

Sızıntı Suyunun Arıtımı İçin Su Mercimekleri Karışımının Kullanılması: II. KOİ, pH ve EC

Murat TOPAL¹, Bünyamin KARAGÖZOĞLU², Erdal ÖBEK¹

¹Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ
²Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas

Received: 03.08.2012, Accepted: 22.02.2013

Özet. Bu çalışmada, sızıntı suyu arıtımı için *Lemna gibba* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* ve *Wolffia arrhiza* 'dan oluşan su mercimekleri karışımı kullanılmış ve bitkili kesikli sistemde KOİ, pH ve elektriksel iletkenlik (EI) değişimleri araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar, 4 adet reaktörde oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. En yüksek KOİ giderim verimi, 5 ve 10 cm derinlikteki reaktörlerde sırasıyla %62,2 ve %60,1 olarak tespit edilmiştir. Başlangıçta 7,91 değerinde olan pH, farklı hidrolik bekleme sürelerinde 7,91-8,49 arasında olmuştur. Başlangıçta 5,59 mS/cm değerinde olan elektriksel iletkenlik, en yüksek 9,46 mS/cm değerine ulaşmıştır.

Anahtar kelimeler: Sızıntı suyu, su mercimeği, kimyasal oksijen ihtiyacı, pH, elektriksel iletkenlik, tasfiye

Usage Of Duckweeds Mixture For Treatment Of Leachate : II. COD, pH and EC

Abstract. In this study, the mixture of duckweeds of *Lemna gibba* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* and *Wolffia arrhiza* was used for treatment of leachate and changes of COD, pH and Electrical Conductivity (EC) were investigated in the planted batch system. Experimental studies were maintained in 4 reactors at room temperature. The maximum COD removal efficiency was determined as 62.2% and 60.1% in the reactors with 5 cm and 10 cm depth, respectively. The pH with an initial value of 7.91 was between 7.91-8.49 at various hydraulic retention times. The electrical conductivity with an initial value of 5.59 mS/cm was reached to a maximum of 9.46 mS/cm.

Key Words: Leachate, duckweed, chemical oxygen demand, pH, electrical conductivity, treatment

1. GİRİŞ

Sızıntı sularının doğal sistemler ile arıtılması, çoğu bileşenin arıtımı için çevresel olarak uygun gözükmektedir. Hem yüzey altı akış hem de serbest su yüzeyi sistemleri, deponi sızıntı suyunu arıtma potansiyeli olan eko teknolojilerdir [1]. Sızıntı suyu yönetimi için uygun bir düşük maliyetli çözüm, yapay sulak alan sistemleridir. Sulak alan sistemleri, immobilize veya birleşik organik maddeleri ve kirletilmiş sulardaki diğer kirleticileri parçalamak için anaerobik ve aerobik reaksiyonlar kullanır [2,3]. Martin ve Moshiri [4] ve Bulc vd. [5] yapay sulak alanların, deponi sızıntı suyundan nutrientlerin ve organik bileşenlerin azaltılmasında etkili olduğunu bulmuşlardır. Mathewson ve Mathewson [6], bir sulak alanın deponi sızıntı suyunu arıtmak için çevresel olarak uygun bir teknik olduğunu tespit etmişlerdir.

* Corresponding author. Email address: mtopal@cumhuriyet.edu.tr

Doğal arıtma sistemlerinin başarılı tasarımı ve işletimi için, atık su karakteristiklerinin, arıtım mekanizmasının, halk sağlığı konularının ve yasal isteklerin bilinmesi esastır [7]. Doğal sistemler ile atık suyun arıtımı; toprak-su-bitki eko sisteminde meydana gelen doğal fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerle sağlanmaktadır. Doğal sistemler, atık sudaki kirleticileri (AKM, organik madde, N, P, iz element, iz organik bileşikler ve mikroorganizmalar) en azından belirli derecede uzaklaştırma verimindedir. Verimli bir arıtma için atık su yeterli miktarda nutrient içermelidir. Arıtılacak suda azot ve fosfor içeriğinin yüksek olması istenir. Çünkü azot, organizmalarda RNA ve DNA'nın sentezlenmesi için gerekli nükleik asitlerin sentezlenmesinde kullanılmaktadır.

Sucul arıtma sistemlerinde temel tasarım parametreleri belirlenmiştir. Bunlar; hidrolik alıkonma süresi, su derinliği, havuz geometrisi, organik yükleme hızı ve hidrolik yükleme hızıdır [7]. Hidrolik alıkonma süresi; organik ve hidrolik yükleme hızları ile sistemin derinliğine bağlıdır. Çoğu durumda organik yükleme hızı kontrol edici faktördür. Su derinliği seçiminde; havuzdaki düşey karışım kontrol edilerek, arıtılacak atık suyun arıtmayı yapacak bakterinin bulunduğu bitki kökleriyle temasa getirilmesi sağlanır. Su mercimeği sistemleri, rüzgarın etkilerini kontrol etme ihtiyacı haricinde klasik stabilizasyon havuzları gibi tasarlanmalıdır. Yüzen setler, doğrudan rüzgar hareketine maruz kalan yüzey alanı miktarını en aza indirmede kullanılırlar. Bu kontrol olmadan su mercimeği rüzgarla savrulurken istenen arıtma verimi sağlanamaz. Havalandırmaz bitki sistemleri için ortalama organik yükleme hızları 100-110 kg/ha.gün değerini geçmemelidir. Hidrolik yükleme hızı; günde uygulanan atıksu hacminin sucul sistemin yüzey alanına bölünmesidir [7]. Bitki hasatlama ihtiyacı; su kalite amaçlarına, bitkilerin büyüme hızlarına ve kurtçuklar gibi canlıların etkilerine bağlıdır. Sucul bitkilerin hasatlanması, yüksek nutrient alımlı bitkiyi sağlamak için ihtiyaç duyulur. Örneğin su sümbüllerinin her 3-4 haftada bir hasatlanması nutrient giderimi için yapılır. Belirgin fosfor giderimi yalnız sık hasatlamayla başarılıdır. Sağlıklı su sümbülü popülasyonu için tehdit oluşturan kurtçukların olduğu alanlarda bitkileri enfekte olmaktan korumak için sıklıkla hasatlama yapılır. Nutrient giderimi için su mercimeğinin hasatlanmasına sıcak mevsimlerde haftada bir sıklıkla ihtiyaç duyulabilir [7]. Bitkiler düzenli olarak hasatlanır ve kurutulduktan, kompostlaştırıldıktan veya fermente edildikten sonra yem olarak veya toprak şartlandırıcısı ve gübre olarak kullanılabilir [7-9]. İdeal şartlar altında büyüyen ve düzenli olarak hasatlanan su mercimeği düşük bir lif içeriğine %5-15 ve %35-45 değerinde yüksek bir protein içeriğine sahiptir. Bu onu, iyi bir hayvan yemi yapmaktadır. Diğer sucul bitkilerle karşılaştırıldığında su mercimeği yüksek bir besin değerine ve kolay hasatlanabilirliğe sahiptir [9].

SIZINTI SUYUNUN ARITIMI İÇİN SU MERCİMEKLERİ KARIŞIMI-II

Bu çalışmada, sızıntı suyu arıtımı için *Lemna gibba* L., *Lemna minör* L., *Spirodela polyrrhiza* ve *Wolffia arrhiza*'dan oluşan su mercimekleri kullanılarak bitkili kesikli bir sistemde KOİ, pH ve EC değişimleri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmamızda materyal olarak kullanılan reaktörler, numune alma noktaları ve sızıntı suyu özellikleri ilk çalışmamızda verilmiştir [10].

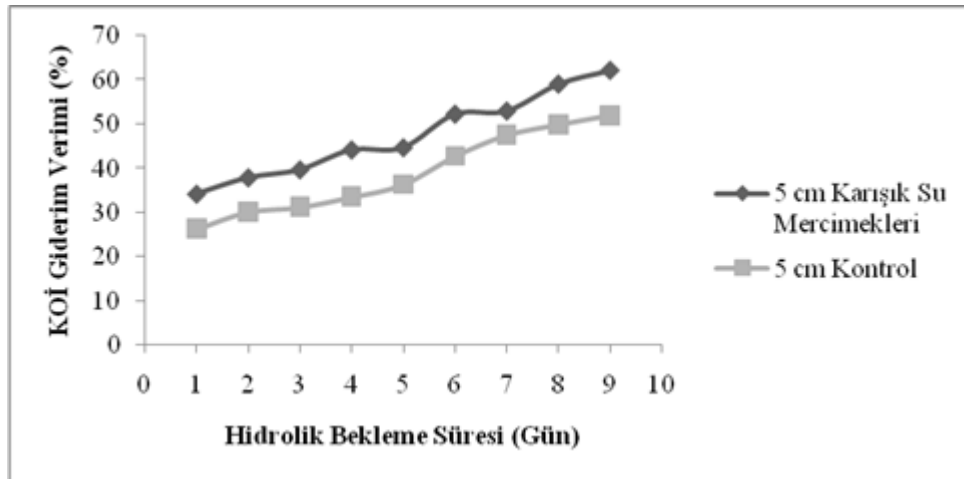
2.2. Metot

DeneySEL çalışmada sızıntı suyu örneklerinde KOİ analizleri Standart Metotlara göre yapılmıştır [11]. pH ve EC değerleri ise Hanna pH211 Instruments Microprocessor pH Metre ve HachLange HQ40d EC metre ile tespit edilmiştir.

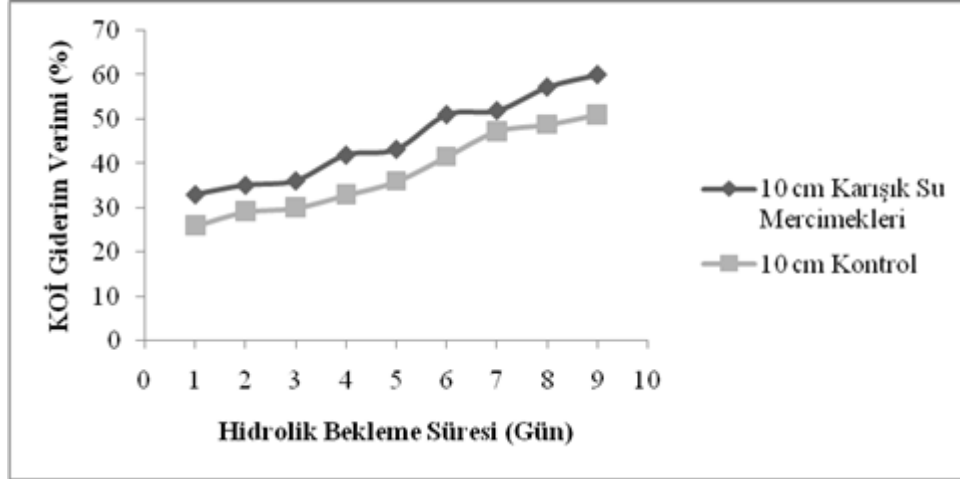
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Karışık su mercimekleri kullanarak, hidrolik bekleme sürelerine göre, 5 ve 10 cm derinlikteki sızıntı suyundan KOİ giderim verimleri sırasıyla Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Karışık su mercimekleri kullanarak, hidrolik bekleme sürelerine göre, 5 cm derinlikteki sızıntı suyundan KOİ giderim verimleri



Şekil 2. Karışık su mercimekleri kullanarak, hidrolik bekletme sürelerine göre, 10 cm derinlikteki sızıntı suyundan KOİ giderim verimleri

Şekil 1 ve 2'ye göre, 5 cm karışık su mercimeklide 1, 5 ve 9. günlerde KOİ giderim verimleri sırasıyla %34,2; %44,7 ve %62,2 olarak; 5 cm kontrollerde KOİ giderim verimleri 1, 5 ve 9. günlerde ise sırasıyla %26,2; %36,3 ve %52 olarak gerçekleşmiştir. 10 cm karışık su mercimeklide 1, 5 ve 9. günlerde KOİ giderim verimleri sırasıyla %33,1; %43,3 ve %60,1 olarak; 10 cm kontrollerde KOİ giderim verimleri ise 1, 5 ve 9. günlerde sırasıyla %25,9; %36 ve %51,1 olarak gerçekleşmiştir. Çalışmamızda elde edilen veriler değerlendirildiğinde hidrolik bekletme süresi arttıkça KOİ giderim verimlerinin arttığı belirlenmiştir. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer olarak Krishna ve Polprasert [12], yaptıkları çalışmada organiklerin giderilme verimlerinin, mikroorganizmaların organik maddeleri parçalaması için daha fazla zamana sahip olduklarından, zamanın artışıyla arttığını bildirmişlerdir. 10 günlük bekletme süresinin en uygun olduğunu tespit etmişlerdir. 15 günlük bekletme süresinin arıtma verimini arttırmadığını bildirmişlerdir.

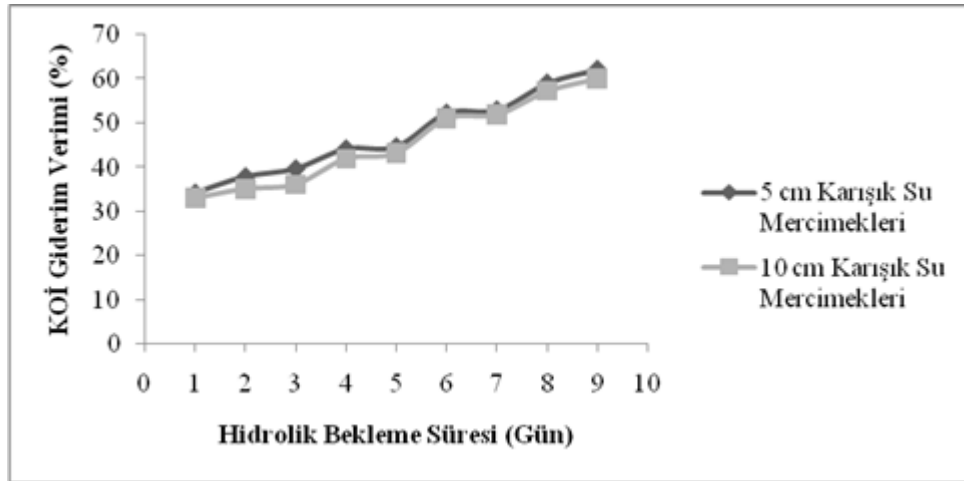
Çalışmamızda en yüksek KOİ giderim veriminin (%62,2) 5 cm karışık su mercimekleri ile olduğu belirlenmiştir. Literatürde elde ettiğimiz KOİ verimlerinden düşük veya yakın değerler bildirilmiştir. Masbough vd.'nin [13] çalışmasında KOİ giderim veriminin düşük (yıllara göre %25-34 ve %40-51 arası) olmasının sebebi, sudaki kalıcı maddelerin (lignin ve tanin) bozundurulması için mikrobiyal toplulukların daha uzun zamana ihtiyaç duymasına bağlanmıştır. Optimum giderimi sağlamak için yaklaşık 1 haftalık hidrolik bekletme zamanı artırılmış (hidrolik yükleme hızı azaltılmış) veya kütle yüklemesi (girişin seyreltilmesi) azaltılmıştır. Bulc'ın [14] çalışmasında, KOİ verimi %50 olarak bildirilmiştir. Nivala vd. [15] çalışmalarında kullandıkları sızıntı suyunun yaşlı olması nedeniyle sızıntı suyundaki KOİ'nin

SIZINTI SUYUNUN ARITIMI İÇİN SU MERCİMEKLERİ KARIŞIMI-II

belirgin bir kısmının kolaylıkla biyolojik olarak bozunabilir olmayan organikler içerdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca havalandırma olmadan KOİ gideriminin az (mevsimlere göre; %0, %2, %13 ve %53) olduğunu ancak havalandırma yapıldığında verimin arttığını (mevsimlere göre; %48, %60, %35 ve %44) ve kararlı hale geldiğini belirtmişlerdir. Chiemchaisri vd.'nin [16] çalışmasında elde edilen düşük KOİ giderim verimleri (%42-58), stabilize sızıntı suyundaki güçlükle biyolojik olarak bozunabilir organiklere bağlanmıştır. Aynı şekilde, Yalcuk ve Uğurlu'nun [17] çalışmasında KOİ giderim verimlerinin düşük olması (aylara göre ve deney düzeneğinin tipine göre %11-61 arası) biyolojik olarak bozunur olmayan organik bileşiklerin yüksek konsantrasyonuna bağlanmıştır. Ayrıca düşük organik yükleme hızının da buna yol açabileceği belirtilmiştir. 85 gün sonra girişteki KOİ konsantrasyonunun artışı daha yüksek KOİ giderimlerine yol açmıştır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların tersine, Sawattayothin ve Polprasert'in [18] yaptıkları çalışmada, yüzey altı akımlı yapay sulak alanda KOİ gideriminin kontroldekinden daha az olduğu bildirilmiştir.

Karışık su mercimekleri kullanılarak, farklı derinliklere göre, sızıntı suyundan KOİ giderim verimleri 3'de verilmiştir.

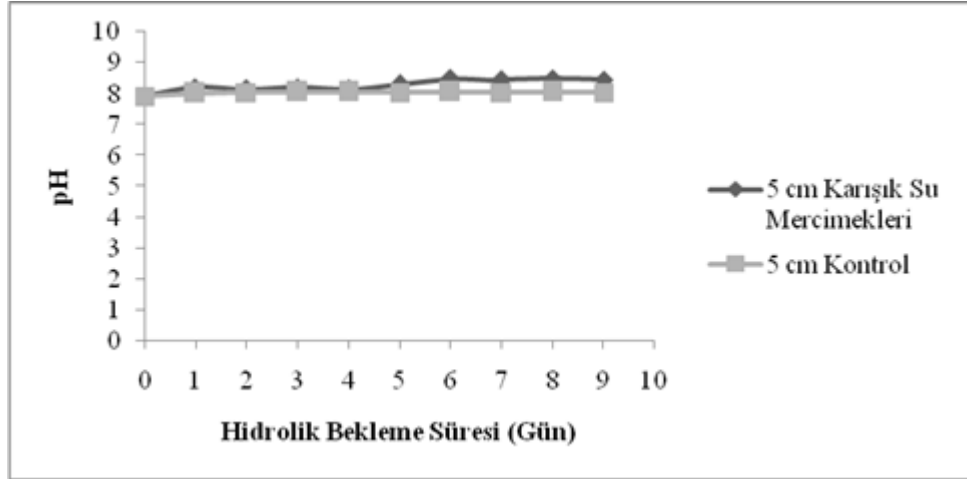


Şekil 3. Karışık su mercimekleri kullanarak, farklı derinliklere göre, sızıntı suyundan KOİ giderim verimleri

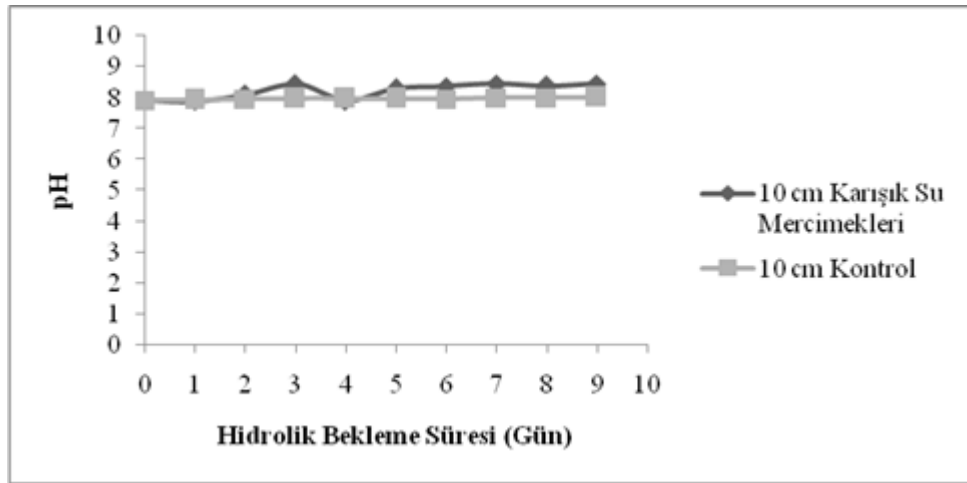
Şekil 3'de farklı derinliklerin KOİ giderim verimlerini yaklaşık %3 oranında etkilediği görülmüştür.

3.2pH

Karışık su mercimekleri kullanarak, hidrolik bekletme sürelerine göre, 5 ve 10 cm derinlikteki sızıntı suyundaki pH değişimi sırasıyla Şekil 4 ve 5’de verilmiştir.



Şekil 4. Karışık su mercimekleri kullanarak, hidrolik bekletme sürelerine göre, 5 cm derinlikteki sızıntı suyundaki pH değişimi



Şekil 5. Karışık su mercimekleri kullanarak, hidrolik bekletme sürelerine göre, 10 cm derinlikteki sızıntı suyundaki pH değişimi

Şekil 5 ve 6’ya göre, 5 cm karışık su mercimeklide 1, 5 ve 9. günlerde çıkış pH değişimleri sırasıyla 8,21; 8,31 ve 8,46 olarak; 5 cm kontrollerde ise çıkış pH değişimleri 1, 5 ve 9. günlerde sırasıyla 8,01; 8,04 ve 8,04 olarak gerçekleşmiştir. 10 cm karışık su mercimeklide ise 1, 5 ve 9. günlerde çıkış pH değişimleri sırasıyla 7,88; 8,30 ve 8,49 olarak gerçekleşmiştir. 10 cm kontrollerde çıkış pH değerleri 1, 5 ve 9. günlerde sırasıyla 7,94; 7,97 ve 8,01 olarak gerçekleşmiştir. Deneysel çalışmalarda elde ettiğimiz pH değerlerinin artmasının nedeni bitkili

SIZINTI SUYUNUN ARITIMI İÇİN SU MERCİMEKLERİ KARIŞIMI-II

sistemlerdeki su mercimeklerinin fotosentetik aktivitelerinden dolayı göstermiş oldukları tamponlama kapasitesi şeklinde yorumlanabilir.

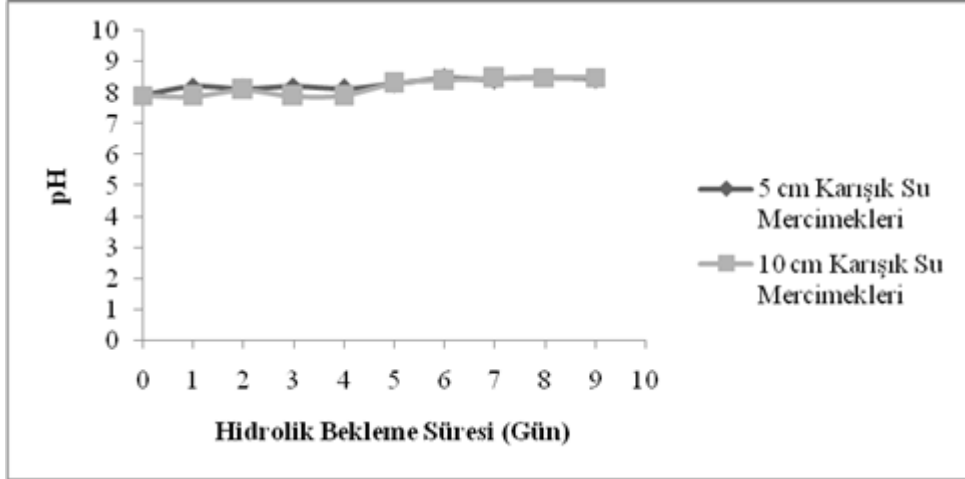
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde; çalışmamızda başlangıç pH değeri 7,91 olan sızıntı suyunun, pH değerlerinin yaklaşık 8,50 aralığındaki değerlere arttığı görülmüştür. Elde ettiğimiz bu sonuca benzer olarak, Krishna ve Polprasert'in [12] çalışmasında, su mercimeğince karbondioksitin kullanımı, atıksuda karbonik asit miktarını azaltarak pH'ı arttırmaya yardımcı olmuştur. Fotosentetik olarak aktif makrofitler, oksijen üretir ve sudan karbondioksiti uzaklaştırır. Böylece suyun pH değerini artırır [13,19]. Çalışmamızda bitkili sistemlerde pH değerlerinin kontroldekilerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, Masbough vd.'nin [13] ve Martinez ve Cruz'un [20] çalışmalarında da görülmüştür. Masbough vd.'nin [13] çalışmasında bitkili sistemlerin kontrol sistemlerinden daha fazla pH değerini arttırdığı bildirilmiştir. Bu durum, bitkilerin fotosentetik aktivitesinin suyun pH değeri üzerindeki etkisinden dolayı, beklenen bir durumdur. Martinez ve Cruz [20], deneysel ve kontrol sistemleri arasındaki pH farklılıklarının belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

Körner vd. [21], *Lemna gibba*L. kullanarak atıksuyun arıtılmasının yaklaşık 9,8 değerinden büyük pH sınırlarında imkansız hale gelebildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda görülen pH değerlerinin bu değerin çok altında kaldığı belirlenmiştir.

Çalışmamızdaki pH değerlerinden oldukça düşük olarak, ancak çalışmamızdaki gibi artış göstererek, Masbough vd.'nin [13] çalışmasında 2000 ve 2001 yıllarında sırasıyla 3,91 ve 4,33'den kontrolde 4,60 ve 4,77'ye, bitkilide 4,78 ve 4,89'a, nutrient eklemesi yapılan bitkilide 5,51 ve 5,10'a yükselmiştir. Çalışmamızdakiyle benzer olarak, Bulc'un [14] çalışmasında, pH değerlerinin nitrifikasyon için uygun olduğunu bildirmiştir. Nitrifikasyon, optimum 7,5-8,5 pH aralığında meydana gelmektedir [22].

Çalışmamızda görülen pH değerlerinin aksine, Vermaat ve Hanif [23], pH değerinin yüksek olan 9,6 değerine arttığını bildirmişlerdir. Bu durum alg ve perifitonun yüksek konsantrasyonlarının mevcut olmasına bağlamıştır. Yüksek pH değeri amonyak buharlaşmasını da artırır. Bu durumda su mercimeği havuzu bir alg havuzu ile benzer olarak işlev gösterir [24].

Karışık su mercimekleri kullanarak, farklı derinliklere göre, sızıntı suyundaki pH değişimi Şekil 7'de verilmiştir.

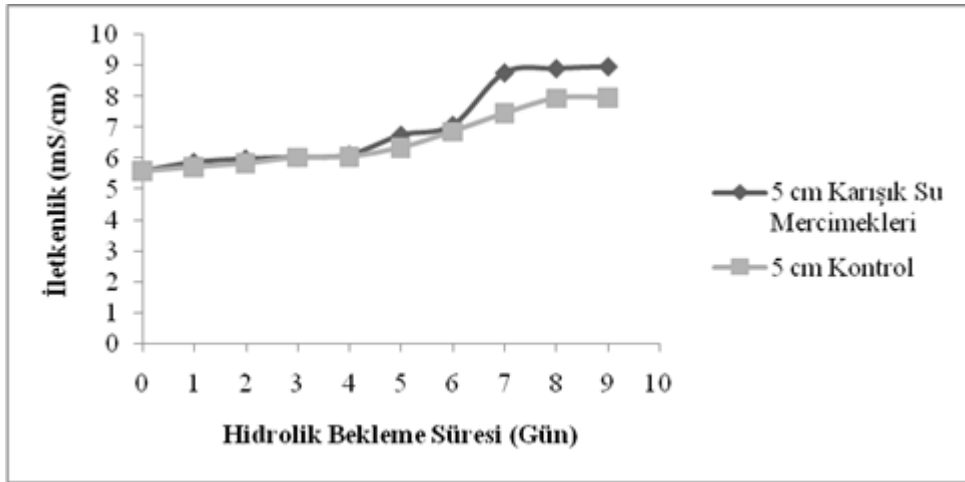


Şekil 7. Karışık su mercimekleri kullanarak, farklı derinliklere göre, sızıntı suyundaki pH değişimi

Şekil 7’den farklı derinliklerin pH değişimi üzerinde fazla etkili olmadığı söylenebilir.

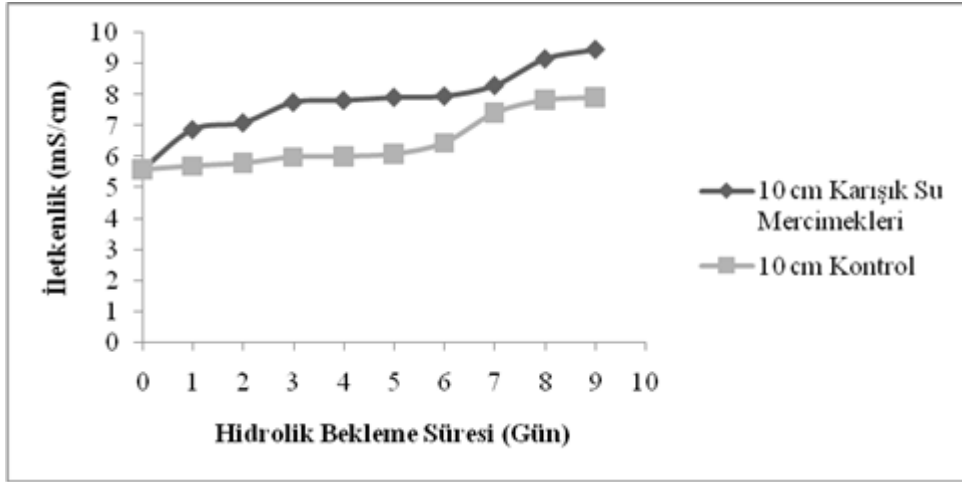
3.3 Elektriksel İletkenlik (EC)

Karışık su mercimekleri kullanarak, hidrolik bekletme sürelerine göre, 5 ve 10 cm derinlikteki sızıntı suyundaki iletkenlik değişimi sırasıyla Şekil 8 ve 9’da verilmiştir.



Şekil 8. Karışık su mercimekleri kullanarak hidrolik bekletme sürelerine göre, 5 cm derinlikteki sızıntı suyundaki iletkenlik değişimi

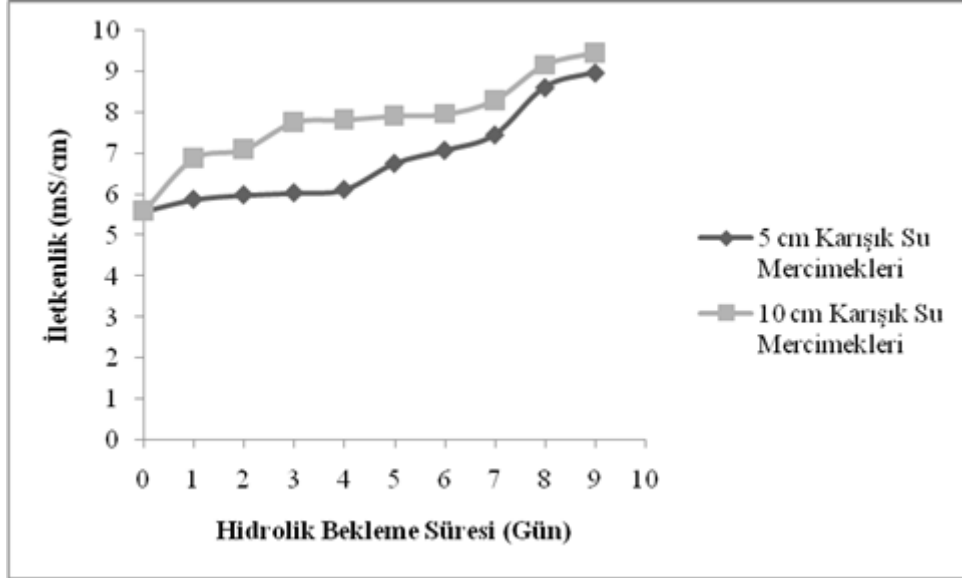
SIZINTI SUYUNUN ARITIMI İÇİN SU MERCİMEKLERİ KARIŞIMI-II



Şekil 9. Karışık su mercimekleri kullanarak, hidrolik bekleme sürelerine göre, 10 cm derinlikteki sızıntı suyundaki iletkenlik değişimi

Şekil 8 ve 9'a göre; 5 cm karışık su mercimeklide ise 1, 5 ve 9. günlerde çıkış elektriksel iletkenlik değişimleri sırasıyla 5,88 mS/cm; 6,76 mS/cm ve 8,98 mS/cm olarak gerçekleşmiştir. 5 cm kontrollerde çıkış elektriksel iletkenlik değişimleri 1, 5 ve 9. günlerde sırasıyla 5,70 mS/cm; 6,36 mS/cm ve 7,99 mS/cm olarak elde edilmiştir. 10 cm karışık su mercimeklide 1, 5 ve 9. günlerde çıkış elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 6,88 mS/cm; 7,92 mS/cm ve 9,46 mS/cm olarak; 10 cm kontrollerde ise çıkış elektriksel iletkenlik değişimleri 1, 5 ve 9. günlerde sırasıyla 5,71 mS/cm; 6,11 mS/cm ve 7,94 mS/cm olarak gerçekleşmiştir. Hidrolik bekleme sürelerinin artışının iletkenlik değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Çalışmamızdakiyle benzer olarak, Schulz vd.'nin [25] çalışmasında iletkenlik değerleri artmıştır. Schulz vd.'nin [25] çalışmasında iletkenlik değerleri; 677 mikroS/cm'den 1,5 saatlik, 2,5 saatlik ve 7,5 saatlik hidrolik bekleme sürelerinde sırasıyla 683, 681 ve 681 mikroS/cm'ye artmıştır.

Çalışmamızdakine benzer olarak, Yalcuk ve Uğurlu'nun [17] çalışmasında çıkış elektriksel iletkenlik değerleri giriştekenden yüksek olmuştur. Çalışmamızdaki iletkenlik değerlerinin artışının aksine, Masbough vd.'in [13] çalışmasında iletkenlik değerleri 2000 ve 2001 yıllarında sırasıyla 582 ve 692 mikroS/cm'den kontrollerde 415 ve 593'e, bitkilide 466 ve 605'e, nutrient eklemeli bitkililerde 425 ve 597 mikroS/cm'ye değişmiştir. Karışık su mercimekleri kullanarak, farklı derinliklere göre, sızıntı suyundaki iletkenlik değişimi Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Karışık su mercimekleri kullanarak, farklı derinliklere göre, sızıntı suyundaki iletkenlik değişimi

Şekil 10'da farklı derinliklerin genel olarak iletkenlik değerlerini etkilediği görülmektedir. 10 cm'lik derinliğin 5 cm derinlikten daha yüksek iletkenlik değerlerine yol açtığı belirlenmiştir. Başlangıçta 5,59 mS/cm olan iletkenlik değeri 5 ve 10 cm karışık su mercimekli sistemlerde sırasıyla 8,98 ve 9,46 mS/cm'ye arttığı görülmüştür.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, 9. gün hidrolik bekletme süresinde maksimum KOİ giderim veriminin 5 cm karışık su mercimekli için %62,2 olduğu, 10 cm karışık su mercimekli için ise %60,1 olduğu belirlenmiştir. 5 cm derinlikte farklı hidrolik bekletme sürelerinde pH değişimleri 8,01-8,46 arasında; 10 cm derinlikte ise pH değişimleri 7,88-8,49 arasında gerçekleşmiştir. pH değerlerinin farklı hidrolik bekletme sürelerinin pH değerlerini çok fazla etkilemediği belirlenmiştir. Başlangıç elektriksel iletkenlik değeri 5,59 olarak çalışılmış olup yapılan çalışmalar sonucunda 9. gün hidrolik bekletme süresinde maksimum elektriksel iletkenlik değeri 10 cm karışık su mercimekli için 9,46 mS/cm olarak gerçekleşmiştir. Farklı derinliklerin genel olarak iletkenlik değerlerini etkilediği görülmektedir. 10 cm'lik derinliğin 5 cm derinlikten daha yüksek iletkenlik değerlerine yol açtığı belirlenmiştir.

Sızıntı sularından nutrientlerin giderilmesi için yapay sulak alanlarda serbest yüzeyli kesikli sistemlerde karışık bitki kullanımı önerilebilir. Çalışmamızda kullandığımız bitkilerin hasatlandıktan sonra gerekli işlemler yapılarak biyoyakıt olarak kullanılabilme imkanları araştırılabilir. Gelecekteki çalışmalarda farklı tip sızıntı suları için çalışmamızda kullanılan bitki

SIZINTI SUYUNUN ARITIMI İÇİN SU MERCİMEKLERİ KARIŞIMI-II

tiplerinin seçimiyle arıtma verimlerinin incelenmesi, farklı tipte bitkilerin seçimi ile çalışmamızda kullandığımız sızıntı suyunun arıtımının çalışılması, bir bitki tipinin arıtımından çıkan suyun başka bitkili sisteme verilerek arıtımının karşılaştırılması olarak incelenmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1]Nordin, N.I.A.B.A. (2006). Leachate Treatment Using Constructed Wetland with Magnetic Field, Master Thesis, Universiti Teknologi Malaysia. 88p.
- [2]Wojciechowska, E. and Obarska- Pempkowiak, H. (2008). Land fill Leachated Treatment at a Plot Plant Using Hydrophyte Systems. In: Pawlowska, M. and Pawlowski, L. (Ed), Management of Pollutants from Land fills and Sludge. Taylor and Francis, London, UK, 205-210.
- [3]Lavrova, S. and Koumanova, B. (2010). Influence of recirculation in a lab-scale vertical flow constructed wetland on the treatment efficiency of land fill leachate, Bioresorce Technology, Vol. 101, 1756-1761.
- [4]Martin, C.D. andMoshiri, G.A. (1994). Nutrient reduction in an in-series constructed wetland system terating land fill leachate, Water Science Technology, Vol. 29, 267-272.
- [5]Bulc, T.,Vrhovsek, D. and Kukanja, V. (1997). The use of constructed wetland for land fill leachate treatment, Water Sci. Technol.,Vol. 35, 301-306.
- [6]Mathewson, C.C. and Mathewson, H.A. (1998). Designing a Wetland for a Wastewater Treatment-A Truly Interdisciplinary Effort., International Assciation for Engineering Geologyand the Environment, International Congress, Vol. 5, No.8, Vancouver.
- [7]Tchobanoglous, G. and Burton, F.L. (1991). Waste water Engineering Treatment, Disposal, and Reuse, McGraw-Hill, Inc., 1334p.
- [8]Polprasert, C., Kongsricharoern, N. and Kanjanaprarpin, W. (1994). Production of feed and fertiliser from water hyacinth plants in the tropics, Waste Management and Research, 3-11.
- [9]Aalbers, H. (1999). Resource Recovery from Faecal Sludge Using Constructed Wetlands, A Survey of the Litrerature, UWEP Working Document, The Netherlands.
- [10]Topal, M., Karagözoğlu, B., Öbek, E. (2013). Sızıntı Suyunun Arıtımı İçin Su Mercimekleri Karışımının Kullanılması: I. Nutrientler, Cumhuriyet University Science Journal, Vol.34, No.1, 1-20.
- [11]AWWA, APHA and WPCF.(1989). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington.
- [12]Krishna, K.C.B. and Polprasert, C. (2008). An integrated kinetic model for organic and nutrient removal by dickweed-based waste water treatment (DUBWAT) system, Ecological Engineering, Vol. 34, 243-250.

- [13]Masbough, A., Frankowski, K., Hall, K.J. and Duff, S.J.B. (2005). The Effectiveness of Constructed Wetland for Treatment of Wood waste Leachate, *Ecological Engineering*, Vol. 25, 552-566.
- [14]Bulc, G.T. (2006). Longterm performance of a constructed wetland for land fill leachate treatment, *Ecological Engineering*, Vol. 26, 365-374.
- [15]Nivala, J.,Hoos, M.B., Cross, C., Wallace, S. and Parkin, G. (2007). Treatment of land fill leachate using an aerated, horizontal subsurface-flow constructed wetland, *Sci. of theo. Env.* Vol. 380, 19-27.
- [16]Chiemchaisri, C.,Chiemchaisri, J.J., Threedeach, S. and Wicranarachchi, P.N. (2009). Leachate treatment and green house gas emission in subsurface horizontal flow constructed wetland, *Bioresource Technology*, Vol. 100, 3808-3814.
- [17]Yalcuk, A. and Uğurlu, A. (2009). Comparison of horizontal and vertical constructed wetland systems for land fill leachate treatment, *Bioresource Technology*, Vol. 100, 2521-2526.
- [18]Sawaittayothin, V. and Polprasert, C. (2007). Nitrogen mass balance and microbial analysis of constructed wetlands treating municipal land fill leachate, *BioresorceTechnology*, Vol. 98, 565-570.
- [19]Woods, A. (1995). Constructed wetlands in water pollution control: fundamentals to their understanding, *WaterSci. Technol.* Vol. 32, 21-29.
- [20]Martinez Cruz, P., Hernandez Martinez, A., Soto Castor, R., Esquivel Herrera, A. and Rangel Levairo, J. (2006). Use of constructed wetlands for the treatment of water from an experimental channel at xochimilco, Mexico, *Hidrobiologica*, Vol. 16- 211-219.
- [21]Körner, S.,Das, S.K., Veenstra, S. and Vermatt, J.E. (2001). The effect of pH variation at the ammonium / ammonia equilibrium in waste water and its toxicity to Lemnagibba, *Aquatic Botany*, Vol. 71, 71-78.
- [22]Platzer, C. (1996). Enhanced Nitrogen Elimination in Subsurface Flow Artificial Wetlands- A Multi Stage Concept., *Proceedings of the Fifth International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control*, Vienna, Austria, September 15-19, I/7-1-I/7-9.
- [23]Vermaat, J.E. and Hanif, M.K. (1998). Performance of common duckweed species (*Lemnagibba*) and the waterfern *Azolla filiculoides* on different tips of waste water, *Wat. Res.*,Vol. 32, 2569-2576.
- [24]El-Shafai, S.A., El-Gohary, F.A., Nasr, F.A., Van der Steen, N.P. and Gijzen, H.J. (2007). Nutrient recovery from domestic waste water using a UASB-duckweedpond system, *Bioresource Technology*, Vol. 98, 798-807.
- [25]Schulz, C.,Gelbrecht, J. and Rennert, B. (2003). Treatment of rainbow trout farm effluents in constructed wetland with emergent plants and subsurface horizontal waterflow, *Aquaculture*, Vol. 217, 207-221.