


Biyolojik atıksu arıtma tesisi çevresel risk analizi

Environmental risk assessment for biological wastewater treatment plant

Esra Deniz GÜNER^{1*} 

¹Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
eguner@cu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 23.09.2016, Kabul Tarihi/Accepted: 05.05.2017
* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2017.16023
Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Evsel ve endüstriyel atık suların arıtıldıktan sonra deşarj edilmesi veya tekrar kullanıma hazır hale getirilmesi atıksu arıtma tesisleri ile mümkün olmaktadır. Kentsel atık suların arıtımında en yaygın yöntem biyolojik arıtma (ikinci kademe arıtma) prosesidir. Biyolojik atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi, bakımı ve onarımından kaynaklı olarak gerek iş sağlığı ve güvenliği gerekse çevresel açıdan birçok tehlikeyi barındırırlar. Atıksu arıtma tesislerinde meydana gelebilecek riskler belirlenirken iş ve işçi sağlığına etkilerine ek olarak çevreye etkilerinin kapsam ve boyutunu belirlenmesi gereklidir. Bu tesislerdeki tehlikelerin olumsuz çevresel etkileri göz önüne alınarak risklerin yeniden değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesi, önem taşımaktadır. İş ve işçi güvenliğinde, yürütülen faaliyetin ve çalışanın güvenliğinin yanı sıra çevresel etkilerin de risk analizine dahil edilmesi hem karar vericilere hem de yöneticilere fayda sağlayacaktır. Bu çalışmada, biyolojik atıksu arıtma tesisinde risk analizinde 22 adet risk belirlenmiştir. Bu riskler 5x5 matris risk analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çevresel etkilerinde dikkate alınabilmesi için çevre boyutu parametresi tanımlanmış ve bu parametre için skala oluşturulmuştur. Bu skala dikkate alınarak belirlenen 22 risk için risk analizi tekrar yapılmıştır. Çevresel boyut eklendiğinde tespit edilen risklerin önem sıralamalarının değişmiştir. Bu yeni değerlendirmede 7 adet riskin öncelik sıralaması artarken, 13 adet riskin öncelik sıralaması azalmıştır. Geriye kalan 2 adet riskin ise öncelik sıralaması değişmemiştir. Bu değişimler çevresel boyutun atıksu arıtma tesislerinde belirlenen riskler üzerinde önemli olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Atıksu arıtma tesisi, Çevre, Risk değerlendirme

Abstract

Domestic and industrial wastewater can be discharged or ready for reuse by means of wastewater treatment plant. The most common method for the treatment of urban wastewater is the biological treatment (second stage treatment) process. Due to the operation, maintenance and repair of biological wastewater treatment plants, there are many hazards in terms of environmental aspects as well as occupational health and safety. In determining the risks that may occur in wastewater treatment plants, it is necessary to determine the scope and size of the effects on the environment in addition to the effects on work and staff health. It is important to reassess and prioritize the risks taking into account the adverse environmental impacts of the hazards in these facilities. In occupational health and safety, the risk analysis of the environmental impact, as well as safety of the activities and employees, will be of benefit to both decision makers and managers. In this study, 22 risks were identified in the risk analysis at the biological wastewater treatment plant. These risks have been assessed by a 5x5 matrix of risk analysis method. In order to be taken into account in the environmental impact environmental dimension parameter is defined and has been established scale to consider the environmental impact. This allows considering the 22 risks again for risk analysis. It has been determined that the significance levels are changed from the risks detected except for the 2 identified risks. The order of importance of risks identified when the environmental dimension is added has changed. With this new evaluation, 7 risks priority orders have increased while 13 risks priority orders have decreased. The remaining 2 risks were not changed in priority order. These changes have shown that the environmental dimension is important for the risks identified in wastewater treatment plants.

Keywords: Waste water treatment plant, Environmental, Risk assessment

1 Giriş

Günümüzde artan nüfus ve refah seviyeleri mal ve hizmet talebini arttırmaktadır. Artan talebi karşılamak için tüketilen su miktarları da artmaktadır. Çeşitli kullanımlar sonucu tüketilen bu suların arıtılmadan alıcı ortamlara bırakılması birçok olumsuz çevresel şartların oluşmasına neden olur. Su kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlenmesi, sucul ekosistemin zarar görmesi, koku kirliliği, alıcı ortamın kalitesinin bozulması ve yararlı kullanımının ortadan kalkması, arazi değerinin düşmesi gibi olumsuzluklar sıralanabilir. Bu yüzden doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, korunması ve verimli şekilde değerlendirilmesinde kullanılmış suların arıtılması oldukça önemlidir. Atıksu arıtma tesisleri, kullanılmış sular arıtmaları ve alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirilmesine ile tekrar doğal sürece dahil edilmelerine imkan sağladıkları için

oldukça önemlidir. Bu tesislerin kurulması ve işletilmesi kanuni zorunlulukların dışında yerel yönetimlerin politikaları haline dönüşmüştür. Çevre ve sosyal sürdürülebilirlik taahhütlerini sağlamak için özellikle endüstrileşmiş şehirlerde bu tesisler zorunlu hale gelmiştir.

Ancak atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi oldukça kapsamlı ve karmaşıktır. Belirlenen deşarj standartlarının sağlanması ve atık suların tekrar kullanılması için atıksu arıtma tesisleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin biri veya bunların kombinasyonlarını kapsamaktadır. Atık suyun kimyasal özelliklerine göre birincil, ikincil ve ileri arıtma yöntemleri kullanılır. Birincil arıtma, bir kimyasal veya bakteri kullanmadan atık sudaki yüzen ve çökebilir katı maddelerin uzaklaştırılması için ızgara, yağ sıyrıcı paletler ve benzeri fiziksel arıtma ünitelerini içerir. İkincil arıtma organik, maddelerin giderimin de kullanılan kimyasal ve/veya biyolojik arıtma ünitelerini içerir. Kimyasal arıtmada atık suyun hızlı ve

yavaş karıştırma üniteler ile çeşitli kimyasallar eklenerek kirleticilerin kimyasal reaksiyona girerek çökmesi ile arıtılmasını kapsar. Biyolojik arıtma ise atık suların oksijenli veya oksijensiz bakteriler yardımı ile biyolojik olarak parçalanması ile gerçekleşir. İleri arıtma bu işlemlere ilaveten ikincil arıtmada giderilmeyen kirleticilerin uzaklaştırılmasında kullanılan prosesleri kapsamaktadır.

Bu proseslerden kaynaklı atıksu arıtma tesisleri gerek fiziksel gerekse çalışma ortamı açısından son derece önemli tesislerdir. Atıksu arıtma tesislerinde sağlıklı ve güvenli bir iş ortamının oluşturulması ve olası iş kazalarının önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması gereklidir. Bu kapsamda atıksu arıtma tesislerinin bakım, onarım ve işletme süreçlerinde oluşabilecek kazalar ve tehlikelerin önüne geçirilmesine yönelik güvenlik tedbirleri iş sağlığı ve güvenliği (İSG) kapsamında hareket edilmelidir.

İSG iş yerlerinde çalışanların fiziksel, zihinsel, sosyal ve sağlıklı hallerinin korunması için yürütülen faaliyetlerin tümüdür [5]. İSG iş yerinde çalışan tüm personeli kapsar. Çalışma ortamında personele veya işe herhangi bir unsurun zarar verme potansiyeline tehlike denir. Ölüm, zarar veya hastalığın meydana gelme olasılığına ise risk denir. Karmaşık ve uzun bir prosese sahip işletmelerde tehlike ve risklerin belirlenmesi, kaynaklarının tespiti ile kim ya da neyin zarar görebileceğini tahmin etmek oldukça zordur. Yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalarda atıksu arıtma tesislerinde risk ve tehlikeler belirlenmeye çalışılmıştır [11]. Ancak bu tesislerin çevreye yapabilecekleri etkileri göz ardı edilmiştir. Oysaki çevre ile oldukça etkileşim içinde olan bu tesislerin risk analizlerinin tam ve kapsamlı olarak yapılabilmesi için çevresel etkileri de tanımlanmalıdır.

İSG uygulamalarında iş kazaları ve meslek hastalıklarından çalışanın korunması kadar oluşacak istenmeyen sonuçlardan çevrenin de korunması gereklidir. Kamu yöneticilerinin ve işverenlerin İSG'nin sağlanmasının yanında oluşabilecek kazalardan ekolojik çevrenin de korunmasında sorumlulukları ve yükümlülükleri de göz ardı edilmemelidir.

Atıksu arıtma tesisine gelen atık suların olumsuz etkileri düşünüldüğünde insan sağlığı açısından arıtılmanın güvenli bir şekilde yapılması, tesiste çalışan personelin kaza risklerinin ve meslek hastalıklarının azaltılması, teknik gelişmelere uyum sağlanması, tutarlı ve kapsamlı bir önleme politikalarının geliştirilmesi, kaçınılması mümkün olmayan risklerin analizi ve kaynağında mücadele edilerek önlenmesi büyük önem taşımaktadır [2],[12].

Atıksu arıtma tesislerinde yapılan işten kaynaklı olarak çevre ile iç içe bir faaliyet sürdürmektedir. Bu açıdan sadece tesisteki çalışma şartlarından ve yapılan işten kaynaklanan risklerin dışında çevresel boyutta neden olabileceği tehlikelerde göz önünde bulundurulmalıdır. Risk analizi sürecinde çevre boyutunun dahil edilmesi ve çevre açısından yaşanabilecek risklerin saptanması önem arz etmektedir. Çevresel etkilerin belirlenmesi ve bu etkilerin neden olabileceği olumsuz koşullara göre öncelikler yeniden gözden geçirilmelidir.

Bu kapsamda, İSG mevzuatından doğan işverenin sorumlulukları yanı sıra sistemli ve bilimsel çalışarak risk değerlendirmelerinin yapılması önemlidir. Yapılacak risk değerlendirmesi çevre, iş ve işçi sağlığı açısından tehlikelerin ortaya konması, ölüme, hastalığa, yaralanmaya, flora-fauna gibi ekosistemde hasara neden olan veya olabilecek tehlikelerin asgari seviyeye getirilmesinde yararlı olacaktır [3].

Çevre ile çok yönlü bağlantısı olan biyolojik atık su arıtma tesislerinde gerekli risk değerlendirmelerinin yapılması gereklidir. Tespit edilen risklerden kim ya da kimlerin, neyin ya da nelerin, nasıl ve ne kadar şiddette zarar görebileceği ile kontrol ve önlemlerin tespit edilmesi, gereken İSG politikalarının temel aşamalarıdır [4].

Biyolojik atıksu arıtma tesisi gibi çevre ile etkileşimdeki bu tip tesislerde oluşabilecek iş kazası "*Kaza sonucu meydana gelebilecek zararın büyüklüğü kestirilemez, bu tamamen tesadüflere bağlıdır*" prensibine dayanmaktadır [8]. Tüm işletmelerde olduğu gibi kuşkusuz ki atıksu arıtma tesislerinde de kaza riski mevcuttur fakat bu kazanın hem çevre boyutunu hem de işçi sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini diğer sektörlerle nazaran ön görmek ve ortaya çıkarmak daha zordur. Bu zorluklardan dolayı çevre ile etkileşimi yüksek olan işyerlerinde uygulanması gereken işçi sağlığı ve güvenliği politikaları, öngörü ve varsayımlar yapısı ile uyumlu, tutarlı ve sürdürülebilir olmalıdır [9].

Endüstrinin ve şehirleşmenin oldukça yoğun olduğu Adana ilinde kullanılmış suların arıtılması için belediye tarafından kurulan evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisleri mevcuttur. Adana ili genelinde oluşan atık sular kurulan atıksu arıtma tesislerinde arıtılarak tekrar alıcı ortama deşarj edilmektedir. Atıksu arıtma tesislerinde arıtmadan sonra oluşan çamur atıkları geri dönüşüm ve sıfır atık politikaları ile elektrik enerjisi elde edilmekte ya da ilgili yönetmeliklere uygun olarak hazırlanmış özel atık çamur depolama alanlarında sağlıklı ve düzenli bir şekilde bertarafı gerçekleştirilmektedir. Bu faaliyetlerin yürütülmesi sırasında iş kazası ve sağlık riskleri oluşabileceği gibi çevresel riskler de doğabilmektedir.

Atıksu arıtma tesislerinde atık suyun tesise girişinden atık çamurların depolaması ve en son yakma veya depolanma işlemlerine kadar tüm proseste çevresel boyutu da göz önüne alınarak, kaza ve sağlık risklerinin tespiti ve analizi büyük önem arz etmektedir. İSG uygulamalarında risk tespiti ve analizi daha önceden tesiste alınmış tedbir ve kontrol yöntemleri ile birlikte düzenlenmesi daha kapsamlı bir bakış açısı sunar. Risklerin tanımlanması ve değerlendirilmesinde bir tehlike kaynağından birden fazla tehlike, her bir tehlikeden de birden fazla risk tespit edilebilir. Bu açıdan tesisteki tüm faaliyetlerden kaynaklı tehlike veya risklerin hepsi esas alınarak değerlendirme yapılmalıdır. Böylece yapılan etkinliğin veya durumun doğurabileceği çevre, iş ve sağlık boyutları tam olarak risk analizinde irdelenmiş olur. Ancak böyle bir yaklaşım ile çevreye, ölüme, hastalığa, yaralanmaya sebebiyet verebilecek tüm istenmeyen olayların değerlendirilmesi mümkün olur.

Risk analizinde, Ön (Birincil) Tehlike Analizi, 5x5 Matris diyagramı (L Tipi Matris), X Tipi Matris Diyagramı, Çeklist Kullanılarak Birincil Risk Analizi, Tehlike ve İşletilebilirlik Çalışması Metodolojisi (HAZOP), Hata Türleri ve Etki Analizi (FMEA), Hata Ağacı Analizi (FTA) ve Olay Ağacı Analizi (ETA) yöntemleri başta olmak üzere pek çok alternatif metod bulunmaktadır [1]. Bu yöntemlerden 5x5 matris yöntemi birçok sektörde risk analizinde kullanılmaktadır. Ceylan ve Başhelvacı [5] çalışmalarında yapı sektöründe hizmette bulunan bir fabrikada bu yöntem ile risk analizi yapmıştır. İnşaat sektörü için toplam 74 adet risk belirlenmiş ve risklerin önem seviyeleri ortaya konulmuştur. Her bir risk için kontrol ve önlem faaliyetleri oluşturulmuştur. Uzun [12] çalışmasında yapı makineleri (forklift, kule vinci, mobil vinç, yükleyici, beko yükleyici, ekskavatör, beton pompası, dozer, greyder, silindir

ve damperli kamyon) için bu yöntem ile riskleri değerlendirmiştir. Çalışmada ayrıca kule vinci için yapılan risk analizi fine kinney yöntemi ile de puanlandırılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Dedeler [6] hazır giyim işletmesinde risk matris yöntemi ile yaptığı risk analizinde en büyük öneme sahip riski gürültü olarak belirlemiştir. Önder ve arkadaşları [10] kömür madenciliğinde meydana gelen iş kazalarının risk analizi için matris yaklaşımını kullanmışlardır. İş kazaları yer altı ve yer üstü olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Risk analizi sonucunda 'iş makineleri' yer üstü kazaları, 'malzeme düşmesi' ise yer altı iş kazaları arasında en yüksek puana sahip olduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışmada da atıksu arıtma tesisinde meydana gelebilecek riskler belirlenmiş olasılık ve şiddetleri analiz edilmiş ve bunlara çevre boyutu da eklenerek risk değerlendirmesi yapılmıştır. Risk matris metodu ve bu metoda çevre boyutu eklenerek yapılan risk değerlendirmesi kıyaslanarak atıksu arıtma tesisinde iş güvenliği politikalarının uygulanmasında önem dereceleri analiz edilmiştir.

2 Materyal ve metot

2.1 Materyal

Adana ilinde kurulu bulunan iki adet atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi şehrin batısında kurulu bulunup, 650 000m² lik alanı kapsamaktadır. 227.346 m³/gün arıtma kapasitesine sahiptir. Yüreğir Atıksu Arıtma Tesisi ise şehrin doğusunda kurulu bulunup 400.000m²lik alan üzerinde 127.000 m³/gün arıtma kapasitesine sahiptir. Her iki tesiste de evsel atık sular ve ön arıtmadan geçmiş endüstriyel atık suların arıtımı gerçekleştirilir. Böylece evsel atık sular direkt, endüstriyel atık sular ise bir ön arıtmaya tabi tutularak son alıcı ortam olan Akdeniz'in kirletilmesi büyük ölçüde engellenmiştir.

Bu arıtma tesislerinde birinci aşama, ızgara ve kum tutuculardan oluşan mekanik ön-arıtma yapılarına sahiptir. Ön çökeltme tankları ve aktif çamur prosesine göre dizayn edilmiş biyolojik arıtma ve son çökeltim havuzlarını kapsamaktadır. Çamur arıtma sistemi ise anaerobik mezofilik çürütme prosesine göre dizayn edilmiş çamur stabilizasyon ve çamur susuzlaştırma tesisleri inşa edilmiştir. Arıtma tesisi ilerideki zamanlarda azot ve fosfor giderimi ile daha kaliteli çıkış suyu elde edilebilmesine olanak verecek şekilde kurulmuştur. Kaba maddeleri kaba-ince ızgaralarda toplandıktan sonra kum ve yağ tutucu ünitesine atık su geçer. Ön çökeltim tanklarına gelen su havalandırma tanklarına alınır. Son çökeltim tanklarından sonra alıcı ortama arıtılmış su verilir. Proses boyunca oluşan çamur, çamur ön-son yoğunlaştırıcılarına buradan da çürütücü tanklarına geçer. Yoğunlaştırılmış çamur belt pres ile susuzlaştırılarak yönetmeliğe uygun olarak katı atık tesislerine veya depolama sahalarına götürülür. Bu sırada oluşan gaz biyogaz üretimi için kullanılır. Atıksu arıtma tesislerinin genel yapısı ve ünitelerinin görünüşleri Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

2.1 Metot

Çalışmanın ilk adımında kolay uygulanabilirliği sayesinde sıklıkla tercih edilen 5x5 risk analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz yönteminde tehlikenin yarattığı olayın olasılık ve şiddet parametrelerinin göz önüne alınması gerekmektedir. Her bir parametre 1-5 aralığında değerler almaktadır. Olasılık parametresi için skala değerleri Tablo 1'de, şiddet parametresi için skala değerleri Tablo 2'de verilmiştir [7].



Şekil 1: Biyolojik atık su arıtma tesisi genel görünümü. (a): Batı (Seyhan) atıksu arıtma tesisi, (b): Doğu (Yüreğir) Atıksu arıtma tesisi).



Şekil 2: Çökeltim ve havalandırma havuzları.

Tablo 1: Olasılık parametresi için skala değerleri.

Olasılık	Açıklama
1	Hemen hemen hiç
2	Çok az (Yılda bir)
3	Az (Yılda birkaç kez)
4	Sıklıkla (Ayda bir)
5	Çok sıklıkla (Haftada bir, her gün)

Tablo 2: Şiddet parametresi için skala değerleri.

Şiddet	Açıklama
1	İş saati kaybı yok, hemen giderilebilen, ilk yardım gerektiren
2	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan
3	Hafif yaralanma, kısa süreli tedavi
4	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
5	Ölüm, sürekli iş görmezlik

Çalışmanın ikinci adımında matris yaklaşımında bulunan olasılık ve şiddet parametrelerine ek olarak çevre boyutu dikkate alınmıştır. Uzman görüşü doğrultusunda hazırlanan ve bu çalışmada dikkate alınan çevre boyutuna ait skala Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Çevre boyutuna ait skala değerleri.

Puan	Çevre Boyut Açıklaması
1	Çevreye herhangi bir zarar vermemektedir.
2	Çevreye zararlı etkisi vardır ama önlem ile kontrol altına alınabilir.
3	Çevreye çok fazla, kalıcı, zararı vardır.

Klasik matris risk analizi yöntemiyle her bir tehlikenin klasik risk puanı (RP1) Denklem 1'e; bu çalışmada önerilen yöntemde risk puanı (RP2) ise Denklem 2'ye göre hesaplanmaktadır. Denklem 2'de dikkate alınan çevre boyut parametresi, atıksu arıtım tesisinde oluşacak tehlikelerin önem seviyelerinin belirlenmesinde, çevreye verilen zararın riskler arasında ayırt edici rol oynamasını sağlamaktadır.

$$RP1 = Olasılık * Şiddet \quad (1)$$

$$RP2 = Olasılık * Şiddet * Çevre Boyutu \quad (2)$$

3 Bulgular

Biyolojik atıksu arıtma tesisinde gerçekleştirilen çalışmanın ilk adımında tesiste bulunan İSG uzmanları ile beraber 22 adet risk tanımlanmış ve bu riskler Tablo 4'te verilmiştir. Riskler belirlenirken genel olarak herhangi bir işletmede oluşabilecek elektrik, aydınlatma, ıslak zemin vb. riskler göz ardı edilmiş olup atıksu arıtma tesislerine özgü riskler üzerinde durulmuştur. Tablo 4'te bulunan tehlikeler ilk olarak klasik 5x5 risk analiz yöntemine göre analiz edilmiştir. Her bir tehlikenin olasılık değeri Tablo 1; şiddet değeri Tablo 2 dikkate alarak belirlenmiştir. Denklem 1'den elde edilen RP1 değerleri ve RP1 değerine göre önem seviyeleri de (Risk Sıralaması 1) Tablo 4'te verilmiştir. RP1 değerine göre atıksu arıtma tesisi için en önemli risk 12 puana sahip "Çalışan personelin kişisel koruyucu donanımlarını kullanmaması sonucu

kullanılan maddelerin teması ile bulaşıcı hastalık veya yaralanma"dır.

Çalışmada önerilen yöntemde risk puanı hesaplanırken çevre boyutu da dikkate alınmaktadır. Bu nedenle atıksu arıtma tesisi için belirlenen her bir risk için İSG uzmanları ile beraber Tablo 3'e göre çevre boyut puanı belirlenmiştir. Tehlikelerin çevre boyut puanları ve bu puanların dikkate alınması sonucu elde edilen RP2 değerleri de Tablo 4'te verilmiştir. Çevre boyutunun dikkate alınması ile RP1 değerine göre en önemli olan riskin önem seviyesi RP2 değerine göre üçüncü sıraya düşmüştür. RP1 değerine göre ikinci önem seviyesinde olan 'Kimyasal malzeme boyutlarının elle taşınmayacak kadar büyük olmasına bağlı malzemenin düşmesi' riski ise RP2 değerine göre birinci önceliğe yükselmiştir.

Tablo 4: Biyolojik atıksu arıtma tesisi için tanımlanan riskler.

Sıra No	Tehlike	Olasılık	Şiddet	RP1	Risk			Risk Sıralaması 2
					Sıralaması 1	Çevre	RP2	
T1	Çalışan personelin kişisel koruyucu donanımlarını kullanmaması sonucu kullanılan maddelerin teması ile bulaşıcı hastalık veya yaralanma	3	4	12	1	1	12	3
T2	Kimyasal malzeme boyutlarının elle taşınmayacak kadar büyük olmasına bağlı malzemenin düşmesi	3	3	9	2	2	18	1
T3	Çalışan personelin kişisel koruyucu donanımlarını ile Laboratuvar dışına bulaşıcı hastalık taşıması ve olumsuz hijyen koşulları	3	3	9	2	1	9	4
T4	Yetersiz yapılan ilaçlamadan kaynaklı çalışan ve yöre halkında rahatsızlık oluşturacak haşere ve koku problemi	3	2	6	3	2	12	3
T5	Atıksuların sağa sola sıçratılmasına bağlı çevre kirliliği	3	2	6	3	2	12	3
T6	Laboratuvarda çatlak veya kırık malzeme kullanımı ile kesik veya batma sonucu yaralanma ve bulaşıcı hastalık	2	3	6	3	1	6	5
T7	Kimyasal maddelerin uygun depolanmaması sonucu yangın ve patlama	1	5	5	4	3	15	2
T8	Çamur süzöntü suyu depo kısmında oluşan metan gazının bulunması ile patlama	1	5	5	4	3	15	2
T9	Uyarı ve ikaz işaretlerinin olmaması sonucu havuza düşme, yaralanma veya ölüm	1	5	5	4	1	5	6
T10	Korkulukların sağlam olmaması veya korkuluklardan sarkmaya bağlı havuza düşme, yaralanma veya ölüm	1	5	5	4	1	5	6
T11	Hareketli aksamların muhafaza altında olmaması sonucu çalışanların hareketli aksamlara uzuvlarını kaptırmaları ile yaralanma, ölüm	1	5	5	4	1	5	6
T12	Polielektrolit hazırlama ünitesinin üzerine malzeme dökmek için çıkılmasına bağlı makine üzerinden düşme	1	5	5	4	1	5	6
T13	Regülatör(stabilizatör)ün olmaması Voltajdaki dalgalanmadan dolayı, havuzlardaki ekipmanların ve sistemlerin arızalanması veya yanması sonucu yaralanma	1	4	4	5	1	4	7
T14	Çöp kovalarına işletmeden kaynaklı atıkların atılmasıyla bulaşıcı hastalıkların yayılması ve sağlık problemlerinin oluşması	1	3	3	6	2	6	5
T15	Çalışma ortamının havasız olmasına bağlı Solunum rahatsızlıkları	1	3	3	6	1	3	8
T16	Kimyasal maddelerin bulunduğu şişe ve kapların etiketlenmemesi veya yanlış kullanımı sonucu yaralanmalar	1	3	3	6	1	3	8
T17	Kimyasal malzemenin koklanması veya tatması sonucu zehirlenme ve yaralanmalar	1	3	3	6	1	3	8
T18	Arıtma çamurunu taşıyan araçların tekerlerinin yıkanmaması çevre kirliliği	1	2	2	7	3	6	5
T19	Çamurların depolanma sahasında atık bertarafında gerekli önlemlerin alınmaması	1	2	2	7	3	6	5
T20	Tesis işletme problemlerden kaynaklı çıkış suyu kalitesinde düşüş	2	1	2	7	3	6	5
T21	Kaba ve İnce ızgaraların temizlenmesinde atıklardan kaynaklı çevre kirliliği	1	2	2	7	1	2	9
T22	Çamur süzöntü suyu depo girişinde uyarı levhalarının olmamasına bağlı güvensiz davranış	1	2	2	7	1	2	9

Tablo 4'te bulunan RP1 ve RP2 değerlerine bağlı öncelik sıralamaları incelendiğinde 7 adet riskin (R2, R7, R8, R14, R18, R19 ve R20) öncelik sıralamasının arttığı, 2 adet riskin (R4 ve R5) öncelik sıralamasının değişmediği ve geriye kalan 13 adet riskin öncelik sıralamasının ise düştüğü görülmektedir.

Denklem 1'deki RP1 hesaplamasına göre risklerin eşit puana sahip olması durumunda Denklem 2'de dikkate alınan çevre boyutu risklerin önem seviyelerinin belirlenebilmesini sağlamıştır. Örneğin R2 ve R3 risklerini dikkate aldığımızda her ikisinin de Denklem 1'e göre RP1 değeri 9 olarak hesaplanmıştır. Klasik yöntemle göre değerlendirme yapıldığında her iki risk eşit öneme sahip olacaktır. Bu durum risklerin önlenmesi için alınacak önlem planlarında eşit önceliğe sahip olmasına, var olan işgücü ve maddi olanakların her iki riske eşit dağıtılmasına neden olacaktır. Kısıtlı kaynak bulunması durumunda önlem planlarının uygulanmasında İSG uzmanları büyük zorluk yaşayacaktır. Denklem 2'deki RP2 hesaplamasına göre R2 ve R3 riskleri tekrar incelendiğinde çevre açısından R2'nin daha yüksek RP2 değerine dolayısıyla daha yüksek önceliğe sahip olduğu görülmektedir.

4 Sonuçlar

Risk analizinde tehlikelerin belirlenip önlemlerin alınabilmesi için risklerin önem seviyelerinin doğru parametrelerle belirlenmesi gerekmektedir. Ancak risklerin analiz edilerek derecelendirilmesinde çevre boyutu göz ardı edilmiştir. Bu çalışma, ulusal ve uluslararası risk değerlendirilmesinde kabul görmüş klasik risk matrisi değerlendirme yaklaşımına dayanmaktadır. Adana ilinde bulunan biyolojik atıksu arıtma tesisinde risk değerlendirilmesi için bu analizi yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada dikkate alınan biyolojik atıksu arıtma tesisi ekosistem ile sürekli bir etkileşim halinde olduğu için risk değerlendirilmesi kapsamında tespit edilen tehlikenin meydana gelme olasılığı ile meydana gelmesi durumunda şiddetinin derecesine ek olarak tehlikenin sebep olabileceği çevre boyutu da ele alınmıştır.

Atıksu arıtma tesislerinde mevcut proseslerin gerçekleştiği tanklar/reaktörler, ölçüm ve analizlerin yapıldığı laboratuvarlar ile kimyasal maddelerin depolandığı alanlarda iş sağlığı ve güvenliği açısından 22 farklı tehlike tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında tespit edilen tehlike unsurlarını risk analizi metoduyla derecelendirmiştir. Klasik risk analizi ve çevre boyutu eklenmiş risk analiz sonucunda elde edilen risk derecelendirmeleri karşılaştırılmıştır. Belirlenen 22 adet tehlikeden sadece 2 tehlikenin önem seviyesinin değişmediği, geriye kalan 20 tehlikenin önem seviyesinde değişiklik olduğu görülmüştür. Bu değişim değişken ve karmaşık olan çevre boyutunun, ekosistem ile ilişkili olan bu tip tesislerin risk değerlendirilmesinde büyük önem arz ettiğini göstermektedir.

5 Kaynaklar

- [1] Akpınar T, Çakmakkaya BY. "İş sağlığı ve güvenliği açısından işverenlerin risk değerlendirme yükümlülüğü". *Çalışma ve Toplum-Ekonomi ve Hukuk Dergisi*, 40(1), 2014.
- [2] Botan UE, Dağlı ÇS, Yüksel A. "The evaluation of the situation of the waste water treatment stations near the lake van". *Journal of Continuing Medical Education*, 24(5), 173-177, 2015.
- [3] Carroll S, Thomas E, Hargreaves FR, Dawes L. "Integrated risk framework for onsite wastewater treatment systems". *Environmental Management*, 38(2), 286-303, 2006.
- [4] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi. "4857 Sayılı İş Kanunu". <http://www.casgem.gov.tr/sayfalar/liste/params/tip-mevzuat> (28.10.2016).
- [5] Ceylan H, Başhelvacı VS. "Risk değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: bir uygulama". *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2), 25-33, 2011.
- [6] Dedeler, H. Bir İşletmede İşyeri Fiziksel Risk Etmelerinin Çalışanların Sağlığına Olan Etkisinin Saptanması ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye, 2008.
- [7] Environment Protection Authority Victoria. "Guidelines For Risk Assessment of Wastewater Discharges to Waterways Information bulletin". <http://www.epa.vic.gov.au> (20.10.2016).
- [8] Ferenc LT, Hıznyik E. "Integrated environmental assessment methods: Evolution and applications". *Environmental Modeling & Assessment*, 3(3), 193-207, 1998.
- [9] Gül M, Güneri AF, Selvi AE. "Bulanık karar verme yaklaşımları kullanılarak matris (L-Matris) metodu bazlı risk değerlendirmesi". *VII. İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı*, İstanbul, Türkiye, 5-7 Mayıs 2014.
- [10] Önder S, Suner N, Önder M. "Madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının risk değerlendirme karar matrisi ile incelenmesi". *22. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi*, Ankara, Türkiye, 11-13 Mayıs 2011.
- [11] Özkars R, Yıldız S. "Türkiye'deki atıksu arıtma tesislerinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi". *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(3), 254-261, 2013.
- [12] Uzun İM. İnşaatlarda Yapı Makinaları Kullanımında İş Güvenliği Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2012.