

Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanımı: Paşaköy Atıksu Arıtma Tesisi Örneği

Melike YALILI KILIÇ^{1*}, Kawthar RUKIAH¹

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059, Nilüfer, Bursa

Alınış tarihi: 14 Haziran 2022

Düzeltilme tarihi: 28 Haziran 2022

Kabul tarihi: 28 Haziran 2022

Özet: Dünyada yaşanan hızlı nüfus artışı ve sanayinin gelişmesine paralel olarak su kullanımı da her geçen gün artmaktadır. Temiz su kaynaklarına olan erişimin zorlaştığı günümüzde, mevcut su kaynaklarının tasarruflu kullanılmasına ilave olarak alternatif su kaynaklarının yaratılması oldukça önem arz etmektedir. Bu alternatif kaynaklardan birisi olan arıtılmış atıksuların farklı alanlarda yeniden kullanılması, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına önemli oranda katkı sağlayacaktır. Dünyanın en kalabalık şehirlerinden birisi olan İstanbul, ticaret merkezi olması, ekonomisinin büyüklüğü, konumu, tarihi ve turistik değerleri ile en fazla göç alan şehirlerin başında gelmektedir. 16 milyonluk nüfusu ve yıllık %24.2 nüfus artış hızı ile İstanbul'da, yüksek miktarlarda atıksuyun oluşması kaçınılmazdır. Bu çalışmada, Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi'nde arıtılmış atıksuların Riva Deresi'ne deşarj edilmeden önce Ömerli Havzası'ndaki yeşil alan ve tarım arazilerinin sulanmasında kullanılması halinde sağlanabilecek su tasarruf miktarı hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Arıtma, atıksu, su tasarrufu, UV dezenfeksiyon, yeniden kullanım

Reuse of Treated Wastewater: The Example of Paşaköy Wastewater Treatment Plant

Received: 14 June 2022

Received in revised: 28 June 2022

Accepted: 28 June 2022

Abstract: In parallel with the rapid population growth in the world and the development of industry, water use is increasing day by day. It is very important to create alternative water resources in addition to the efficient use of existing water resources, in today's world, where access to clean water resources is difficult. The reuse of treated wastewater, one of these alternative sources, in different areas will contribute significantly to the sustainable use of water resources. Being one of the most crowded cities in the world, Istanbul is one of the cities that receive the most immigration with its being a trade center, the size of its economy, its location, historical and touristic values. With a population of 16 million and an annual population growth rate of 24.2%, large amounts of wastewater will inevitably occur in Istanbul. In this study, the amount of water savings that can be achieved if treated wastewater from Paşaköy Advanced Biological Wastewater Treatment Plant is used for irrigation of green areas and agricultural lands in Ömerli Basin before being discharged to Riva Stream has been calculated.

Key words: Treatment, wastewater, water saving, UV disinfection, reuse

To Cite: Yalili Kilic M., K. Rukiah 2022. Reuse of Treated Wastewater: The Example of Paşaköy Wastewater Treatment Plant. Journal of Biosystems Engineering 3(1): 50-57

1. Giriş

Su, yeryüzündeki tüm canlıların yaşamını devam ettirebilmesi için ihtiyaç duyduğu sınırlı ve stratejik bir doğal kaynaktır (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008). Son yıllarda nüfus artışı, küresel ısınma, iklim değişikliği ve dünyadaki diğer çevresel değişiklikler nedeniyle su krizi her geçen gün daha fazla gündeme gelmektedir. Nüfus artışı ve su kaynaklarının aşırı ve bilinçsiz kullanımı nedeniyle su krizinden muzdarip dünyada yaklaşık 29 ülke bulunmaktadır.

Dünya Su Geliştirme Raporu'nda, dünya nüfusunun 2025 yılında 9,3 milyar olacağı ve 60 ülkede 7 milyar kişinin suya ulaşmada sorun yaşayacağı öngörülmüştür (Özbay ve Kavaklı, 2008).

Su krizi, Orta Doğu ve Kuzey Afrika gibi birçok ülkenin karşılaştığı en büyük sorunlardan biridir. Dünya genelinde artan su krizi, temiz su kaynakları yerine alternatif su kaynaklarının kullanılmasına yönelik araştırmaların artmasına neden olmuştur. Alternatif su kaynaklarının en önemlilerinden birisi, atıksuların ileri arıtma teknolojileriyle arıtılması ve yeniden kullanılmasıdır. Genellikle arıtılmış atıksular tarım ve tarım dışı sulamada (park, bahçe, yeşil alanlar, golf sahası, yol kenarları vb.), sanayi sektöründe (soğutma, yıkama, kazan besleme) ve yangın söndürme işlemlerinde kullanılmaktadır (Özbay ve Kavaklı, 2008; Kitiş, 2009).

Dünya genelinde arıtılmış atıksuları çeşitli amaçlarla kullanan birçok ülke bulunmaktadır. Su kıtlığı çeken Orta Doğu ülkelerindeki tatlı su kaynakları üzerindeki baskının artmasıyla birlikte, mevcut tatlı su kaynaklarının korunması ve daha verimli kullanılması ihtiyacı da artmıştır. Bu ülkeler, su kıtlığını kısmen hafifletmek için tarım ve sanayide yüksek kaliteli su kaynakları yerine geri dönüştürülmüş suyu kullanabilmektedir. Orta Doğu bölgesinde arıtılmış atıksuyu en çok kullanan ülkeler; Ürdün, Mısır, İran, İsrail, Suriye ve Suudi Arabistan'dır (Demir ve ark., 2017).

Su kaynakları açısından en fakir ülkelerden biri olan Ürdün'de, atıksular 20 yıllık bir dönem boyunca stabilizasyon havuzlarında arıtılarak tarımsal sulamada kullanılmıştır. Ancak günlük arıtılan atıksu miktarının artması nedeniyle arıtma veriminde düşüş olmuştur. Bu nedenle bu tesisler yenilenerek klasik aktif çamur tesisleriyle değiştirilmiştir. Geri kazanılan atıksuların yıllık yaklaşık %75'i, Amman, Zarqa ve Russaifa şehirlerinden atıksu alan Khirbit As-Samra Atıksu Arıtma Tesisi'nde üretilmektedir. Bu tesiste arıtılan yıllık 60 milyon m³ atıksu Zarqa Nehri aracılığıyla Kral Talal Rezervuarına ulaşmaktadır. Burada arıtılan atıksularla üzüm, sebze, tarla bitkileri, çekirdekli meyveler ve muz yetiştirilmektedir (Ammary, 2007; Saraoğlu, 2014).

Tatlı su kıtlığı çeken İsrail'de, arıtılmış atıksuların tarım arazilerinin sulanmasında kullanılma oranı %51'den %72'ye çıkmıştır. Ülkenin yasal mevzuatları baz alınarak arıtılmış atıksuların büyük bir kısmı, mahsulün ve hayvan yemi bitkilerinin sulanmasında kullanılmaktadır (Angelakis ve ark., 2002). Arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı için İsrail'de, klasik aktif çamur, membran biyoreaktör, ardışık kesikli reaktör uygulamaları veya havalandırılmalı lagün kullanılmaktadır (Gohary ve ark., 2013).

Avrupa Birliği ülkeleri incelendiğinde, Yunanistan, Portekiz, İspanya, İtalya, Fransa ve Güney Kıbrıs gibi ülkeler arıtılmış atıksuların yeniden kullanılması ile ilgili kendi yasal

mevzuatlarını ve kılavuzlarını düzenlemişlerdir. Bu ülkelerin yasal mevzuatları, arıtılmış atıksuların karakterizasyonu, deşarj kriterleri, kullanım alanları, izleme ve halk sağlığı için gerekli önlemleri içermektedir (Duman, 2017).

Ülkemizdeki atıksuların yeniden kullanım örnekleri incelendiğinde, arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada doğrudan veya dolaylı olarak kullanımına ilişkin Aksaray, Eskişehir, Kayseri, Konya, Muğla ve İzmir gibi örnekler bulunmaktadır (Kaplan, 2010). Ülkemizde arıtılmış atıksuyun yeniden kullanımının en önemli örneklerinden biri Konya atıksu arıtma tesisidir. Ortalama 140.000 m³'lük atıksu arıtma kapasitesine sahip tesisin 3.600 m³'lük kısmı geri kazanım tesisine iletilmekte ve 3200 ha yeşil alanların sulanmasında kullanılmaktadır (Kurtkulak, 2014).

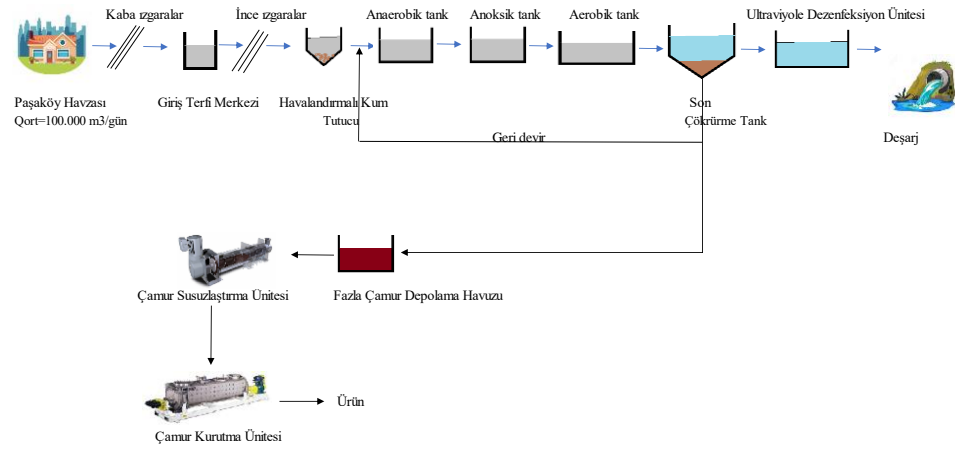
Bu çalışmada, sürekli azalmakta olan su kaynaklarının korunması için arıtılmış atıksuların yeniden kullanımının önemi ve alanları incelenmiştir. İlave olarak, İstanbul ilinde Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde arıtılmış atıksuların kullanılabilceği alanlar değerlendirilmiş ve bu atıksuların yeşil alanların sulamasında kullanılması halinde elde edilecek tasarruf miktarı hesaplanmıştır.

2. Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi (İBAAT)

Ömerli Barajı'nı kirliliğe karşı korumak için 2000 yılında 100.000 m³/gün'lük kapasite ile işletmeye alınan Paşaköy İBAAT'de, Sancaktepe, Sultanbeyli ve Çekmeköy ilçelerinin atıksuları arıtılmaktadır. İstanbul'da yaşanan nüfus artışıyla birlikte tesise 2. kademenin yapılması gerekliliği ortaya çıkmış ve 100.000 m³/gün'lük debiye hizmet verecek olan 2. kademe 2009 yılında tamamlanmıştır. Planlanan diğer tesislerle birlikte arıtma tesisi, 2.5 milyonluk nüfustan kaynaklı 500.000 m³/gün kapasiteli atıksuları arıtacak durumdadır (Şekil 1). Tesiste, ızgaralar, terfi merkezi ve koku giderim ünitesi, havalandırılmalı kum tutucu, biyofosfor, havalandırma ve son çöktürme havuzları, kum filtresi ve UV dezenfeksiyon ünitesi, çıkış terfi istasyonu, çamur depolama, susuzlaştırma ve kurutma üniteleri yer almaktadır (Şekil 2). Tesiste karbon, azot ve fosfor giderimi sağlanarak ileri biyolojik arıtımı yapılan atıksular, kum filtrasyonu ve UV dezenfeksiyon ünitesine verilmekte ve çıkış suyu kalitesi endüstride proses suyu ya da sulama suyu gibi farklı amaçlarla kullanılabilme düzeyine indirilebilmektedir. Daha sonra atıksular, 6 km'lik tünelle Riva Deresi aracılığıyla Karadeniz'e deşarj edilmektedir. Tesiste geri kazanılan atıksu miktarı 2021 yılı itibarıyla 71.859 m³/gün, 26.130.150 m³/yıl değerindedir (Çizelge 1). Tesise ait 3. kademe proje çalışmaları 2021 yılında tamamlanmıştır (İSKİ, 2022).



Şekil 1. Paşaköy İBAAT Genel Görünümü



Şekil 2. Paşaköy İBAAT Akım Şeması

Çizelge 1. Paşaköy İBAAT'ne Ait Bilgiler

İşletmeye alındığı yıllar	2000 (1. Kademe) 2009 (2. Kademe)
Kapasite (m ³ /gün)	100.000 (1. Kademe) 100.000 (2. Kademe)
Yıllık arıtılan atıksu miktarı (m ³ /yıl)	67.906.942
Ortalama günlük arıtılan atıksu miktarı (m ³ /gün)	186.046
Yıllık elektrik tüketimi (kWsa/yıl)	26.277.035
Elektrik üretimi (kWsa/yıl)	26.299.600
Doğalgaz tüketimi (Nm ³ /yıl)	10.831.214
Toplam katı atık miktarı (kg/yıl)	1.036.110
Toplam kazanım suyu (m ³ /yıl)	26.130.050

2.1. Paşaköy İBAAT'nde Arıtılmış Atıksuyun Kullanılabileceği Alanlar

Yeşil Alanların Sulanması

İstanbul, her yıl binlerce turistin geldiği dünyanın en önemli turizm şehirlerinden biridir. Parklar, golf sahaları, spor alanları, bahçeler ve piknik alanları gibi yeşil alanlar İstanbul gibi büyük şehirler için oldukça önemlidir. Ayrıca son on yılda İstanbul'daki nüfus artışıyla birlikte su kullanımının da artması, oluşan atıksu miktarının da artmasına neden olmaktadır. Paşaköy İBAAT'ndeki dezenfeksiyon ünitesi etkin bir şekilde çalıştırılırsa, arıtılan atıksu yeşil alanların sulanmasında yeniden kullanılabilir.

Paşaköy İBAAT'nin dezenfeksiyon ünitesi'nden çıkan arıtılmış atıksu, Sancaktepe, Samandıra, Sarıgazi, Sultanbeyli, Tuzla, Pendik ve Kartal ilçelerinde yer alan park, bahçe, rekreasyon alanları, Sabiha Gökçen Havalimanı, sahil boyu park ve mesire alanlarında kullanılabilir.

Tarımsal Alanlar

Paşaköy İBAAT'nde arıtılan atıksular, terfi merkezi ve iletim hattı vasıtasıyla Tuzla ve Çekmeköy ilçelerindeki tarım alanlarının sulanmasında kullanılabilir. Kuru baklagil ve sebze yetiştiriciliği yapılan Tuzla'da tarım alanları 2800 ha iken, Çekmeköy'deki tarım alanları yaklaşık 1000 ha'dır (İSKİ, 2022).

Sanayi Siteleri

Paşaköy İBAAT'ndeki 100.000 m³/gün kapasiteli terfi merkezi ve 20 km'lik iletim hattı ile Tuzla'da bulunan Organize Deri Sanayi Bölgesi'nin arıtılmış ve dezenfekte edilmiş atıksularla beslenmesi ve bölgedeki yeşil alanların sulanması söz konusu olabilecektir (İSKİ, 2022).

3. Sulama Suyu Kullanımı Hizmet Bedelinin Hesaplanması

Paşaköy İBAAT'nde arıtılan atıksular Riva Deresi'ne deşarj edilmektedir. Bölgedeki fabrikaların atıksularını yeterli derecede arıtma yapmadan Riva Deresi'ne deşarj etmesi sonucunda son yıllarda kirlilik oranı giderek artmıştır. Dere üzerindeki kirlilik baskısını azaltmak, sahip olduğumuz tatlı su kaynaklarını miktar ve kalite yönünden korumak için, Paşaköy İBAAT'nde arıtılan atıksuların, Ömerli Havzasının İstanbul ili sınırları içerisindeki yeşil alanları ve tarım arazilerini sulama amaçlı kullanılabilirliği tavsiye edilmektedir.

Paşaköy İBAAT'nde, İSKİ 2021 yılı verilerine göre günlük arıtılan ortalama atıksu miktarı 186.046 m³/gün'dür (İSKİ, 2022). Bu miktar referans olarak alındığında yıl boyunca;

$186.046 \text{ m}^3/\text{gün} * 365 \text{ gün} = 67.906.790 \text{ m}^3$ artırılmış atıksu elde edilmektedir (Eşitlik 1)

10.11.2020 tarihli ve 29873 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan ‘2020 Yılında Sulama Birliklerince İşletilen Sulama Tesislerinde Uygulanacak Su Kullanım Hizmet Bedeli Tarifelerine İlişkin Karar’ ile sulama birliklerince işletilen sulama tesisleri grupları ve ücret tarifeleri açıklanmıştır. Sulama hizmet bedelleri hesaplanmasında bedeller bu karar doğrultusunda belirlenmekte, Paşaköy İBAAT – Tuzla ilçesindeki yeşil ve tarımsal alanların pompaj ile sulaması Grup 5’te yer almaktadır. Su kullanım hizmet bedeli m^3 başına 0.397 TL olarak belirlenmiştir (DSİ, 2022).

2021 yılı genelinde yaklaşık $67.906.790 \text{ m}^3$ su artıldığı öngörüldüğünde, bu suyun tamamen Riva Deresi’ne verilmeyip, Ömerli Havzası’nın İstanbul ili sınırları içerisindeki yeşil alanların ve tarım arazilerinin sulanmasında kullanılması durumunda kaliteli sulama suyu sağlanacağı düşünülmektedir.

Su kullanım hizmet bedeli;

$0.397 \text{ TL}/\text{m}^3 * 67.906.790 \text{ m}^3 = 26.958.995 \text{ TL}$ (Eşitlik 2) su ücretinden tasarruf sağlanacaktır.

Bu çalışmaya benzer olarak yapılan bir çalışmada, Bursa ili Osmangazi ilçesinde tarım alanlarının sulanmasında geri kazanılan atıksuların kullanılması durumunda, %86.5 oranında temiz sudan tasarruf sağlanacağı ve toplam alanın sulanması için 1.193.276 TL’lik sulama maliyetinden kar edileceği belirtilmiştir (Yalılı Kılıç, M., 2014). Bir başka çalışmada ise, Bursa ili İznik ilçesinde membran biyoreaktör ile arıtım yapılan evsel atıksuların 2019 yılı verilerine göre $1.611.110 \text{ m}^3$ su arıtılacağı ve bu artırılmış suların tarımda kullanılması neticesinde 439.833 TL’lik bir tasarruf sağlanacağı ifade edilmiştir (Adalı ve Yalılı Kılıç, 2020).

3. Sonuç

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, kentlere göç ve sanayinin gelişimine bağlı olarak suya olan ihtiyacın her geçen gün artması mevcut su kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek için, alternatif su kaynaklarından yararlanma konusu gündeme gelmektedir. Atıksuların geri kazanılarak yeniden kullanım uygulamalarının giderek artması, su kıtlığının azaltılması, kirlilik emisyonunun azaltılması, toprak kalitesinin iyileştirilmesi ve üretim masraflarından tasarruf gibi pek çok çevresel ve ekonomik açıdan fayda sağlayacaktır.

Bu çalışmada, Paşaköy İBAAT'nde arıtılan atıksuların geri kazanıldıktan sonra tarım alanlarının sulanması durumunda tasarruf edilecek su bedeli hesaplanmış ve bu değer yaklaşık 27.000.000 TL olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda oluşturulan öneriler aşağıda verilmiştir:

- Suyun sürdürülebilir şekilde etkin kullanımı için, Türkiye'de atıksuların geri kazanılması ve yeniden kullanılması çalışmaları devlet tarafından yapılacak teşviklerle yaygınlaştırılmalıdır.
- Arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı konusundaki önyargıların azaltılması için okullarda çevre sürdürülebilirliği ile ilgili eğitimler verilmeli ve su kıtlığının ciddiyeti ile atıksuların nasıl geri dönüştürülebileceği konusunda konferans ve etkinlikler düzenlenmelidir.
- Yerel yönetimler tarafından arıtılmış atıksuların endüstri, tarım alanları, otomobillerin yıkanması, lavabolar vb. gibi farklı alanlarda kullanımı için yapılacak detaylı çalışmalar ile topluma öncülük edilmelidir.

Finansal Destek: Makalenin hazırlanmasında herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Yazar katkısı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Çıkar çatışma beyanı: Yazarlar olarak herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederiz.

Etik kurul: Makale etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Kaynaklar

- Adalı, S., Yalılı Kılıç, M., 2020. Arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanımı: iznik örneği. Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi, 1(1): 12-23.
- Ammary, B.Y., 2007. Wastewater reuse in Jordan: present status and future plans. Desalination, 211: 64-176.
- Angelakis, A.N., Bontoux, L., Lazunva, V., 2002. Main challenges for water recycling and reuse in EU countries. WA Regional Sponion on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, 26-29 Elal, Yunanistan, s. 71-80.
- Demir, Ö., Yıldız, M., Sercan, Ü., Arzum, C.Ş., 2017. Atıksuların geri kazanılması ve yeniden kullanılması, Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2: 1-14.
- DSİ, 2022. www.dsi.gov.tr (Erişim tarihi: 09.06.2022)
- Duman, H., 2017. Arıtılmış kentsel atıksuların sulamada yeniden kullanımı: kayseri atıksu arıtma tesisi örneği, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi, Ankara.

- Gohary, F.E., DHV, Juhari, N., Chouckrallah, R., 2013. sustainable water integrated management (swim)- support mechanism, documentation of best practices in wastewater reuse in egypt, jordan, morocco. European Union.
- İSKİ, 2022. İSKİ 2021 yılı faaliyet raporu, www.iski.gov.tr (Erişim tarihi: 09.06.2022)
- Kaplan, A., 2010. Arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, çevre ve Orman Uzmanlık Tezi, Ankara, 125 s.
- Kitiş, Y.E., 2009. Çukurova bölgesi turunçgil bahçelerinde canlı ve cansız malç uygulamalarının entegre yabancı ot kontrolü açısından değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Kurtkulak, H., 2014. Kentsel atıksuların geri kazanımı ve yeşil alanların sulanmasında yeniden kullanımı: Konya kenti örneği. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özbay, İ., Kavaklı, M., 2008. Türkiye’de ve diğer ülkelerde arıtılmış atıksuların geri kazanım uygulamalarının incelenmesi. Çevre Sorunları Sempozyumu, 14-17 Mayıs, Kocaeli, s. 1052-1065.
- Pamuk Mengü, G., Akkuzu, E., 2008. Küresel su krizi ve su hasadı teknikleri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2): 75-85.
- Saraoğlu, E., 2014. Arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada yeniden kullanımı-ülkemizden ve dünyadan başarılı örnekler ve türkiye için uygulama önerileri. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Uzmanlık Tezi, Çevre ve Şehircilik Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Yalılı Kılıç, M., 2014. Bursa bölgesi’nde tarımsal sulamada geri kazanılmış atıksuların kullanımı ile sağlanan su tasarrufu. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, 21-23 Mayıs, Tekirdağ, s. 343-346.