditioning program for hockey at Boston college. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 6(2), 4–9.
- Finnish Ice Hockey Association. 2008. LOK 1-3 Lasten ohjaajan kurssi. Education material.
- Green, H., Bishop, P., Houston, M., McKillop, R. & Norman, R. (1976). Time motion and physiological assessments of ice hockey performance. *Journal of Applied Physiology*, 40(2), 159-163.
- Green, H., Cadefau, J, Cusso, R, Ball-Burnett, M, and Jamieson, G. Metabolic adaptations to short-term training are expressed early in submaximal exercise. *Can J Physiol Pharmacol* 73: 474–482, 1995.
- Haché, A. (2002). *The physics of hockey*. Baltimore, MD: John Hopkins University Press.
- Haché, A. (2015). *Slap shot science*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Hannon, A., Michaud-Paquette, Y., Pearsall, D. J., & Turcotte, R. A. (2011). Dynamic strain profile of the ice hockey stick: Comparisons of player calibre and stick shaft stiffness. *Sports Engineering*, 14, 57–65.
- Hoff, J.; Kemi, O.J.; Helgerud, J. Strength and endurance differences between elite and junior elite ice hockey players. The importance of allometric scaling. *Int. J. Sports Med*. 2005, 26, 537–541.
- Hori, N., Newton, R. U., Kawamori, N., McGuigan, M. R., Kraemer, W. J. & Nosaka, K. Reliability of performance measurements derived from ground reaction force data during countermovement jump and the influence of sampling frequency. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 23: 874-882. 2009.
- <http://www.iihce.fi/suomeksi/Harjoittelujapelaaminen/Lajitekniikatjaitaidot/tabid/222/language/fi-I/Default.aspx>, 20.03.2023
- <https://www.iihf.com/en/static/5324/survey-of-players>; 21.06.2022
- <https://www.ivmes.com/tr/urunler/force-plate>, 20.06.2022
- Hyrsonmallis, C. & Kidgell, D. Effect of Heavy Dynamic Resistive Exercise on Acute Upper-Body Power. *National Strength and Conditioning Association*. 15: 426-430. 2001.
- Kays, B., & Smith, L. (2014). Field measurements of ice hockey stick performance and player motion. *Procedia Engineering*, 72, 563–568
- Kiviniemi, A. M., Hautala, A. J., Kinnunen, H., ve Tulppo, M. P. (2007). Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *European journal of applied physiology*, 101(6), 743-751.
- Koch, J., Riemann, B. L. & Davies, G. J. Ground reaction force patterns in plyometric push-ups. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26: 2220-2227. 2012.
- Maulder, P. & Cronin, J. Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport*. 6: 74-82. 2005.
- Marino, W. G. (1998). Biomechanical investigations of performance characteristics of various types of ice hockey sticks. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Montgomery, D.L. *Physiology of ice hockey*. Sports Med. 1988, 5, 99–126.
- Montgomery, D.L., Nobes, K., Pearsall, D.J. & Turcotte, R.A. (2004) Task analysis (hitting, shooting, passing, and skating) of professional ice hockey players, in D.J. Persall & A.B. Ashare (Eds) *Safety in Ice Hockey*, ASTM STP 1446. 4th ed. American Society for Testing & Materials. West Conshohocken, PA, USA.
- Novák, D.; Lipinska, P.; Rocznik, R.; Spieszny, M.; Stastny, P. Off-ice agility provide motor transfer to on-ice skating performance and agility in adolescent ice hockey players. *J. Sports Sci. Med*. 2019, 18, 680.
- Pan, W. T., Campbell, D. C., Richards, J. G., Bartolozzi, A. R., Ciccotti, M. G., Snyder-Mackler, L., & Waninger, K. N. (1998). Effect of upper extremity strength training on puck speed in collegiate ice hockey players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(Suppl. 5), 35.
- Pearsall D., Turcotte R. Murphy S. D. *Biomechanics of ice hockey*. Exercise and Sport Science January. 2000. pp. 675–692.
- Robbins S. M., Renaud P. J., MacInnis N., Pearsall D. J.. The relationship between trunk rotation and shot speed when performing ice hockey wrist shots. *Journal of Sports Sciences*. 2020;00(00):1–9. doi: 10.1080/02640414.2020.1853336.
- Saarinen, M., Mensonen, J., & Small, D. (2006). Goal analysis. Retrieved from http://www.iihce.fi/DesktopModules/A_Repository/Download.ashx?id=27.
- Spiering, BA, Wilson, MH, Judelson, DA, and Rundell, KW. Evaluation of cardiovascular demands of game play and practice in women's ice hockey. *J Strength Cond Res* 17: 329–333, 2003.
- Smith, A. M. (2012). Effects of stick stiffness profiles on ice hockey slap shots. *Procedia Engineering*, 34, 140-145.
- Twist, P. & Rhodes, T. (1993). The bioenergetic and physiological demands of ice hockey. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15(5), 68-70.

-
- Woo, T.K. (2004) Three Dimensional Kinematic Analyses of the Stationary Ice Hockey Slap Shot: Elite versus Recreational. M. Sc. Thesis, McGill University, Montreal, Canada.
- Wu, T.-C., Pearsall, D., Hodges, A., Turcotte, R., Lefebvre, R., Montgomery, D., & Bateni, H. (2003). The performance of the ice hockey slap and wrist shots: the effects of stick construction and player skill. *Sports Engineering*, 6(1), 31–39. <https://doi.org/10.1007/bf02844158>
- Worobets, J. T., Fairbairn, J. C., & Stefanyshyn, D. J. (2006). The influence of shaft stiffness on potential energy and puck speed during wrist and slap shots in ice hockey. *Sports Engineering*, 9, 191-200.
- Young, W.B.; Dawson, B.; Henry, G.J. Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *Int. J. Sports Sci. Coach*. 2015, 10, 159–169.