

DOĞAL VE SENTETİK ÇİM ZEMİNLİ FUTBOL SAHALARININ DRENAJ TASARIMLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Kadir GEZİCİ *^{ID}
Hayrullah AĞAÇCIOĞLU **^{ID}
Erdal KESGİN **^{ID}

Alınma:05.10.2021; düzeltme:21.12.2021; kabul:21.01.2022

Öz: Futbol sahalarının dış etkilere açık olması, yağış-sıcaklık gibi çevresel faktörlerden etkilenmesine sebep olmaktadır. Yılın büyük kısmında müsabakalara ev sahipliği yapması, ulusal-uluslararası birçok organizasyona ve amatör düzeye kadar geniş çaplı kullanımı olması sebebiyle bu mühendislik yapısının drenaj özellikleri dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Futbol sahalarının zemini, doğal çim yüzeyli ve sentetik(suni) çim yüzeyli olmak üzere iki tür olarak inşa edilebilir. Özellikle son yıllarda geliştirilen, kalitesi daha da arttırılan 3.Nesil sentetik çim futbol sahalarının kullanım sıklığı artmıştır. Bu çalışmada suni çim futbol sahalarının doğal olanlara göre avantaj ve dezavantajları incelenmiş ve bu iki sistem drenaj özellikleri açısından karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Spor sahası, Drenaj, Doğal çim, Sentetik çim

Comparison of Natural and Artificial Turf Football Fields in terms of Drainage Properties

Abstract: Football fields are impacted by environmental factors such as precipitation and temperature since they are in touch with weather conditions. The drainage properties of this engineering structure should be carefully examined, since it hosts competitions in large periods of the year, and it is widely used in many national-international organizations and amateur level. Football fields may be created with either a natural grass surface or an artificial (synthetic) turf surface. Especially in recent years, the application of synthetic surface fields has increased, which has developed and continuously improved quality. In this study, the advantages and disadvantages of artificial turf football fields and natural ones were reviewed and these two systems were compared in terms of drainage properties.

Keywords: Sport field, Drainage, Natural turf, Artificial turf

* Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25240, Erzurum/Türkiye.

** Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Esenler, 34210, İstanbul/Türkiye.

İletişim Yazarı: Kadir Gezici (kadirgezici@atauni.edu.tr)

1. GİRİŐ

Ülkemiz ve tüm dünyada her yaş kategorisinden pek çok insanın ilgisini çeken ve katılımın en yüksek oranda olduğu spor, futbol olarak göze çarpmaktadır (Collignon ve diğ., 2011). Bu tip katılımın yoğun olduğu sahaların eriŐilebilir olmasının yanı sıra, katılımcıların yaralanma ve sakatlık gibi risklerinin önlenmesi, yılın her bölümünde oyuna elveriŐli halde tutulması ve uygun maliyet ile tasarlanması zorunlu gereklilikler arasındadır (SAPCA, 2010; Canaway ve diğ., 1990). Bu kapsamda saha yüzeylerinin dzgnlđđ (eşit seviyeli), top sıçramasının optimal olduğu, yaralanma risklerini ve yüzey aŐınmasını minimuma indirecek tasarımların belirlenmesi amacıyla literatürde birçok çalışma gerçekleŐtirilmiŐtir (James ve diğ., 2007a; James ve diğ., 2007b; McAuliffe, 2014; Magni ve diğ., 2003). Futbol sahalarının oyun yüzeyleri açık havayla temasta olması sebebiyle yağış ve sıcaklık deđiŐimlerinden oldukça etkilenirler. Liu ve diğ., (2009), Chou ve Lan (2012) küresel ısınmaya bağlı olarak yağış miktarlarında ve Őiddetlerinde artış olduğunu ve ekstrem değerlerde de benzer bir durumun gözlemlendiğini belirtmiştir. AŐırı yağış koŐullarında saha yüzeyinin de aşınması sonucu suyun sızma hızı azalmakta ve yüzeyde su birikintisi oluşmaktadır (Taylor ve diğ., 1993).

Yılın uzun bir dönemi boyunca ve bazen haftada birkaç kere müsabakalara ev sahipliği yapan bu yapının drenaj özelliklerini belirlemek, yaŐanabilecek finansal ve prestij kayıplarının önüne geçilmesi adına mühendislik açısından dikkatli bir tasarımı zorunlu kılmaktadır. Uluslararası müsabakalara ev sahipliği yapacak ve yılın büyük kısmında hizmet verecek bir saha ile alt yaş kategorilerinin ve amatör maçların oynanacağı sahaların tasarımının bir olması beklenemez. Her mühendislik yapısının tasarımında olduğu gibi spor sahalarının drenaj tasarımları da iŐlevsel ve ekonomik açıdan optimize edilmelidir. Mevcut futbol sahaları, doğal ve sentetik(suni) im sahalardan olmak üzere iki tip olarak tasarlanmaktadır. Doğal imli futbol sahaları yüzeydeki çimin sağlığına ve bakımına, toprağın türüne ve mukavemetine bağlı olan ve halen günümüzde daha sık kullanıma sahip saha türüdür (Sport England, 2011). Drenaj zellikleri bakımından; Boru Drenajı (BD), Askıda Su Tablası Drenajı (ASTD), Kum Oluk Drenajı (KOD) ve Yarık Drenajı (YD) gibi birçok farklı drenaj tasarımına sahiptir. Sentetik(Suni) im sahalardan ise 1960'lı yıllardan itibaren kullanılmaya baŐlanan çeŐitli dolgu ve sentetik malzeme ile hazırlanmıŐ, doğal yüzeyli sahalardan benzer özellikleri sürekli bir Şekilde geliŐen spor sahalarıdır (Ekstrand ve diğ., 2006). Bu çalışmada; sentetik çim yüzeyli futbol sahalarının günümüze kadar gelişimi ve drenaj özellikleri verilerek, doğal çim yüzeyli sahaların drenaj özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, spor sahalarının yüzeylerinin ve drenaj özelliklerinin günümüzdeki mevcut durumları irdelenerek, hem akademik hem de endüstriyel bir anlayıŐ sağlanması amaçlanmıŐtır.

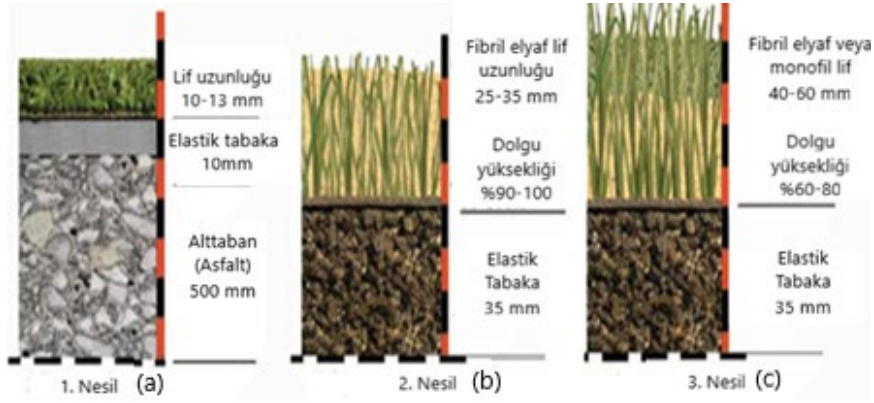
2. SENTETİK ÇİM YÜZEYLİ FUTBOL SAHALARI VE DRENAJ SİSTEMLERİ

Sentetik imli futbol sahaları, doğal sahalardan bir alternatif olarak 1960'lı yılların sonlarında kullanılmaya baŐlamıŐtır (Williams ve diğ., 2011). Birinci nesil sentetik sahalardan, beton üzerinde dolgu malzemesi ve st kısımda kısa çim lifli bir yüzeyden oluŐturulmuŐ (naylon liflerden oluŐan ve dolgu içermeyen) ve doğal çim yzeyelele kıyasla daha fazla sertlik, ısı tutma ve kayma sürtünmesine sahiptir (Stiles ve diğ., 2009) (Şekil 1a). Birinci nesil sentetik sahalardan, hava Őartlarının doğal çim alanı kullanılamaz hale getirdiği kiŐ aylarında oyunun oynanmasına izin vermek için İsv'te ilk kez 1975'te futbol için kullanılmıŐ ancak kısa süre sonra yaralanma sayısını arttırdığı ve biçiminde farklılıklar meydana getirdiği gözlemlenmiŐtir (Aoki ve diğ., 2010). Winterbottom (1985) Birinci nesil sentetik çim sahalardan topun sıçramasında, dönmesinde ve oyuncunun hareket kabiliyetinde doğal sahalardan nazaran farklılıkların meydana geldiğini ifade etmiştir. Bu sebeple 1980'lerin sonunda geliştirilen ikinci nesil sentetik çimler, daha uzun, daha kalın lifler (~25 mm), kum dolguları ve sertliği azaltmak için çimin altında bir kum taban ile karakterize edilmiştir (Steffen ve diğ., 2007) (Şekil 1b). Öte yandan düşük sürtünme yüzeyleri sebebiyle bu sahaların uygulamasından vazgeçilmiŐtir (Burgers ve diğ., 2014). Sentetik yüzeyli sahaların oyuncu hızlarını arttırdığını ve buna bağlı olarak çarpıŐma sonucu oluŐan darbelere bağlı

sakatlıkların arttığı ifade edilmiştir (Levy ve diğ., 1990; Stanitski ve diğ., 1974; Torg ve diğ., 1974). Futbol hem darbeler hem de oyun yüzeyiyle bağlantılı olarak sakatlıkların oluşabildiği yüksek riskli bir spor aktivitesi olarak tarif edilir (Backx ve diğ., 1991; Junge ve diğ., 2004; Waldén ve diğ., 2015) Bu sebeple araştırmacılar sentetik çimlerdeki yaralanma modelleri ve riskleri üzerine yürüttükleri çok sayıda çalışmalar sonucunda, birinci-ikinci nesil sentetik çimlerin sakatlık riskini büyük ölçüde olumsuz etkilediğini ve oyun kalitesini düşürdüğünü ifade etmişlerdir (Engelbretsen ve Kase, 1987; Renström ve diğ., 1977; Adkison ve diğ., 1974; Stevenson ve Anderson, 1981; Powell ve Schootman, 1992; Hagel ve diğ., 2003).

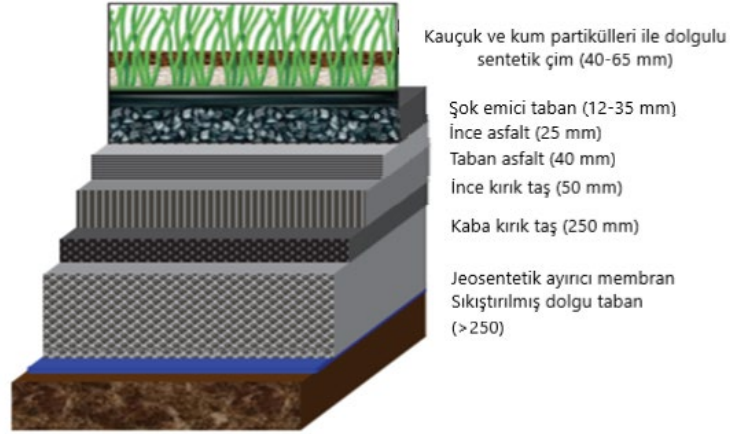
1990'ların ortalarında özellikle futbol sahaları için tasarlanmış, daha uzun lifli (50-60 mm), kum ve kauçuk dolgululu üçüncü nesil sentetik çimin, doğal çimin özelliklerini daha doğru bir şekilde taklit ettiği ifade edilmiştir (Theobald ve diğ., 2010; Fuller ve diğ., 2007; Lanzetti ve diğ., 2017) (Şekil 1c). Belirtilen bu sistemde gelişmelerin sürtünme yanıklarının azalttığı ve kullanılan kauçuk dolgunun, hem oyuncu düşmelerinden hem de zıplayan toptan gelen darbe enerjisini emmek için bir şok pedi görevi üstlendiği bildirilmiştir. Üçüncü nesil sentetik çim (kum ve kauçuk ilavesiyle), önceki uygulamalara kıyasla niteliksel bir ilerlemeyi temsil etmektedir (Foster, 2007; Burillo ve diğ., 2012). Üçüncü nesil sentetik çim sahaların özellikle saha yüzey özellikleri ve oyuncu sakatlık riskleri diğer nesil sahalara göre önemli ölçüde azalma gösterdiği ifade edilmektedir (Bocca ve diğ., 2009; Bjørneboe ve diğ., 2010; Dragoo ve Braun, 2010; Fuller ve diğ., 2010). Birinci-İkinci ve Üçüncü nesil sentetik çim sahaların tasarım ve malzeme özellikleri günümüze kadar geliştirilmiştir. Sentetik çim ile ilgili en önemli sorunlardan bir diğeri ise, özellikle yaz aylarında sıcak iklimlerde ısı ile ilgilidir ve nispeten yüksek yüzey ısı ile karakterize edilir (Waddington ve diğ., 1992; Petrass ve diğ., 2015; Claudio, 2008; Serensits ve diğ., 2011). Sahanın sulanması yoluyla, dolgu sistemlerinin yüzey sıcaklığının etkili bir şekilde azaltılabileceği, ancak bu durumun sadece bir süre için etkili olduğu gösterilmiştir (McNitt ve diğ., 2007). Bu durum müşteri memnuniyetsizliğine, performansın düşmesine ve ısıya bağlı yaralanmalara neden olma olasılığını arttırabilir (Edwards ve diğ., 2007; McGregor ve diğ., 1999). UEFA (Avrupa Futbol Federasyonları Birliği) ve FIFA (Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği) resmi turnuvalar için üçüncü nesil sentetik çim kullanımını kabul etmiştir (FIFA, 2005; UEFA, 2005).

Bir sentetik saha tasarımı iki kısımda incelenmektedir. Bunlar; temel ve yüzey tasarımıdır (Şekil 2). Yüzey tasarımı, sporun gerektirdiği koşullar dikkate alınarak performans gerekliliklerini öne çıkartan şok emici taban, kaplama ve dolgudan meydana gelen kısımdır. Temel tasarımı, tipik olarak 25 yıl olarak planlanan kullanım ömrü boyunca sabit ve düz kalacak şekilde tasarlanmalı, yeterli yapısal destek ve drenaj özelliklerini sağlamalıdır (Fleming ve diğ., 2016). Burada drenaj kanallarının kazılması ve borularının yerleştirilmesi, bir agrega alt taban katmanı (tipik olarak 300 mm veya daha fazla kalınlıkta) üzerine inşa edilmiş açık, derecelendirilmiş, gözenekli bir çakıl katmanından (tipik olarak 65 mm kalınlığında) oluşur (Simpson ve diğ., 2013). Günümüz futbol sahalarında kullanımı yaygınlaşan 3. nesil sentetik çim sahalarının doğal çim sahalara nazaran düşük maliyetli olması, daha fazla kullanım kapasitesine sahip olması ve drenaj özellikleri açısından bu iki saha tipinde önemli farklılıkların olmaması gibi unsurlar göz önünde bulundurulursa, 3. Nesil sentetik çim sahalarının kullanımının ilerleyen dönemlerde daha da artacağı açıktır (Ekstrand ve diğ., 2006).



Şekil 1:

Farklı malzeme ve uzunluklara sahip olan; (a) 1. Nesil, (b) 2. Nesil, (c) 3. Nesil sentetik çim sahalar (Burgers ve diğ., 2014)

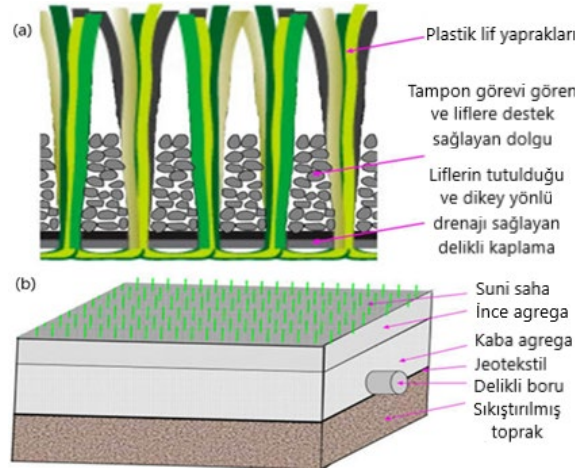


Şekil 2:

Futbol için tasarlanmış tipik bir uzun lif dolgulu (3.Nesil) saha için tipik inşaat profiline kesiti, katmanları ve tipik kalınlıkları (Fleming, 2011)

Sentetik imli spor sahası drenaj tasarımı yüzey ve taban olmak üzere iki ana unsurdan meydana gelmektedir (Şekil 3). Yüzey tasarımında önemli bir nokta, yüzeyin suyu geçirgenliği ve drenajı sağlamasıdır. im yüzey boyunca sızan suyu uzaklaştıracak verimli ve etkili bir yeraltı drenaj sistemi, sentetik bir çim sisteminin ayrılmaz bir tasarım ögesidir (STF, 2017). Kaplama altlığı genellikle liflerin sabitlenmesine yardımcı olmak ve suyun sistem boyunca düşey olarak aşağı doğru sızmasını sağlamak için, çapı 5 ile 10 mm arasında olan ve yaklaşık 100-200 mm aralıklı delikler olan bir lateks kaplamaya sahiptir (Simpson ve diğ., 2013). im ve drenaj sisteminin su akışına ayak uyduramadığı aşırı yağmur esnasında bir miktar yüzey akışı sağlamak için sentetik çim sisteminde yüzeyin eğimlendirilmesi gerekli olabilir ancak durum ne olursa olsun, yüzey drenajında temel kural, akış mesafesini minimuma indirmek ve yzeeye minimum eğim vermektir (STF, 2017). Victoria Eyalet Hkmeti (2011) Suyun yüzeyden minimum 100 mm/saat hızla bir drenaj katmanına ulaşacak bir sistemin gerektiğini ifade etmiştir. Bununla birlikte, çok hızlı drenaj optimal değildir çünkü elektrostatik yüklerin azalması, kayma davranışının iyileştirilmesi açısından belirli bir miktar nemin mümkün olduğu kadar uzun süre lif tabakasında tutulması avantajlıdır (Kolitzus, 2007). Taban tasarımında ise yeraltı drenaj sistemi, 10-15 m lik merkezlerde saha boyunca çapraz olarak uzanan ve evre drenajına (genellikle 150

mm çapında) bağlanan 100 mm çapında delikli (perfore) borulardan oluşur (SAPCA, 2009). İstenilen drenaj dengesini sağlamak için tabanda uygun granülometrik dağılım ve partikül şekli ve boyutuna sahip malzeme seçilmesine özen gösterilmelidir. Taban; benzer boyutta, suyun depolanmasını veya akışını engelleyebilecek siltlerden ve ince tanelerden arındırılmış olmalı ve yağmur suyunun, hem dikey hem de yanal akışına izin verecek yeterli boşlu yüzeyine sahip olmalıdır (STF, 2017). Geo-kumaşlar, ince parçacıkların bir taş tabakasından daha kaba bir altta yatan tabakaya iletilmesini önlemek için yaygın olarak kullanılır. İki tabakayı ayırmak için hareket ettiğinden dolayı, suyun bir tabakadan diğerine hareket etmesine izin veren bir filtre olarak da hareket etmesi gerektiğini belirtmek gereklidir. Gözenekli asfalt ve düşük ince taneli alt temel gibi yüksek boşluklu malzemeler kullanan sahaların drenaj tasarımının, prensipte su akışına düşük bir direnç sağladığı açıktır (Simpson, 2013). Bu sebeple drene edilen suyun altta yatan drenaj borularına daha fazla ulaşması sağlanır.



Şekil 3:

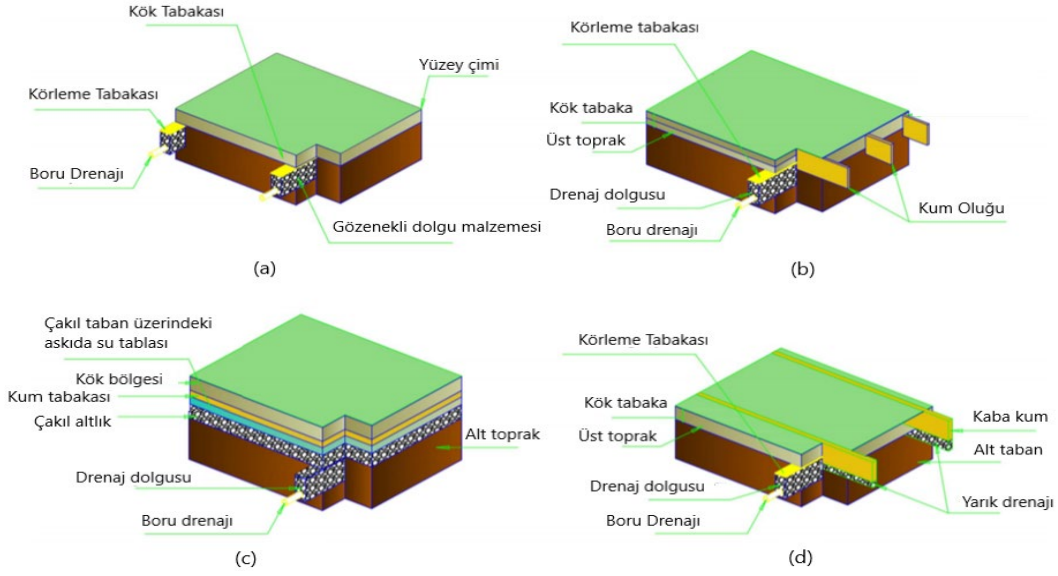
Tipik bir sentetik çim sahanın yapısının şematik gösterimleri: (a) sentetik çimin ana bileşenleri ve (b) yerleşik drenaj sistemi (Cheng ve diğ., 2014).

3. DOĞAL ÇİM YÜZEYLİ FUTBOL SAHALAR VE DRENAJ SİSTEMLERİ

Doğal çim sahalarda kullanım sıklığı ve kabul görme açısından sentetik çim sahalara nazaran çok daha etkilidir. Doğal çim yüzeysel sahaların drenaj sistemleri tasarlanırken bölgenin mevcut iklim koşulları, zemin türü, yağış şiddeti, sahanın kullanım sıklığı gibi önemli parametreleri göz önünde bulundurmak gerekir (Sport England, 2011; Dixon ve diğ., 2015; Kowalik ve Rajda, 2014). Kesgin ve diğ., (2018) yağış hiyetografının drenaj çıkışı üzerinde etkin olduğunu ve daha kısa zaman aralıklı şiddetli yağışlar sırasında drenaj hidrografının pik değerinde yükselme olduğunu ifade etmişlerdir. Literatürde doğal çim yüzeylerinde kullanılan dört farklı drenaj sistemi önerilmektedir. Bunlar; Boru drenajı, askıda su tablası drenajı, kum oluk drenajı ve yarık drenajıdır (Şekil 4). Adams (1986) drenaj sistemlerinin yüksek geçirgen malzeme ile kurulması halinde başarılı olacağını ancak yüzey aşınmalarının sızma hızını engelleyeceğini, bu sebeple saha yüzeyinin sürekli bir bakıma ihtiyaç duyduğunu ifade etmiştir.

Boru drenajı sistemi, geçmişte yaygın olarak kullanılan ancak günümüzde nispeten diğer sistemlere nazaran özellikle kil içeriği yüksek olan düşük geçirimli alanlarda yavaş drenaj özelliği nedeniyle tercih edilmemektedir (Canaway, 1994). Sistem, tabanda bulunan 15-20 cm yüksekliğinde bir çakıl malzemesi üzerine 5 cm lik bir sandviç (körleme, orta) tabakası ve en üst kısımda 20-25 cm yüksekliğinde de kök tabakası (kök gelişim ortamı) ile oluşturulur (Şekil 4a). Sandviç tabakası bir tampon görevi görerek üst kısımdaki kök tabakasından ince taneli

malzemenin çakıl tabakasına geçmesini engellemek için genellikle 5 cm yüksekliğinde serilmiş kum tabakasıdır. Kesgin ve diğ. (2020a) sandviç tabakasının düşük şiddetli yağışlarda drenajı etkilemediğini ancak yüksek şiddetli yağışlarda sandviç tabakasının olmadığı durumlarda daha büyük çıkış debisi görüldüğünü ifade etmiştir. Kök bölge tabakası, saha yüzeyinde su birikmesini önlemek, sızma hızlarını artırmak, hava-su dengesini korumak ve yüzey stabilizesini sağlamak için yaklaşık olarak %90 kum ve %10 silt, kil ve organik malzemeden oluşur (Taylor ve Blake, 1979; Baker, 1989). Askıda Su Tablası Drenajı, tabandan yüzeye kadar sırasıyla çakıl, kum ve kök tabakalarının 15 cm yüksekliğinde yerleştirilmesinden meydana gelen, çok yüksek kum içerikli bir sistem olması sebebiyle yüksek maliyetlere sahip olan ancak drenaj hızı ve kapasitesi açısından yüksek verimliliği olan, günümüz elit spor sahalarında sıkça kullanılan bir drenaj sistemidir (Baker, 2003; Gezici ve diğ., 2021) (Şekil 4c). Askıda su tablası drenajı, yüksek sızma hızları ile karakterize edildiği için, kök tabakasındaki tutulan su miktarını azaltmakta ve bu durum yüzeydeki çim bitkisinin sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sebeple ASTD sistemi uygulanan sahalar için kök bölgesinin su muhtevasını arttırması amacıyla verimli bir sulama sisteminin kurulması oldukça önemlidir (Sport England, 2011). Sahanın kurulacağı alanın düşük sızma hızları ve yüksek su tutma kapasiteleriyle karakterize edilen çok yüksek kil içeriklerine sahip olması durumunda, bu toprağın kaldırılıp yerine kum içeriği yüksek olan sistemler kurmak yüksek maliyetli ve zahmetli bir iştir (James et al., 2007a). Bu sebeple literatürde ikinci sistemler olarak ifade edilen Kum Oluk Drenajı ve Yarık Drenajı sistemleri kurulabilir. Burada amaç, yüzeyden çakıl tabakasına kadar belirli aralıklarla kazılmış ince olukların yüksek su geçirgenliğine sahip malzemeler (çakıl-kum) ile doldurularak, hem kullanılan malzemeden tasarruf hem de yüzeyden çakıl tabakasına kadar hızlı iletkenliğe sahip bir yol oluşturmaktır (Gezici, 2021). Kum Oluk Drenajı, yaklaşık 25 cm aralıklarla yerleştirilmiş, 2-5 cm genişliğine ve 15-20 cm yüksekliğindeki olukların kum malzemeyle doldurulmasından oluşur (Şekil 4b). Yarık Drenaj Sistemi ise yaklaşık 5 cm genişliğinde 25-30 santimetre yüksekliğinde kazılan yarıkların sırasıyla çakıl ve kum tabakasıyla yüzeye kadar getirilmesiyle oluşur (Şekil 4d). Kesgin ve diğ. (2020b) drenaj tabakasının yüksekliğinin arttırılmasıyla beraber tahliye sürelerinde gecikmelerin meydana geldiğini, ani ve şiddetli yağışlarda bu durumun olumsuzluk yaratabileceğini ifade etmişlerdir. Gezici ve diğ. (2021) ve Kesgin (2021) yaptıkları deneysel çalışma sonucunda ikincil drenaj sistemlerinde, drenajın başlama süresinin BD ve ASTD sistemlerine nazaran önemli ölçüde erken gerçekleştiği ve bu nedenle ani ve şiddetli yağışlar sırasında saha yüzeyinde meydana gelebilecek birikintileri önlemede etkili olabileceğini ifade etmişlerdir.

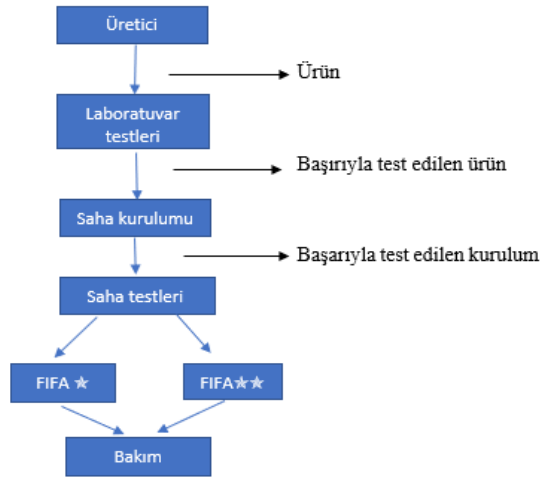


Şekil 4:

Doğal yüzeyli spor sahalarında drenaj teknikleri: (a) Boru drenajı, (b) Kum oluk drenajı, (c) Askıda su tablası drenajı, (d) Yarık drenajı (Gezici ve diğ., 2021)

4. SENTETİK FUTBOL SAHALARINA YÖNELİK FIFA KRİTERLERİ

Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği (FIFA) özellikle ekstrem iklim koşullarının hakim olduğu ve ekonomik açıdan daha az kaynağa sahip bölgeler için 3.Nesil sentetik çim sahaların doğal çim yüzeylerinin yerini tutabileceğini ifade etmiştir (FIFA, 2007). Ancak kurulacak bu sahaların onay prosedürlerinin ve saha kullanımına uygun özelliklerinin olması zorunludur (Bartlett ve diğ., 2009). Böylece, oyun gereksinimleri, oyuncunun sağlığı, seyir zevki ve kullanım kalitesi gereklilikleri sağlanmış olur. Uluslararası ölçekte yönetim organizasyonu olan FIFA , “Sunı Çim için FIFA Kalite Konsepti” ve “Sunı Çim için FIFA Kalite Programı” gibi kalite standartlarını belirli aralıklarla yayınlamıştır (FIFA, 2009a; FIFA, 2009b; FIFA, 2015; FIFA, 2021a). FIFA, tasarlanacak sentetik çim sahanın kullanım onayı alması açısından gösterilen şemayı izlemektedir (Şekil 5). Gerekli standart testleri geçen sahalar, FIFA kalite (1 yıldız) ve FIFA üst kalite (2 yıldız) işareti ile tanımlanmaktadır.



Şekil 5:

Sunı çimli futbol sahaları için sertifika prosedürü (FIFA, 2015)

3.Nesil çim sahalarının 1990’lı yıllardan sonra hızlı artışı ve doğal çim yüzeyli sahalarla oldukça benzer özelliklere sahip olmasından dolayı birçok üretim firması sürekli test ve inovasyon çalışmalarıyla ürünü geliştirme çabasına girişmiştir (Sterzing, 2013). Üretici sayısındaki artış hem malzeme özellik ve kalitesinde hem de kurulum aşamasında farklılıkların ortaya çıkmasına yol açabilir. Bu sebeple FIFA, 2009 yılında sadece üretilen malzemeler için değil aynı zamanda sahanın kurulum sürecinde de yüksek kaliteye ulaşmak için “FIFA’nın Tercih Ettiği Üreticiler” girişimini başlatmıştır. Futbol sahalarının laboratuvar ve alan testlerinin bir standart ile değerlendirilmesi açısından incelemeler FIFA tarafından resmen tanınmış test enstitüleri tarafından yapılmaktadır ve bu kurumlar FIFA test kılavuzlarına hâkim uzman ekiplerden oluşmaktadır (FIFA, 2021a). Tek yıldızlı sahalar halk düzeyinde sahalar, alt yaş kategorileri ve eğlence amaçlı kullanılan sahalar iken çift yıldızlı sahalar profesyonel maçların oynandığı en yüksek kaliteli sahalardır.

Tablo 1. Laboratuvar test gereklilikleri (FIFA, 2009a)

Test Ölçümü	FIFA test metodu	Test Koşulları			Gereklilikler	
		Hazırlık	Sıcaklık	Durum	FIFA ★★	FIFA ★
Dikey top sıçraması	FIFA 01 & FIFA 09	Ön koşul	23°C	Kuru	0,60-0,85 m	0,60-1 m
				Islak		
Açılı top sıçraması	FIFA 02	Ön koşul	23°C	Kuru	%45-60	%45-70
				Islak	%45-80	
Top yuvarlanması	FIFA 03	Ön koşul	23°C	Kuru	4-8 m	4-10m
				Islak		
Dikey Deformasyon	FIFA 05 & FIFA 09	Ön koşul	23°C	Kuru	4-8 mm	4-9 mm
				Islak		
Yuvarlanma direnci	FIFA 06 & FIFA 09	Ön koşul	23°C	Kuru	30-45 Nm	25-50 Nm
				Islak		
Cilt/Yüzey Sürtünmesi	FIFA 08	Ön koşul	23°C	Kuru	0,35-0,75 µ	0,35-0,75 µ
Krampon yavaşlama değeri	FIFA 07	Ön koşul	23°C	Kuru	3-5,5g(ivme)	3-6g(ivme)
				Islak		
Krampon kayma değeri	FIFA 07	Ön koşul	23°C	Kuru	130-210	120-220
				Islak		
Yüzey aşınması	FIFA 08	Ön koşul	23°C	Kuru	±%30	±%30
Şok emilimi	FIFA 04 (1. etki)	-	-5°C	Donmuş	%60-70	%55-70
	FIFA 04 & FIFA 09	Ön koşul	23°C	Kuru	%60-70	%55-70
Islak						

Sentetik futbol çiminin FIFA kriterlerini sağlaması için ilk kez laboratuvarında test edilirken dikey yönlü top sekmesi, açılı top sekmesi, şok emicilik, dikey deformasyon, cilt/yüzey sürtünmesi, ısı belirleme, dolgu sıçraması gibi temel özellikler dışında sahanın malzeme özellikleri (suni çim, stabilize edici dolgu, şok emici taban, alt tabanlar vb.) de test edilir. Laboratuvar testlerini başarı ile geçen sentetik çimler, ikinci kez olarak saha testlerine tabii tutulur. Benzer parametrelerin uygun test metotlarıyla tetkik edilmesi sonucu yeterliliği sağlayan sahaların kullanımına onay verilir. Tablo 1 ve Tablo 2’de sırasıyla laboratuvar ve sahada gerekli test tipleri, metodu ve koşulları verilmiş, detaylı bilgi FIFA (2009a, 2009b, FIFA, 2015) raporlarında sunulmuştur.

Tablo 2. Saha test gereklilikleri (FIFA, 2009a)

Karakteristik	Test Metodu	Gereklilikler			
		FIFA ★★		FIFA ★	
Dikey top sıçraması	FIFA 01	60-85 cm		60-100 cm	
Açılı top sıçraması	FIFA 02	Kuru Alan	%45-60	Uygulanmaz	
		Islak Alan	%45-80		
Top yuvarlanması	FIFA 03	Başlangıç değerlendirmesi	4-8m	Başlangıç değerlendirmesi	4-10 m
		12 aylık oyun süresi sonunda yeniden test	4-10m	12 aylık oyun süresi sonunda yeniden test	4-12 m
Dikey Deformasyon	FIFA 05	4-8 mm		4-9 mm	
Yuvarlanma direnci	FIFA 06	30-45 Nm		25-50 Nm	
Krampon yavaşlama değeri	FIFA 07	3-5,5g (ivme)		Uygulanmaz	
Krampon kayma değeri	FIFA 08	130-120		Uygulanmaz	
Şok emilimi	FIFA 04	%60-70		%55-70	
Yüzey düzgünlüğü	EN 13036 3M Çizgililik	<10mm		<10mm	

Kurulumu yapılan ve testlerden başarıyla geçen sahaların sürekli bakımı en az tasarım ve kurulum süreci kadar kritiktir (James, 2015; Fleming ve diğ., 2020; Fleming ve diğ., 2015; Sharma ve diğ., 2016; O’Leary ve diğ., 2020). Bakım süreçleri yüzeyin fırçalanması, dolgu seviyesinin korunması, yüzeyin temizliği, sulama ve yabancı otlardan uzaklaştırma gibi uygulamalardır (FIFA, 2015). Düzenli bakım yapılamayan sahalarda eşit olmayan bir oyun yüzeyi, dolgu birikmesi, sürtünme ve deri yanıklarında artış, topun sıçrama ve hareketi gibi hem oyuncu hem de oyun üzerinde ciddi olumsuzluklara neden olabilir.

5. SONUÇ

Doğal çimden farklı olarak, sentetik çim yağmur suyunu emmez, sadece yüzeyden belirli aralıklardaki deliklerden alarak alt tabana iletirler. Bu sebeple saha yüzeyinde bulunan deliklerin çapı ve yerleştirilme sıklığı drenaj kapasitesini etkileyen önemli bir parametredir. Ayrıca yağış sularının deliklere hızla iletimi için saha yüzeyinin eğimini dikkatle seçmek gereklidir. Doğal çim yüzeylerde ise yağış suları yüzeyden emilir, bu nedenle saha yüzeyinin aşınması kontrol altına alınmalıdır aksi takdirde yüzeyde su birikintileri meydana gelecektir. Ayrıca suyun emilim kapasitesi ve sızma miktarını arttırmak amacıyla yüksek geçirgenliğe sahip malzemeler ile sistem tasarımı oldukça önemlidir.

Gözenekli asfalt ve düşük ince alt taban gibi yüksek boşluklu malzemeleri kullanan sentetik sahaların drenaj tasarımının prensipte su akışına (topraklara veya yoğun sıkıştırılmış iyi dereceli agregalara göre) düşük bir direnç sağladığı ifade edilebilir. Drenaj tasarımlarını karşılaştırırken, doğal saha drenajının, sentetik sahaların gözenekli alt temeline kıyasla çok özel dikey drenaj bağlantı yollarını, yarıkları ve organik malzemeleri içerdiği açıktır. Bu durumda doğal saha drenajlarında, yağış suları drenaj borularına ulaşana kadar daha yüksek enerji kayıplarına neden olur ve su tutma miktarı artar. Sentetik çimlerin dolgu yapıları, yüzey akışı ile drenaj için özellikle iyi adapte edilmemiştir. Dolgunun gevşek yapısı ile şiddetli yağışlarda yüzey akışı dolgunun yerini değiştirebilir ve oyun yüzeyinde dengesizlikler meydana gelebilir iken bu durum doğal yüzeyli drenaj sistemlerinde görülmemektedir. Bu bağlamda yüzey eğimlendirilmesinin sentetik çimli sahalarda çok kritik olduğunu ve drenajın yüzey akışından çok daha büyük ölçüde sızma yoluyla gerçekleşmesi gerektiği ifade edilebilir. Bu sebeplerden dolayı doğal sahalara nazaran yüzey akış mesafeleri minimuma indirilmelidir. Sentetik sahalarda sızan suyun yatay olarak yayılım potansiyelinin daha büyük olması sebebiyle, yatay drenaj boruları doğal sahalara kıyasla daha geniş aralıklarla yerleştirilir ve bu durum ekonomik anlamda oldukça faydalı olabilir. (Sport England, 2011) ve (STV, 2011) Doğal çim sahalarda farklı drenaj türüne bağlı 3-10 m olarak belirtilen drenaj aralıklarının, yapay sahalarda için ise de genellikle 5-15 m olarak belirtmiştir.

İki tür spor sahası da alt tabanlarda yüksek boşluk oranlarına sahip malzemeler ile düzenlendiği için şiddetli yağışlar sırasında büyük miktarlarda su depolama kapasitesine sahiptirler. İki saha türü içinde dikkat edilmesi gereken önemli bir husus ise bir miktar suyun tahliye edilmeden tutulmasıdır. Bu durum doğal yüzeyli sahalarda için çim bitkisinin gelişimi ve sağlıklı kalabilmesi açısından gerekli iken sentetik yüzeyli sahalarda için elektrostatik yüklerin azalması, kayma davranışının iyileştirilmesi açısından gereklidir. Doğal çim ile üçüncü nesil sentetik çimi karşılaştıran çalışmalar, her iki yüzeyin de yaralanma oranı ve mekanik davranışında önemli bir farklılık göstermediğini ifade etmişlerdir. Ancak sentetik çimlerdeki yüzey ısısının nispeten fazla olması durumu dikkate alınarak sıklıkla saha sulama çalışması ve sulama sistemi kurulumu kritiktir. Detaylı tasarım ve uygun inşaa, gerekli ve düzenli bakım prosedürlerinin yerine getirildiği doğal çimli yüzeyler ile 3. nesil sentetik çim sahalarının drenaj açısından oldukça başarılı olduğu ve aralarında önemli bir fark bulunmadığı ifade edilebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

YAZAR KATKISI

Kadir GEZİCİ: Yazar, metodoloji, görselleştirme, araştırma. **Hayrullah AĞAÇCIOĞLU:** Biçimsel Analiz, denetleme, kontrol, doğrulama, metodoloji. **Erdal KESGİN:** Kontrol, metodoloji, doğrulama, görselleştirme.

KAYNAKLAR

1. Adams, W. A. (1986) Practical aspects of sports field drainage, *Soil Use Manage*, 2 (2): 51–54. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1986.tb00679.x>.
2. Adkison, J.W., Requa, R.K. ve Garrick, J.G. (1974) Injury rates in high school football: a comparison of synthetic surfaces and grass fields. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 99, 131-136. PMID:4825706.
3. Aoki, H., Kohno, T., Fujiya, H., Kato, H., Yatabe, K., Morikawa, T. ve Seki, J. (2010) Incidence of injury among adolescent soccer players: a comparative study of artificial and natural grass turfs. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(1), 1-7. doi: 10.1097/JSM.0b013e3181c967cd
4. Backx, F. J., Beijer, H. J., Bol, E. ve Erich, W. B. (1991) Injuries in high-risk persons and high-risk sports: a longitudinal study of 1818 school children, *The American Journal of Sports Medicine*, 19(2), 124-130. doi: 10.1177/036354659101900206
5. Baker, S. W. (2003) Construction methods for public sector and professional sports pitches: A review, *In I International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields*, 661, 27-37. doi: 10.17660/ActaHortic.2004.661.1
6. Baker, S. W. (1989) Soil physical conditions of the root zone layer and the performance of winter games' pitches, *Soil Use Manage*, 5 (3), 116–122. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1989.tb00771.x>.
7. Bartlett, M.D., James, I.T., Ford, M. ve Jennings-Temple, M. (2009) Testing natural turf sports surfaces: the value of performance quality standards, *Proc. IMechE. Part P: J. Sports Eng. and Tech*, 223(1), 21- 29. doi: <https://doi.org/10.1243/17543371JSET24>
8. Bjørneboe, J., Bah, R. ve Andersen, T.E. (2010) Risk of injury on thirdgeneration artificial turf in Norwegian professional football, *Brit. J. Sports Med.*, 44(11), 794-798. doi: 10.1136/bjism.2010.073783
9. Bocca, B., Forte, G., Petrucci, F., Cosntantini, S. ve Izzo, P. (2009) Metals contained and leached from rubber granulates used in synthetic turf areas, *Sci. Total Environ.*, 407(7), 2183-2190. doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.12.026
10. Burgers, R., van der Heide, I. E. ve Zeng, X. (2014) A study on improving the comfort of artificial grass in sports, *University of twente*, 4-5. doi : 10.13140/RG.2.1.3969.2963
11. Burillo, P., Gallardo, L., Felipe, J. L. ve Gallardo, A. M. (2012), Mechanical assessment of artificial turf football pitches: the consequences of no quality certification, *Scientific Research and Essays*, 7(28), 2457-2465. doi: <https://doi.org/10.5897/SRE11.1454>
12. Canaway, P. M. (1994). Maximising the performance of sports turf, *Doctoral dissertation*, Dept. of Environmental and Evolutionary Biology, Univ. of Liverpool.
13. Canaway, P. M., Bell, M. J., Holmes, G. ve Baker, S. W. (1990) Standards for the playing quality of natural turf for association football, *Natural and artificial playing fields: characteristics and safety features*, 1073, 29-47. doi: <https://doi.org/10.1520/STP25347S>
14. Cheng, H., Hu, Y. ve Reinhard, M. (2014), Environmental and health impacts of artificial turf: a review, *Environmental science & technology*, 48(4), 2114-2129. doi: 10.1021/es4044193
15. Claudio, L. (2008) Synthetic turf: health Debate Takes root, *National Institute of Environmental Healty Sciences*, 116(3), 116-122. doi: 10.1289/ehp.116-a116

16. Collignon, H., Sultan, N. ve Santander, C. (2011) The sports market. In Major trends and challenges in an industry full of passion, *AT Kearney*.
17. Dixon, S., Fleming, P., James, I. ve Carre, M., (2015) *The science and engineering of sport surfaces*, New York: Routledge. ISBN 9781138633605
18. Dragoo, J. L., Braun, H.J. (2010) The effect of playing surface on injury rate: a review of the current literature, *Sports Medicine*, 40(11), 981-990. doi: 10.2165/11535910-000000000-00000
19. Edwards, A. M., Mann, M. E., Marfell-Jones, M. J., Rankin, D. M., Noakes, T. D. ve Shillington, D. P. (2007) Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests, *British journal of sports medicine*, 41(6), 385-391. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2006.033860>
20. Ekstrand, J., Timpka, T., ve Hagglund, M. (2006) Risk of injury in elite football played on artificial turf versus natural grass: a prospective two-cohort study, *British Journal of Sports Medicine*, 40 (12), 975-980. doi: 10.1136/bjsm.2006.027623
21. Engebretsen, L., Kase, T. (1987) Soccer injuries and artificial turf, *Tidsskr Nor Laegeforen*, 107(26), 2215-2217. Norwegian. PMID: 3672453.
22. FIFA, (2005). FIFA quality concept for artificial turf guide (pp. 1–43). Zurich: FIFA
23. FIFA, (2007). FIFA U-17 Championship Peru 2005. Turf Roots 1:8-10
24. FIFA, (2009a). FIFA Quality Concept for Football Turf. Handbook of Requirements, Fédération Internationale de Football Association, Zurich.
25. FIFA, (2009b). FIFA Quality Concept for Football Turf. Handbook of Test Methods, Fédération Internationale de Football Association, Zurich.
26. FIFA, (2015). FIFA Quality Programme for Football Turf. Handbook of Requirements, Fédération Internationale de Football Association, Zurich.
27. FIFA, (2021a). FIFA Quality Programme for Football Turf. Member Association Handbook, Fédération Internationale de Football Association, Zurich.
28. Fleming, P.R., Forrester, S.E. ve McLaren, N.J. (2015) Understanding the effects of decompaction maintenance on the infill state and play performance of third-generation artificial grass pitches, *Proceedings Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Sports Engineering and Technology*, 229(3), 169–182. doi: 10.1177/1754337114566480
29. Fleming, P. (2011) Artificial turf systems for sport surfaces: current knowledge and research needs, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 225(2), 43-63. doi: <https://doi.org/10.1177/1754337111401688>
30. Fleming, P. R., Watts, C. ve Forrester, S. (2020) A new model of third generation artificial turf degradation, maintenance interventions and benefits, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 1754337120961602, 1-15. doi: <https://doi.org/10.1177/1754337120961602>
31. Fleming, P., Ferrandino, M. ve Forrester, S. (2016) Artificial Turf Field–A New Build Case Study, *Procedia engineering*, 147, 836-841. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.294>
32. Foster, J.B. (2007) Newer artificial turf appears safer for soccer players, *BioMechanics*, 14, 9–10.

33. Fuller, C.W., Clarke, L. ve Molloy, M.G. (2010) Risk of injury associated with rugby union played on artificial turf, *J. Sports Sci*, 28(5), 563-570. doi: <https://doi.org/10.1080/02640411003629681>
34. Fuller, C. W., Dick, R. W., Corlette, J., ve Schmalz, R. (2007) Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players. Part 1: match injuries, *British journal of sports medicine*, 41, i20-i26. doi: 10.1136/bjism.2007.037267
35. Gezici, K. (2021). Spor Sahalarında Kullanılan Drenaj Sistemlerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
36. Gezici, K., Kesgin, E. ve Agaccioglu, H. (2021) Hydrological Assessment of Experimental Behaviors for Different Drainage Methods in Sports Fields, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 147(9), 04021034. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001597](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001597)
37. STF, (2017). Guidelines for Synthetic Turf Base Systems, Synthetic Turf Council (STF).
38. Hagel, B.E., Fick, G.H. ve Meeuwisse, W.H. (2003) Injury risk in men's Canada West University football, *American Journal of Epidemiology*, 157(9), 825-33. doi: 10.1093/aje/kwg050
39. James, I.T. (2015) Surface classification, function, construction and maintenance. In: Dixon S, Fleming PR, Carre MJ, et al. (eds) The science and engineering of sport surfaces. London: Taylor and Francis, 2015, pp.9–25. ISBN 9781138633605
40. James, I. T. Hann, M. J. ve Godwin, R. J. (2007b) Design and operational considerations for the use of mole ploughing in the drainage of sports pitches, *Biosystems Engineering*, 97(1), 99-107, doi: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.02.003>
41. James, I. T., Blackburn, D. W. K. ve Godwin, R. J. (2007a) Mole drainage as an alternative to sand slitting in natural turf sports surfaces on clays, *Soil Use Manage*, 23 (1), 28–35. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2006.00061.x>
42. Junge, A., Langevoort, G., Pipe, A., Peytavin, A., Wong, F., Mountjoy, M., ... ve Dvorak, J. (2006). Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *The American journal of sports medicine*, 34(4), 565-576. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546505281807>
43. Kesgin, E. (2021). Investigation of Effective Drainage Methods in Sports Field Under Various Rainfall Conditions, *Doctoral dissertation*, Graduate School of Science and Engineering, University of Yıldız Technical University, Istanbul.
44. Kesgin, E., Dogan, A. ve Agaccioglu, H. (2018) Rainfall simulator for investigating sports field drainage processes, *Measurement*, 125 (Sep): 360–370. doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.05.001>
45. Kesgin, E., Gezici, K. ve Ağaçoğlu, H., (2020b) Hydrological evaluation of sports field drainage, *ISPEP 9th International Conferance on Engineering & Natural Sciences*, Ankara, Turkey, 182-191.
46. Kesgin, E., Agaccioglu, H. ve Dogan, A. (2020a) Experimental and numerical investigation of drainage mechanisms at sports fields under simulated rainfall, *Journal of Hydrology*, 580 (Jan), 124251. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124251>
47. Kolitzus, H. J. (2007) Artificial turf surfaces for soccer, *What owners of soccer pitches should know about artificial turf. IST Switzerland, United States Sport s Surfacing Laboratory USSL*, 1-29.

48. Kowalik, T., Rajda, W. (2014) Physical properties, permeability and retentiveness of silt loam and its composites with sand for constructing carrying layer of a football field, *J. Ecol. Eng*, 15 (4): 37–45. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993.1125456>
49. Lanzetti, R. M., Ciompi, A., Lupariello, D., Guzzini, M., De Carli, A., ve Ferretti, A. (2017) Safety of third-generation artificial turf in male elite professional soccer players in Italian major league. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(4), 435-439. doi: <https://doi.org/10.1111/sms.12654>
50. Levy, I.M., Skovron, M.L. ve Agel, J. (1990) Living with artificial grass: a knowledge update. Part 1: basic science, *Am J Sports Med*, 18, 406-412. doi: <https://doi.org/10.1177/036354659001800413>
51. Magni, S., Volterrani, M. ve Miele, S. (2003) Soccer pitches performances as affected by construction method, sand type and turfgrass mixture, *Ist Int. Conf. on Turfgrass Management and Science for Sports Fields*, 661, 281–285. Leuven, Belgium: International Society for Horticultural Science. doi: 10.17660/ActaHortic.2004.661.35
52. McAuliffe, K. W. (2014) Optimising the performance of major multi-use stadia playing surfaces, *XXIX Int. Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014)*, Leuven, Belgium, 1–8. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1122.1
53. McGregor, S. J., Nicholas, C. W., Lakomy, H. K. A. ve Williams, C. (1999) The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill, *Journal of sports sciences*, 17(11), 895-903. doi: <https://doi.org/10.1080/026404199365452>
54. McNitt, A.S., Petrunak, D.M. ve Serensits, T.J. (2007) Temperature amelioration of synthetic turf surfaces through irrigation, *II International Conference on Turfgrass Science and Management for Sports Fields*, 783:573-582. doi: 10.17660/ActaHortic.2008.783.59
55. O'Leary, F., Acampora, N., Hand, F. ve O'Donovan, J. (2020) Association of artificial turf and concussion in competitive contact sports: a systematic review and meta-analysis, *BMJ open sport & exercise medicine*, 6(1), e000695. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000695>
56. Petrass, L. A., Twomey, D. M., Harvey, J. T., Otago, L. ve LeRossignol, P. (2015) Comparison of surface temperatures of different synthetic turf systems and natural grass: Have advances in synthetic turf technology made a difference, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 229(1), 10-16. doi: <https://doi.org/10.1177/1754337114553692>
57. Powell, J.W., Schootman, M. A. (1992) Multivariate risk analysis of selected playing surfaces in the National Football League, 1980 to 1989: an epidemiologic study of knee injuries, *Am J Sports Med*, 20(6), 686-94. doi: <https://doi.org/10.1177/036354659202000609>
58. Renström, P., Peterson, L. ve Edberg, B. (1977) Valhalla artificial pitch at Gothenburg 1975–1977, a two-year evaluation. Sweden: Naturvårdsverket.
59. SAPCA, (2010). The SAPCA Code of Practice for the Design, Construction and Improvement of Natural Sports Turf, UK: SAPCA.
60. SAPCA, (2009). The SAPCA code of practice for the construction and maintenance of synthetic turf sports pitches. 3rd ed. Kenilworth, UK: SAPCA ((Sports and Play Construction Association).
61. Serensits, T. J., McNitt, A. S. ve Petrunak, D. M. (2011) Human health issues on synthetic turf in the USA, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of*

- Sports Engineering and Technology*, 225(3), 139-146. doi: <https://doi.org/10.1177/1754337111398407>
62. Sharma, P., Fleming, P., Forrester, S. ve Gunn, J. (2016) Maintenance of artificial turf-putting research into practice, *Procedia engineering*, 147, 830-835. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.298>
63. Simpson, M. R., Fleming, P. R., ve Frost, M. W. (2013) Briefing: Sustainable drainage for sports pitch developments, *In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer*, 166(4), 211-215. doi: <https://doi.org/10.1680/muen.12.00056>
64. Sport England, (2011). Natural turf for sport: Design guidance note. London: English Sports Council.
65. Stanitski, C.L., McMaster, J.H. ve Ferguson, R.J. (1974) Synthetic turf and grass: a comparative study, *J Sports Med*, 2, 22-26. doi: <https://doi.org/10.1177/036354657400200103>
66. State Government Victoria, (2011). Artificial Grass for Sport, Sport and Recreation Victoria Department of Planning and Community Development, Melbourne, Victoria.
67. Steffen, K., Andersen, T.E. ve Bahr, R. (2007) Risk of injury on artificial turf and natural grass in young female football players, *Brit J Sport Med*, 41, i33-37. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2007.036665>
68. Sterzing, T. (2013) Injury occurrence and footwear performance on artificial soccer turf, *Science and Football VII*, 9-14.
69. Stevenson, M., Anderson, B. (1981) The effects of playing surfaces on injuries in college intramural touch football, *J Nat Intramural-Recreational Sports Assoc*, 5(3), 59-64. doi: <https://doi.org/10.1123/nirsa.5.3.59>
70. Stiles, V. H., James, I. T., Dixon, S. J. ve Guisasaola, I. N. (2009) Natural turf surfaces, *Sports Medicine*, 39(1), 65-84. doi: 10.2165/00007256-200939010-00005
71. Taylor, D. H., Blake, G. R. (1979) Sand content of sand-soil-peat mixtures for turfgrass, *Soil Science Society of America Journal*, 43(2), 394-398. doi: <https://doi.org/10.2136/sssaj1979.03615995004300020032x>
72. Taylor, D. H., Nelson, S. D. ve Williams, C. F. (1993) Sub-root zone layering effects on water retention in sports turf soil profiles, *Agronomy Journal*, 85(3), 626-630. doi: <https://doi.org/10.2134/agronj1993.00021962008500030020x>
73. Theobald, P., Whitelegg, L., Nokes, L. D. ve D. Jones, M. (2010) The predicted risk of head injury from fall-related impacts on to third-generation artificial turf and grass soccer surfaces: a comparative biomechanical analysis. *Sports biomechanics*, 9(1), 29-37. doi: <https://doi.org/10.1080/14763141003690245>
74. Torg, J.S., Quedenfeld, T.C. ve Landau, S. (1974) The shoe-surface interface and its relationship to football knee injuries, *The Journal of sports medicine*, 2(5), 261-269. doi: <https://doi.org/10.1177/036354657400200502>
75. UEFA, (2005). FIFA quality concept: Handbook of test methods and requirements for artificial turf football surfaces. Nyon, Switzerland:UEFA
76. Waddington, D. V., Carrow, R. N. ve Shearman, R. C. (1992) Turfgrass. *Agronomy*, (32), XXI-805. ISBN: 0891181083
77. Waldén, M., Krosshaug, T., Bjørneboe, J., Andersen, T. E., Faul, O. ve Hägglund, M. (2015) Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in

male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases, *British journal of sports medicine*, 49(22), 1452-1460. doi <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094573>:

78. Williams, S., Hume, P. A. ve Kara, S. (2011) A review of football injuries on third and fourth generation artificial turfs compared with natural turf, *Sports Medicine*, 41(11), 903-923. doi: 10.2165/11593190-000000000-00000
79. Winterbottom, W. (1985) Artificial grass surfaces for association football. Report and recommendations. London: Sport Council