



T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Kentsel Sistemler Mühendisliği

ZEYTİN KARASUYUNUN ARITILMASI

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan: Gamze TÜFEKÇİ

166201102

Danışman: Prof. Dr. Ali KALENDER

İstanbul, [2019]



T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kentsel Sistemler Mühendisliği

ZEYTİN KARASUYUNUN ARITILMASI

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan: **Gamze TÜFEKÇİ**

166201102

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Zeytin Karasuyunun Arıtılması” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklardan gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih / İmza

Gamze TÜFEKÇİ

ONAY

Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezim/Raporum sadece İstanbul Arel yerleşkelerinden erişime açılabilir.

Tarih / İmza

Gamze TÜFEKÇİ



ÖZET

ZEYTİN KARASUYUNUN ARITILMASI

Gamze TÜFEKÇİ

Yüksek Lisans Tezi, Kentsel Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali KALENDER

Ocak, 2019 – sayfa no. 98

Zeytin karasuyu, asidik PH ve yüksek organik madde içeriğine sahip olmakla birlikte, büyük oranda da askıda katı madde pektinler, fenol bileşikleri ve şeker içermektedir. Öteki yandan karasu; içeriğinde bulunan aromatik bileşikler, basit ve kompleks şekerlerden dolayı yüksek enerji kaynağı potansiyeline sahiptir. Zeytinyağı üretimine bağlı olarak meydana çıkan karasu miktarı ve karasuyun kirlilik özellikleri; zeytin çeşidinden, zeytinin yetiştirilen topraklarından, iklim özelliklerinden, ürün alınan ağacın yaşından, hasat döneminden, işletmecelerce kullanılan suyun kimyasal özelliklerinden dolayı değişiklik göstermektedir. Zeytin karasuyu, içerdiği yüksek organik kirlilik nedeni ile çevre kirliliğine sebep olmasıyla birlikte, içerdiği azot ve potasyum gibi besin maddeleri ile organik maddeler göz önüne bulundurularak ve fiziksel, kimyasal özellikleri de göz önünde bulundurularak, sıvı ve katı gübre olarak da kullanılabilirler.

Anahtar Kelimeler: zeytin, zeytinyağı, zeytin karasuyu, arıtma

ABSTRACT
OLIVE MILL WASTEWATER TREATMENT
Gamze TÜFEKÇİ
Master Thesis, Department of Urban Systems Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Ali KALENDER
January, 2019- page no. 98

Olive mill wastewater, acidic PH and high organic matter content, but largely also suspended solids pectins, phenol compounds, and sugar. On the other hand, olive mill wastewater; aromatic compounds contained in the content, because of the simple and complex sugar has the potential to high energy source. Depending on the amount of olive oil production resulting olive mill wastewater and pollution properties; olive varieties are grown olives, because soil, climate, the age of the tree taken from the properties of the product of the harvest period, the business, due to the water used as chemical properties. Olive mill wastewater, contained high organic pollution along with being the cause of environmental pollution because it contains nitrogen and potassium as nutrients and organic substances, taking into account and consider the physical and chemical properties are also considering can also be used as fertilizer, liquid and solid.

Key Words: olive, olive oil, olive mill, treatment

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında özellikle zeytin karasuyunun arıtılması ve arıtım aşamasındaki süreçlerde nasıl yol izlendiği hakkında araştırmalar yapılmıştır. Tez çalışmamın planlamasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın danışman hocam Prof. Dr. Ali KALENDER ve mesleğimi seçmem konusunda olduğu gibi tez konusunu seçerken de isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan annem Gülseren TÜFEKÇİ ve babam Mehmet TÜFEKÇİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

1. Bölüm.....	12
Giriş	12
1. Türkiye’de Zeytin Ve Zeytinyağı Üretimi Ve Üretim Sonucu Açığa Çıkan Madde; Karasu	12
1.1. Zeytin & Zeytinyağı Üretim Prosesleri Ve Prosesler Sonucu Açığa Çıkan Karasuyun Kirlilik Parametreleri.....	13
1.1.1. Kesikli (Geleneksel Presleme) Üretim Prosesi	13
1.1.2. Sürekli Üretim (Santrifüj) Prosesi.....	14
1.1.3. Süzme Prosesi.....	15
2.Bölüm.....	16
2. Karasu Arıtımında Optimum Arıtma Sistemlerinin Belirtilmesi.....	16
Genel.....	16
2.1. Zeytin Karasuyunun Arıtımında Kullanılan Yöntemler.....	17
2.1.1. Zeytin İşleme Atıksuların Ön Arıtımı	17
2.1.2. Zeytinyağ Üretimi Atıksuların Ön Arıtımı	18
2.1.3. Nihai Arıtma.....	18
2.1.4. Çamur Susuzlaştırma	20
2.1.5. Zeytin İşleme Atıksuların Ön Arıtımı	20
2.1.6. Zeytinyağ Üretimi Atıksuların Ön Arıtımı	21
2.1.7. Nihai Arıtma.....	24
2.2. Kimyasal Arıtma.....	24
2.3. Biyolojik Arıtma	26
2.4. İleri Arıtma	27
2.5. Çamur Susuzlaştırma Sistemi	28
3.Bölüm.....	32
3. Biyolojik Arıtma Ünitesinin Hacim Hesabında Rol Oynayan Kinetik Parametreler.....	32
3.1. Biyolojik Arıtma Yöntemleri.....	32
4. Bölüm.....	34
4. Gemlik Bölgesi Zeytin İşleme Tesisi	34
4.1. İşletmeye Ait Bilgiler :	34
4.2. Üretime Ait Bilgiler:	34
4.2.1. Hammaddeler Ve Ürünler:	34
4.2.2. Üretim Prosesi: (X) (%).....	34
4.2.3. Tesiste Hammadde Ürün Atıksu İlişkisi.....	34
4.2.4. Su Temin Şekli Ve Kullanımı	35
4.3. Atıksu Miktarları, Türü Ve Proje Debi Hesapları	36
4.3.1. Projeye Esas Bilgiler.....	36
4.3.2. Atıksu Kirlilik Değerleri	36
Parametre	36
4.4. Arıtılmış Su Kalitesi.....	37

Parametreler.....	38
4.5. Deşarj Yeri Ve Özellikleri	42
4.6. Tasarım Esasları.....	42
4.7. Tesise Ait Veriler	47
4.8. Ünitelerde Kullanılan Kimyasal Madde Miktarları	50
4.9. Arıtma Tesisinde Kullanılan Ekipmanlara Ait Enerji Sarfiyatları.....	50
4.10. Atıksu Arıtma Tesisi Proje Hesapları.....	51
4.10.1. Proses Açıklaması	51
4.10.2. Ünitelerin Boyutlandırılması	51
4.11. Hidrolik Hesaplar.....	74
4.12. İşletme Ve Bakım Talimatı.....	81
4.12.1. Acil Durum Talimatı.....	81
4.12.2. Tesisin Özet Tanımı.....	81
5. Bölüm.....	83
5.Reaktör (Biyolojik Arıtma Ünitesi) Hacim Abakları Belirlenmesi	83
Sonuç	94
Özgeçmiş.....	98

TABLULAR LİSTESİ

SAYFA

Tablo 1. 1. Üç Fazlı Ve İki Fazlı Zeytinyağı Ekstraksiyon Proseslerinde Üretilen Atıksu Ortalama Hacimleri	15
Tablo 1. 2. Sürekli Üretim Prosesinin Pres Teknolojisine Kıyasla Avantaj Ve Dezavantajları	15
Tablo 2. 1 Karasuyun Kirlilik Karakteristiklerine İlişkin Literatür Verileri.	17
Tablo 2. 2. Skky (Tablo 5.5) Zeytinyağı Fabrikası Atıksuları İçin Belirlenen Deşarj Kriterleri	17
Tablo 2. 3 Karasuyun Ön Arıtma Ve Biyolojik Arıtma Yöntemleriyle Arıtımı.....	29
Tablo 2. 4 Karasuyun Ön Arıtma Ve İleri Arıtma Yöntemleriyle Arıtımı.....	30
Tablo 2. 5 Zeytin Karasuyunun Arıtımında Kullanılan Yöntemlerle Elde Edilen Giderme Verimleri.....	31
Tablo 4. 1. Projelendirmede Esas Alınan Değerler	36
Tablo 4. 2. Zeytin Salamura İşletmeleri Atıksularının Karakterizasyonu	36
Tablo 4. 3. Kirlenici Deşarj Standartları.....	38
Tablo 4. 4. Fiziksel Arıtma Giriş-Çıkış Parametreleri	40
Tablo 4. 5. Kimyasal Arıtma Giriş-Çıkış Parametreleri.....	40
Tablo 4. 6. Biyolojik Arıtma Giriş-Çıkış Parametreleri.....	41
Tablo 4. 7. İleri Arıtma Giriş-Çıkış Parametreleri.....	41
Tablo 4. 8. Ekipman Sarfıyatı	50
Tablo 4. 9. Zeytin Salamura İşletmesi Atıksularının Kirlilik Değerleri.....	52
Tablo 4. 10. Dengeleme Havuzu Tasarım Değerleri	54
Tablo 4. 11. Flotasyon Tankı Tasarım Değerleri.....	55
Tablo 4. 12. Nötralizasyon Tankı Tasarım Değerleri	56
Tablo 4. 13. Koagülasyon Tankı Tasarım Değerleri.....	56
Tablo 4. 14. Flokülasyon Tankı Tasarım Değerleri.....	57
Tablo 4. 15. Kimyasal Çökeltme Tankı Tasarım Değerleri	59
Tablo 4. 16. Nötralizasyon Havuzu Tasarım Değerleri	60
Tablo 4. 17. Uzun Havalandırma Havuz Tasarım Kriterleri	62
Tablo 4. 18. Havalandırma Havuzu Tasarım Değerleri	66
Tablo 4. 19. Biyolojik Çökeltme Havuz Tasarım Değerleri.....	68
Tablo 4. 20. Temiz Su Havuzu Tasarım Değerleri.....	69
Tablo 5. 1. Tesis Değerleri.....	83
Tablo 5. 2. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 1	83
Tablo 5. 3. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 2	83
Tablo 5. 4. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 3	84
Tablo 5. 5. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 4	86
Tablo 5. 6. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 5	88
Tablo 5. 7. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 6	90

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1. Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Proseslerin Akım Şeması..... 14



1. BÖLÜM

GİRİŞ

1. TÜRKİYE'DE ZEYTİN VE ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ VE ÜRETİM SONUCU AÇIĞA ÇIKAN MADDE; KARASU

Zeytin ağaçları uzun ömürlü bir ağaç olmanın yanı sıra büyümesi de oldukça zahmetlidir. Olgun bir zeytin ağacından ortalama 15-40 kilogram zeytin elde edilmektedir. Ortalama 5 kilogram zeytinden ise 1 litre zeytinyağı çıkmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda bir zeytin ağacı yılda ortalama 3-4 litre zeytinyağı üretebilmektedir. Yağ bakımından en zengin meyvelerden biri olan zeytin, ağırlığının %20-30'u kadar yağ içermektedir. Zeytin ağaçlarının ekildiği alanlarının hangi bölgede olduğuna bağlı olarak, çiçek verme dönemleri ise Nisan ile Haziran aylarına denk gelmektedir. Yeşil zeytinler ise Ağustos sonundan Kasım başına kadar ki süre içerisinde olgunlaşır. Kasım ile Mart ayları arasındaki dönem ise, hasat dönemi olarak bilinmektedir (Improlive,2002). Ülkemiz dünya sofralık zeytin üretiminde ikinci, yağlık zeytin ile zeytinyağı üretiminde ise dördüncü sıradadır. Zeytin ve zeytinyağı üretimi daha çok Ege ve Marmara bölgesinde gerçekleşmektedir. Üretimin zeytincilik konusunda 0.8 milyon hektarlık zeytin arazisi, 95 milyon zeytin ağacı ile en çok gerçekleştiği iller ise; Çanakkale, Aydın, İzmir, Manisa, Balıkesir, Muğla'dır. Üretime bağlı prosesler sonrasında meydana gelen ve yüksek derecede kirletici özellikleri olan karasu (atıksu), özellikle bahsi geçen ülkeler için çözüm üretilmesi gereken bir sorundur. Karasu, zeytinden zeytinyağı üretirken ortaya çıkar. Karasu, organik madde, yağ ve gress ve AKM (Askıda Katı Madde) içerikleri açısından zengin bir atık türüdür. Bu sebep ile, karasuyun arıtımı ve bertarafı, önemli çevre problemleri arasında yerini almaktadır. Yüksek kirliliğe sahip olan karasu, arıtımı için pek çok arıtma yöntemi geliştirilmiş ve denenmiştir. Bileşiminde bulunan yağ ve ağır kokusu sebebi ile çevre için önemli bir kirlilik potansiyeli vardır. Karasuyun zararını minimize ederek, alıcı ortama duruma gelene kadar birçok aşamadan oluşan, hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik arıtma ünitelerinden ve süreçlerinden geçirilmesi gerekmektedir. Karasuların bilinçsizce dere, göl, akarsu ve denize deşarjı oldukça zararlı sonuçlar doğurur.

1.1. ZEYTİN & ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSELERİ VE PROSELER SONUCU AÇIĞA ÇIKAN KARASUYUN KİRLİLİK PARAMETRELERİ

Zeytin ve zeytinyağı üretiminde kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Bunlar;

- Kesikli (Geleneksel Pres) Üretim Prosesi
- Sürekli Üretim Prosesi
- 3- Fazlı Üretim Prosesi
- 2-Fazlı Üretim Prosesi
- Süzme Prosesi'dir.

1.1.1. Kesikli (Geleneksel Presleme) Üretim Prosesi

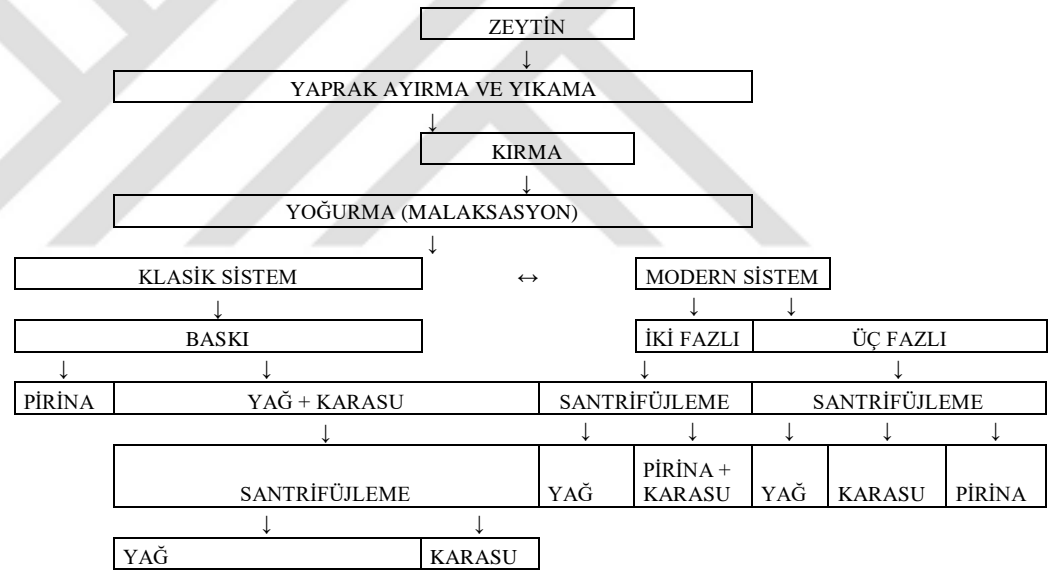
Bu yöntem en sık kullanılan geleneksel yöntemdir ve yağ, hidrolik preslemeler sonucu çıkartılır. Proseste sırasıyla zeytinler yıkanılır, ezilerek öğütülür ve su ile yoğrulur ardından elde edilen yoğun madde ise preslenerek, zeytinin yağı ve karasu maddesi ayrılır. Son işlem olarak ise düşey merkezkaç ya da dekantörler ile yağı ve suyu ayrılmış olur. Arta kalan katı faza ise pirina ismi verilmektedir (Demichelli & Bontoux, 1996). Bu presleme prosesinde meydana gelen atıksuya ait BOİ₅ konsantrasyonu 90-110 gr/L, KOİ konsantrasyonu 120-130 gr/L, pH değeri ise 4.5-5.0 değerleri arasında değişiklik göstermektedir. Zeytinden yağ üretimi yapan birçok ülkede meydana gelen bu atıksular yaz aylarında yapay sızdırma tanklarında depolanmaktadır. Bu işlemle elde etmek istenilen buharlaşma ve sızdırma meydana gelmektedir. Buharlaşma ve sızdırma işlemlerinden sonra elde edilen sonuç katı kısmın içeriğindeki nem ortalama %25, yağ içeriği %6 'dır. Bahsedilen katı kısım sıcak hava tanklarında veya açık hava tanklarında kurutulmaktadır. Katı kısımda bulunan yağ, hekzan ile ayrılmaktadır geriye kalan katı madde yakıt olarak, proseste kullanılan suyu kaynatmak için kullanılabilir (Improve, 2002).

1.1.2. Sürekli Üretim (Santrifüj) Prosesi

Bu sistem; besleme, yıkama, kırma, hamur hazırlama proseslerinden oluşmaktadır. Süreklide kullanılan ayırma metotlarına bağlı olarak iki farklı teknoloji bulunmaktadır. Bunlar;

- İki Fazlı Prosesler
- Üç Fazlı Prosesler

Üç fazlı proseslerde farklılık olarak su eklenmektedir, ayrıca üç faz; yağ, atık su ve katı atık üretilmektedir. Fakat iki fazlı proseste ise sadece yağ ve su-katı karışımı olarak üretim sağlanmaktadır. İki fazlı proseste ek farklılık olarak üç fazlı prosesten çok daha az su kullanılmaktadır. Zeytinyağı üretim prosesleri Şekil.1’de tablo halinde özetlenmiştir. (Şengül, F. ve diğerleri, 2004)



Kaynak: Şengül, F. ve diğerleri, 2004.

Şekil 1. 1. Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Proseslerin Akım Şeması

Farklı işlemler sırasında üç fazlı ve iki fazlı zeytinyağı ekstraksiyon proseslerinde üretilen atıksu ortalama hacimleri Tablo.1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. 1. Üç Fazlı Ve İki Fazlı Zeytinyağı Ekstraksiyon Proseslerinde Üretilen Atıksu Ortalama Hacimleri

Çıkış Suyu	Üç Fazlı Proses (L/kg işlenen zeytin)	İki Fazlı Proses (L/kg işlenen zeytin)
Zeytinleri yıkama	0,09	0,05
Yatay santrifüj	0,9	0
Zeytinyağı yıkama (Düşey santrifüj)	0,2	0,15
Genel temizleme	0,05	0,05
Toplam Çıkış Suyu	1,24	0,25

Kaynak: Borja R. Ve diğerleri, 81, 1450-1462, 2006.

Üç fazlı santrifüj, zeytinyağı ekstraksiyonu için işleme kapasitesini, verimi arttırmak ve iş gücünü azaltmak adına 1970’li yıllarda getirilmiştir. Günümüzde ise üç fazlı santrifüj prosesi, ortalama işletme büyüklüğünde artışa, işletmelerin toplamında azalmaya, artan su tüketimine ve atıksuların artışına sebep olmuştur (Demichelli ve Bontoux, 1996).

1.1.3. Süzme Prosesi

Metal ve yağ yapışması, metal ile su arasındaki yapışmadan daha da farklıdır. Bu şart, yağ üretiminde kullanılan süzme prosesinin temelini oluşturmaktadır. Bu prosesleri için kullanılan metal tabaka zeytin hamurunun içine daldırılmaktadır ve bu tabaka yağ ile ıslanmaktadır, tabaka üzerinde bulunan boşluklar ise yağ ile dolmaktadır. Bu metod için çokça metal tabaka kullanılmaktadır. Kullanılmakta olan bu sistemem de ‘Sinoles Sistemi’ adı verilmektedir. 5120 levha ve 6000 m²’lik yüzey alanına sahip olan bir makine, ortalama 7-8 dakikada 350 kg. hamuru işleyebilmektedir. Fakat bu yöntem tek başına kullanılamamaktadır, pres veya santrifüj yöntemlerinden birine ihtiyaç duyulmaktadır (Improlive, 2002). Tablo.2’de de görüldüğü gibi, sürekli (antrifüj) üretim prosesinin, kesikli (pres) üretim prosesine kıyasla avantaj ve dezavantajları özetlenmiştir.

Tablo 1. 2. Sürekli Üretim Prosesinin Pres Teknolojisine Kıyasla Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Sürekli proses	Daha yüksek ilk yatırım maliyeti
Daha az işçi	
Aynı günde üretimi gerçekleştirme imkanı	
Daha fazla üretim	
Daha iyi kalite kontrolü	
Daha az oda ve yer gereksinimi	
Geliştirilmiş proses kontrolü ve otomasyon	

Kaynak: Improlive, 2002.

2.BÖLÜM

2. KARASU ARITIMINDA OPTİMUM ARITMA SİSTEMLERİNİN BELİRTİLMESİ GENEL

Zeytinyağı üretimi sonrası meydana gelen atıksuların miktarı üretim türüne göre değişiklik gösterebilmektedir. Kesikli üretim yapan tesislerde açığa çıkan su miktarı 50 kg su / 100 kg zeytin, sürekli üretim yapan tesislerde ise 110 kg su / 100 kg zeytin olarak orantılanabilir. Meydana gelen atıksular, karasu olarak tanımlanmaktadır.

Karasu, süspansiyon edilmiş katı maddeler, polifenoller, yağlar, çözünmüş mineral tuzları gibi kirletici özelliği yüksek olan maddeleri içermektedir (Oktav ve diğerleri, 2001). Karasuyun miktarı ve fizikokimyasal özellikleri üretim yerine, ürün alınan ağacın yaşına, hasat sezonuna, ürünün o yıl var veya yok olmasına, zeytin çeşidine ve ekstraksiyon metotlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Vlyssides ve diğ., 1996; İkizoğlu ve Haskök, 2005). Karasuyun yüksek organik madde kirliliği, parçalanmaya dayanıklı fenolik bileşikler ve yağ asitlerini içermeleri, üretimin sezonluk yapılması, işletmelerin küçük (10-100 m³ debili) ve geniş bir alanda dağınık yerleşmeleri atıksuyun arıtımında karşılaşılan güçlüklerdir (Ergüder ve diğ., 2000; Mantzavinos ve Kalogerakis, 2005).

Her zeytin işletmesinin atıksu karakteri, zeytinin yetiştirildiği bölgenin toprak ve iklim özelliklerine, işletmede kullanılan suyun kimyasal özelliklerine bağlı olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Genellikle karasuyun BOİ₅ değeri 35-110 g/L, KOİ değeri 45-170 g/L, AKM değeri 1-9 g/L, fenolik bileşik değeri 0.5-24 g/L arasında değişmektedir (Paraskeva ve Diamadopoulou, 2006). Karasuyun kirlilik karakteristiklerine ilişkin literatür verileri Tablo.2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2. 1 Karasuyun Kirlilik Karakteristiklerine İlişkin Literatür Verileri.

Parametre (g/L pH hariç)	Andreozzi ve diğ., 1998	Azzam ve diğ., 2004	İnan ve diğ., 2004	Bressan ve diğ., 2004	Ahmadi ve diğ., 2005	Kestioğlu ve diğ., 2005	Bettazzi ve diğ., 2006
pH	5.09	4.5	4.6	4.9-5.5	5.38	4.7	4.4-4.8
KOİ	102.5	320	48.5	60-180	167-181	186	262.8-301.6
AKM	9.8	21.78	1.78	-	36-39	65	-
Fenol	0.95	3.1	-	4-5	-	9.7	9.6-10.6
Yağ-gres	-	-	-	-	-	35	-
Top.-N	121.8	-	-	-	0.08	0.67	-
Top.-P	6.2	-	-	-	5.2	0.18	-

Kaynak: SKKY (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Tablo 5.5)

Tablo 2.1.'de de görüldüğü gibi karasu yoğun kirlilik içermektedir ve farklı farklı çözüm arama yolu izlenmiştir.

Tablo 2. 2. SKKY (Tablo 5.5) Zeytinyağı Fabrikası Atıksuları İçin Belirlenen Deşarj Kriterleri

Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 Saatlik	Kompozit Numune 24 Saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	250	230
Yağ ve Gres	mg/L	60	40
pH	-	6-9	6-9

Kaynak: (Anonim, 2004)

2.1.ZEYTİN KARASUYUNUN ARITIMINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1.1. Zeytin İşleme Atıksuların Ön Arıtımı

Zeytin işleme tesislerinde oluşan atıksular, tuzlu, yüksek askıda katı madde, yüzücü yağ ve katı madde içeriği olan ve koyu siyah renkte atıksulardır. Kostikli atıksular ile klasik salamura zeytin işleme atıksuları ile farklı ph değerleri

göstermektedir. Ancak çift sistemli nötralizasyon ünitesi ile ph değerleri ayarlanacaktır.

Bu sistemde bulunacak üniteler sırası ile;

- Izgara
- Yağ Tutucu
- Ön Çökeltme

2.1.2. Zeytinyağ Üretimi Atıksuların Ön Arıtımı

Zeytinyağ üretimi esnasında oluşan atıksular, yüksek askıda katı madde, emilsiyeye yağlar ve yüksek organik madde içeriği olan atıksulardır.

Bu sistemde bulunan üniteler ise;

- Izgara
- Yağ Tutucu
- Ön Çökeltme
- Dengeleme
- Asit-Kraking
- Flotasyon

2.1.3. Nihai Arıtma

Başlık 2.1.1. ve 2.1.2.' de belirtilen işlemlerden sonra tüm atıksular dengeleme havuzunda toplanacaktır. Dengeleme havuzunda hidrolik ve kirlilik yüklerin dengesi sağlandıktan sonra Kimyasal, Biyolojik ve İleri arıtma işlemleri uygulanacaktır.

a. Kimyasal Arıtma

- Nötralizasyon
- Koagülasyon
- Flokülasyon
- Çökeltme
- Son Nötralizasyon

b. Biyolojik Arıtma

- Havalandırma
- Son Çökeltme
- Dezenfeksiyon

c. İleri Arıtma

Atıksu içerisinde kalması muhtemel enzim maddelerin , rengin ve tuzluluğun giderilmesi amacı ile ileri arıtma ile sistem sonlandırılacaktır.

Bu sistemde yer alan üniteler ise;

- Terfi Havuzu
- Kum Filtresi
- Aktif Karbon
- Nanofiltrasyon

4 Kademedен oluşan arıtma sisteminde uygulanacak işlemlerden sonra tesislerinizden kaynaklanan atıksular Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde belirtilen deşarj standartları kalitesine getirilecektir.

2.1.4. Çamur Susuzlaştırma

Yağ tutucu, flotasyon havuzu, ön çökeltme, kimyasal çökeltme ve son çökeltme havuzlarından toplanan atık çamurlar 20814 sayılı ve 14.03.1991 tarihli Resmi Gazete' de yayınlanarak yürürlüğe giren "Katı Atıkları Kontrol Yönetmeliği" Madde 3' de tariflenen ve Madde 28' de depolama şartlarını sağlayacak karakterde olmalarını sağlamak için Çamur Susuzlaştırma Sisteminde şartlandırılacaktır.

Bu sistemde ;

- Çamur Yoğunlaştırma
- Dozlama ünitesi
- Filtrepres üniteleri yer almaktadır.

2.1.5. Zeytin İşleme Atıksuların Ön Artımı

a. Izgara

Atıksu içerisinde bulunan, yaprak, sap gibi katı maddelerin sudan uzaklaştırılması için ızgaralama sistemi yer alacaktır. Izgarada tutulan katı maddeler konveyörde toplanarak çöp olarak uzaklaştırılacaktır.

b. Yağ Tutucu

Atıksu içerisinde bulunan yüzücü yağ ve katı maddelerin alınması için flotasyon işlemi uygulanacaktır. Flotasyon işlemi hava verilerek yüzeyden sıyırma işlemi ile yapılacaktır. Yüzdürme işleminde, suyunkinden biraz daha fazla özgül ağırlığa sahip taneciklerin de yüzdürülmesi amacı ile hava verilecektir. Hava havuz tabanından ince halinde halinde verilecektir. Hava kabarcıklarına yüzücü yağ ve askıda katı maddelerin yapışması sağlanarak yüzeyde toplanması sağlanacaktır. Yüzeyde toplanan maddeler sıyırıcı sistemi ile alınarak sudan uzaklaştırılmış olacaktır.

c. Ön Çökeltme

Bilindiği gibi atıksu içerisinde çökebilir katı madde bulunduğu için zamanla havuzlarda birikmeye neden olmaktadır. Bunu önlemek ve tesisin yükünü azaltmak için ön çökeltme işlemi uygulanacaktır. Sudan daha fazla yoğunluğa sahip askıda katı maddelerin graviteli çökeltme prensibine göre sudan uzaklaştırılması sağlanacaktır. Çökeltme havuzuna atıksu uygun su hızında verilmesi amacı ile termosifon sistemi kullanılacaktır. Termosifon çevresince bulunan üniform çaplı deşarj boru kanallardan atıksu havuz içerisine dağılacaktır.

Çökeltme havuzu duru su fazı ve katı çamur fazı olmak üzere 2 kısımdan oluşmaktadır. Durgun ortamda bekleme sonucu çökebilir katı maddeler havuz tabanında toplanarak atık çamur oluştururlar. Havuz eğimi katı maddelerin çökebilmesi için uygun eğimde yapılmalıdır. Ayrıca tabanda oluşan atık çamurların çamur konisine durgun ortamı hareketlendirmede iletmek için düşük devirle çalışan çamur sıyırıcı kullanılacaktır. Çamur konisinde toplanan atık çamurlar pompa ile alınarak Çamur Susuzlaştırma ünitesine gönderilecektir. Çökeltme havuzunun 2. Fazdaki duru su ise su akış prensibine göre tasarlanacak savaklar yardımıyla alınarak diğer atıksular ile birleşeceği dengeleme havuzuna verilecektir.

2.1.6. Zeytinyağ Üretimi Atıksuların Ön Arıtımı

a. Izgara

Atıksu içerisinde bulunan, yaprak, sap gibi katı maddelerin sudan uzaklaştırılması için ızgaralama sistemi yer alacaktır. Izgarada tutulan katı maddeler konveyörde toplanarak çöp olarak uzaklaştırılacaktır.

b. Yağ Tutucu

Atıksu içerisinde bulunan yüzücü yağ ve katı maddelerin alınması için flotasyon işlemi uygulanacaktır. Flotasyon işlemi hava verilerek yüzeyden sıyırma işlemi

ile yapılacaktır. Yüzdürme işleminde, suyunkinden biraz daha fazla özgül ağırlığa sahip taneciklerin de yüzdürülmesi amacı ile hava verilecektir. Hava havuz tabanından ince kabarcıklar halinde verilecektir. Hava kabarcıklarına yüzücü yağ ve askıda katı maddelerin yapışması sağlanarak yüzeyde toplanması sağlanacaktır. Yüzeyde toplanan maddeler sıyrıcı sistemi ile alınarak sudan uzaklaştırılmış olacaktır.

c. Ön Çökeltme

Bilindiği gibi atıksu içerisinde çökebilir katı madde bulunduğu için zamanla havuzlarda birikmeye neden olmaktadır. Bunu önlemek ve tesisin yükünü azaltmak için ön çökeltme işlemi uygulanacaktır. Sudan daha fazla yoğunluğa sahip askıda katı maddelerin graviteli çökeltme prensibine göre sudan uzaklaştırılması sağlanacaktır. Çökeltme havuzuna atıksu uygun su hızında verilmesi amacı ile termosifon sistemi kullanılacaktır. Termosifon çevresince bulunan üniform çaplı deşarj boru kanallarından atıksu havuz içerisine dağılacaktır.

Çökeltme havuzu duru su fazı ve katı çamur fazı olmak üzere 2 kısımdan oluşmaktadır. Durgun ortamda bekleme sonucu çökebilir katı maddeler havuz tabanında toplanarak atık çamur oluştururlar. Havuz eğimi katı maddelerin çökebilmesi için uygun eğimde yapılmalıdır. Ayrıca tabanda oluşan atık çamurların çamur konisine durgun ortamı hareketlendirmede iletmek için düşük devirle çalışan çamur sıyrıcı kullanılacaktır. Çamur konisinde toplanan atık çamurlar pompa ile alınarak Çamur Susuzlaştırma ünitesine gönderilecektir. Çökeltme havuzunun 2. Fazdaki duru su ise su akış prensibine göre tasarlanacak savaklar yardımıyla alınarak diğer atıksular ile birleşeceği dengeleme havuzuna verilecektir.

d. Dengeleme

Ürün işleme esansındaki su kullanımlarından ve atıksu deşarj zamanlarının farklı olması, yada her zaman aynı olmaması nedeni ile dengeleme işlemi yapılacaktır.

Dengelemedeki amaç, atıksuyun verileceği müteakip sisteme sürekli birim zamanda aynı debide ve buna bağlı olarak da aynı kirlilik yükünde su girişi sağlanmasıdır. Bu şekilde gereksiz kimyasal harcamaların önlenmesinin yanında optimum dozaj miktarlarının tespit edilmesi ve kullanılmasını sağlanmaktadır. Buradan pompa sistemi ile debi ayarlaması yapılarak işlem yapılacak olan müteakip ünitelere atıksu verilecektir.

e. Asit-Kraking

Zeytinyağ üretim tesislerinde oluşan atıksuların içerisinde emilsiyeye halinde bulunan yağlar mevcuttur. Bunların atıksudan uzaklaştırılması için asit-kraking işlemi yapılacaktır. Kuvvetli asit kullanılarak yapılacak olan bu işlem sonunda su içerisindeki emilsiyeye parçalar bozularak yüzücü yapı halini alacaktır. Bu işlem ph metre kontrolünde otomatik dozlama sistemi ile gerçekleştirilecektir. Asitin tüm havuz içerisinde eşit dağılımını sağlamak için uygun hız gradyanına göre dizayn edilen hızlı karıştırıcı sistem bulunacaktır.

f. Flotasyon

Asit-kraking işlemi sonrası yüzücü yapıya dönüşen yağ-gresleri sudan uzaklaştırmak için flotasyon işlemi uygulanacaktır. Yağ tutucu da olduğu gibi hava verilerek yüzdürme sistemi ile yüzeyden atıklar toplanacaktır. Hava verme işlemi blower-difüzör sistemi ile tüm havuzda eşit ince üniform kabarcıklar oluşturularak yapılacaktır. Yüzeyde toplanan atıklar düşük hızla çalışan sıyrıcı sistemi ile toplanarak atık kanalından çamur susuzlaştırma ünitesine gönderilecektir.

Yüzeyde toplanan katı fazın altında bulunan duru fazdaki su ise perde yardımıyla ayrılarak duru fazdaki su diğer sular ile birleşeceği dengeleme havuzuna verilecektir.

2.1.7. Nihai Arıtma

Dengeleme

2 farklı karakterdeki atıksuların ön arıtımları yapıldıktan sonra dengeleme havuzunda toplanacaktır. Burada hem hidrolik yükleri, hem de farklı değerlerdeki ph değerleri dengelenecektir. Ayrıca atıksu oluşumunda zamanla farklılık göstermesi nedeni ile burada debi ayarlaması yapılacaktır. Buradan sabit debi ve kirlilik yükünde atıksu pompa ile alınarak kimyasal arıtma ünitesine verilecektir.

2.2. Kimyasal Arıtma

Nötralizasyon

Kimyasal işlemler yapılmadan önce atıksuyun ph değerinin ayarlanması gerekmektedir. Bilindiği gibi kimyasal reaksiyonların oluşması, atıksu karakterine, kullanılan kimyasalın çalışma ph değerine, hız gradyanına ve hidrolik bekleme süresine bağlıdır. Bu nedenle ilk olarak asit ve baz kontrolünde koagülasyon ünitesinde kullanılacak kimyasalın ph değeri sürekli sağlanacaktır. Ph ayarlama sistemi çift dozaj pompalı ve ph metre kontrolünde yapılacaktır. Asit ve bazın eşit dağılımı sağlamak için hız gradyanına göre tasarlanmış hızlı karıştırıcı bulunacaktır.

Koagülasyon

Atıksu içerisindeki çözülmüş halde bulunan maddelerin koagülant madde ile reaksiyona girmesi ile kolloid yapılar oluşturulacaktır. Kimyasal ilavesi dozaj pompası sistemi ile otomatik olarak yapılacaktır. Kimyasalın homojen dağılımı için hızlı karıştırıcı monte edilecektir. Koagülasyon havuzu kimyasal reaksiyon süresini sağlayacak hidrolik süresine sahip olacaktır. Kolloid oluşumu sağlandıktan sonra flokülasyon havuzuna atıksu cazibeli akış ile geçecektir.

Flokülasyon

Koagülasyon işleminde oluşan kolloid yapıların çökebilir yapıya getirilmesi için flokülasyon işlemi yapılacaktır. Bu amaçla flokülant olarak polielektrolit kimyasalı kullanılacaktır. Noniyonik yapıda bulunan polielektrolit kolloid yapıların yüzey alanını ve ağırlığını artırarak çökebilir hale getirmektedirler. Polielektrolitin havuz içerisinde homojen dağılımını sağlamak için yavaş karıştırıcı bulunacaktır. Flokülasyon havuzlarında flok oluşumu düşük hız gradyanında uzun hidrolik bekleme süresinde gerçekleşmektedir. Atıksu içerisinde kirlilik oluşturan çözünmüş maddeler flok yapıya ulaştıktan sonra çökeltme havuzuna verilerek sudan uzaklaştırılması sağlanacaktır.

Çökeltme Havuzu

Flokülasyon havuzundan alınan atıksular uygun hızın sağlanması için terssifon sistemi ile çökeltme havuzuna verilecektir. Daha önce anlattığımız ön çökeltme havuzundaki prensiple aynı şekilde dizayn edilen çökeltme havuzunda; duru fazda savaklanarak alınan sular biyolojik arıtma ya verilmek için son ph kontrolü için nötralizasyon havuzuna verilecektir. Tabanda toplanan ve sıyırıcı sistemi ile koniğe iletilen çamurlar ise pompa ile alınarak çamur susuzlaştırma ünitesine verilecektir.

Son Nötralizasyon

Biyolojik arıtma öncesi atıksuyun ph değerinin nötral değerde yani 7 olması gerekmektedir. Bu nedenle son ph ayarlaması yapılacaktır. Ph ayarlama sistemi çift dozaj pompalı ve ph metre kontrolünde yapılacaktır. Asit ve bazın eşit dağılımı sağlamak için hız gradyanına göre tasarlanmış hızlı karıştırıcı bulunacaktır.

2.3. Biyolojik Arıtma

Havalandırma Havuzu

Havalandırma prosesi biyolojik arıtmanın gerçekleştiği procestir. Biyolojik arıtma sırasında atıksuyun içerisinde bulunan askıdaki kolloidal veya organik maddeler bakteriler tarafından parçalanmakta ve çökebilen biyolojik floklar ile sıvının içinde kalan veya gaz olarak atmosfere geçen sabit inorganik bileşenlere dönüşmektedir.

Biyolojik arıtma aslında organik kirleticilerin doğada yok edilmeleri için yer alan bioflokülasyon ve mineralizasyon proseslerinin kontrollü bir çevrede ve optimum şartlarda tekrarlanmasından başka bir şey değildir. Böylece doğadaki reaksiyonlar hızlandırılarak daha kısa bir sürede, emniyetli bir ortamda gerçekleştirilmiştir.

Tesisimiz aerobik arıtım proseslerinden aktif çamur modifikasyonu olan uzun havalandırma reaktör prosesine göre dizayn edilmiştir. Aktif çamur modifikasyonu olan uzun havalandırma prosesi ile tesiste BOI giderme verimi maksimum değerlere ulaşılır ayrıca biyolojik ortamda oluşan atık çamur miktarı da düşük olmaktadır.

Atıksu içerisinde blower-difüzör sistemi ile sürekli oksijen verilerek organik maddelerin parçalanması ve çökebilir karakterdeki biyolojik yumakların oluşması sağlandığında atıksu, havalandırma prosesinden yumakların parçalanmaması amacıyla sakin bir geçişle çöktürme prosesine alınacaktır.

Son Çöktürme Havuzu

Çöktürme prosesinde serbest çöktürme prensibine göre çökelen biyolojik yumaklar çamur konisinde birikerek, aktif çamur adı verilen çamur kütlesini oluştururlar. Biyolojik çöktürme havuzundan alınan aktif çamurun bir kısmı çamur pompası ile havalandırma havuzuna geri devrettirilecektir. Bu işlem havalandırma havuzundaki mikroorganizma konsantrasyonunu sabit tutabilmek ve daha verimli bir organik madde giderimi sağlamak için gereklidir. Diğer kısmı ise çamur susuzlaştırma ünitesine verilecektir.

Çöktürme havuzunda duru faz olarak ayrılan ve savağından alınan arıtılmış su kaçak olabilecek organik maddeleri dezenfekte etmek için dezenfeksiyon havuzuna verilecektir.

Son çökeltme havuzu da ön çökeltme ve kimyasal çökeltme havuzu gibi, uygun eğitimde projelendirilecek ve çamur sıyırıcı teşkil edecektir.

Dezenfeksiyon

Üçgen savaklardan alınan atıksu içerisinde olabilecek organik maddelerden arındırmak için dezenfeksiyon işlemi yapılacaktır. Dezenfeksiyon işlemi dozaj pompası ile kontrollü olarak yapılacaktır. Dezenfeksiyon işlemi sonrası atıksu içerisinde kalan rengin ve mikro boyuttaki enzim maddelerin alınması için ileri arıtma ünitesine verilecektir.

2.4. İleri Arıtma

Terfi Havuzu

İleri arıtma ünitesinde bulunan cihazlar basınçlı filtrasyon cihazları olduğu için atıksu basınçlı olarak verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle nihai arıtım sonrası atıksular terfi havuzuna verilerek buradan hidrofor yada yüksek basınçlı pompalar ile filtrasyon cihazlarına beslenecektir.

Kum Filtresi

Bundan sonraki cihazların özellikle nanofiltrasyon membranının tıkanmasını engellemek için öncelikle kum filtresinden geçirilerek atıksu içerisindeki kalması muhtemel katı maddeler alınacaktır. Filtre girişine koagülant dozlanarak kolloid oluşturması sağlanacak ve katıların tamamının tutulma verimi arttırılacaktır. Bu cihazlar tam otomatik olarak çalışmakta olup belirlenen zaman programına göre ters yıkamalarını kendileri otomatik olarak yapacaklardır. Yıkama suları genellikle dengeleme havuzuna verilirken filtre edilen su ise aktif karbon cihazından geçirilecektir.

Aktif Karbon Filtresi

Dezenfekte işleminde kullanılan klorun fazlalığını almak ve suda kalmış olan rengin giderilmesi amacı ile aktif karbon filtrasyonu yapılacaktır. Aktif karbon filtrasyonunun çalışma prensibi kum filtrasyonu cihazı ile aynı olup, ters yıkaması otomatik olarak yapılmaktadır. Aktif karbon filtrasyonu sonrası alınan sular son işlem olan nanofiltrasyon cihazına verilecektir.

Nanofiltrasyon

Zeytin sektörü atıksularında tüm anlatılan arıtma işlemlerin uygulanmasına rağmen maddenin kendi özel yapısından dolayı su içerisinde enzim maddeleri bulunabilmektedir. Bu nedenle son işlem olarak nanofiltrasyon cihazından geçirilecektir. Burada osmotik basınç sistemi ile membranda enzimler tutularak sudan ayrılacaktır. Nanofiltrasyonda permenant ve çıkış suyu olarak 2 ürün elde edilecektir. Enzim içeriği yüksek katı maddeleri içermekte olup organik değeri yüksek katı maddedir.

Diğer ürün olan çıkış suyu ise istenilen arıtılmış su kalitesine getirilmiş olarak deşarj edilecektir.

2.5. Çamur Susuzlaştırma Sistemi

Çamur Yoğunlaştırma Havuzu

Arıtma sisteminin tümünde bulunan yağ tutucu, flotasyon, ön çökeltme, kimyasal çökeltme ve son çökeltme havuzlarından alınan atık çamurlar çamur yoğunlaştırma havuzunda toplanacaktır. Burada koagülant madde dozlanarak çamurları filtrepres vererek katı konsantrasyonuna getirilecektir. Burada kimyasalın dağılımını sağlamak ve uygun konsantrasyonunu sağlamak için çamur yoğunlaştırıcı yer alacaktır. Buradan monopomp tip pompa ile alınan çamurlar filtrepres makinasına verilecektir.

Filtrepres

Monopomp ile alınan çamurlar filtrepresle verilerek yüksek basınç yardımıyla su ile katı faz ayrılacaktır. Plakalar arasında toplanan katı maddeler %35 katı konsantrasyonuna sahip olarak katı kek şeklinde alınacaktır. Katı Atık Kontrol Yönetmeliği'ne göre katı maddeler %35 katı konsantrasyonda evsel katı olarak depolanabilir.

Karasuyun ön arıtma ve biyolojik arıtma yöntemleriyle arıtımına yönelik literatürde yapılan çalışmalar Tablo 2.3'te özetlenmiştir.

Tablo 2. 3 Karasuyun Ön Arıtma ve Biyolojik Arıtma Yöntemleriyle Arıtımı

Uygulanan Yöntemler	Verim	Açıklama	Referans
Fiziksel Ön Arıtma+Anaerobik Arıtma	UF prosesiyle %99.9 oleik asit, %60.2 polifenol ve %65 KOİ giderimi sağlanmıştır. Ön+Anaerobik arıtmada, %64.4-85 KOİ giderilmiştir.	Sedimentasyon, santrifüj, filtrasyon, ultrafiltrasyon prosesleri denenmiştir.	Beccari ve diğ., 1999
Ozonlama, Aerobik Arıtma, Aerobik Arıtma+Ozonlama, Ozonlama+Aerobik Arıtma	Ozonlama ile %28 KOİ giderimi, aerobik arıtma ile %88 KOİ giderimi gerçekleştirilmiştir.	İki prosesin birleşik uygulaması sonucu %82 KOİ giderimi sağlanmıştır.	Benitez ve diğ., 1999
H ₂ O ₂ /UV, Fenton prosesi Foto-Fenton prosesi, Anaerobik Arıtma	İleri oksidasyon prosesleriyle %80-90 KOİ giderimi elde edilmiştir.	%90 KOİ biyolojik arıtma ile giderilmiştir.	Benitez ve diğ., 2001
Kimyasal Oksidasyon+Aerobik Arıtma	Aerobik biyolojik arıtma ile %70 KOİ ve %90 fenol giderimi sağlanmıştır.	Kimyasal oksidasyon olarak Fenton ve ozonlama kullanılmıştır.	Beltrán Heredia ve diğ., 2001
Oksidasyon+Aerobik Arıtma	Kimyasal arıtma ile %80-90, biyolojik arıtma ile %90 KOİ giderme verimi elde edilmiştir.	Katalitik oksidasyon ve biyolojik arıtmayı araştırmışlardır.	Bressan ve diğ., 2004
Kimyasal Oksidasyon+Aerobik Arıtma	%41 ve %85 toplam ve basit fenol, %70 oranında KOİ giderimi elde edilmiştir.	Biyolojik arıtmada Aspergillus niger bakterisi kullanılmıştır.	Kotsou ve diğ., 2004
İleri Oksidasyon+ Aerobik Arıtma	%60 fenol ve %23 KOİ Fenton prosesiyle, %86 KOİ ve %70 fenol aerobik arıtma ile giderilmiştir.	Fenton prosesi ve biyolojik arıtma ile karasuyun arıtılabilirliği araştırılmıştır.	Bettazzi ve diğ., 2006
Elektro-Fenton+ Sedimentasyon+ Anaerobik Arıtma	Elektro-Fenton+sedimentasyon ile %53 KOİ, %77 AKM, %78 polifenol, %92 yağ giderimi sağlanmıştır.	Toksistenin ön arıtma ile azaltılmasıyla biyolojik arıtmanın performansı artırılmıştır.	Khoufi ve diğ., 2006
Fizikoelektrokimyasal Arıtma+Anaerobik Arıtma	Elektrokimyasal arıtma ile KOİ %43, renk %90, fenol %76, bulanıklık %75, AKM %71 oranında giderilmiştir.	Anaerobik arıtma ile %70 KOİ giderimi elde edilmiştir.	Khoufi ve diğ., 2007

Kaynak: (Kılıç M. Y. Ve diğ., 2009)

Karasuyun ön arıtma ve ileri arıtma yöntemleriyle arıtımına yönelik yapılan çalışmalar Tablo 2.4'te özetlenmiştir.

Tablo 2. 4 Karasuyun Ön Arıtma ve İleri Arıtma Yöntemleriyle Arıtımı

Uygulanan Yöntemler	Verim	Açıklama	Referans
Kimyasal Arıtma+Fenton Prosesi	Asitle parçalama ile %38 KOİ giderimi, kireç ile %13 KOİ giderimi sağlanmıştır. %70 KOİ giderimi $H_2O_2/FeSO_4=0.5$ mg/L dozunda Fenton prosesiyle elde edilmiştir.	Kimyasal arıtma işlemlerinden asitle parçalamada pH=2'de, kireçle koagülasyonda pH= 10'da çalışılmıştır.	Oktav ve diğ., 2003
Ultrafiltrasyon+UV/H ₂ O ₂	UF prosesiyle %94 KOİ giderimi, UF+UV/H ₂ O ₂ prosesi ile KOİ değeri 52 mg/L'ye ve TOK değeri 17 mg/L'ye indirilmiştir.	UV/H ₂ O ₂ prosesi 190-350 nm'de, 100 mmol dm ⁻³ H ₂ O ₂ dozunda denenmiştir.	Drouiche ve diğ., 2004
Kimyasal Koagülasyon+Çökeltme+Fenton Oksidasyonu	Fenton prosesiyle %60 KOİ, %40 BOİ ve %100 fenol giderimi elde edilmiştir.	pH=2.5'da 120 dak. KOİ 80250 mg/L'den 30000 mg/L'ye indirilmiştir.	Vlyssides ve diğ., 2004
Santrifüj+Çöktürme+Filtrasyon+Adsorpsiyon	%83 KOİ, %94 fenol giderimleri adsorpsiyon ile elde edilmiştir.	Adsorpsiyonda 24 g/L aktif karbon kullanılarak 4 saatten daha az deneme yapılmıştır.	Azzam ve diğ., 2004
Fizikokimyasal Arıtma+ İleri Oksidasyon Prosesleri	Asitle parçalama ile %38 KOİ, Kimyasal arıtmada %95 KOİ, ileri oksidasyonun iki yönteminde de pH=2-9'da $H_2O_2=500$ mg/L dozunda %99 KOİ giderimi sağlanmıştır.	Fizikokimyasal arıtmada asitle parçalama ve kimyasal koagülasyon yapılmıştır. İleri oksidasyon prosesinde H_2O_2/UV ve O_3/UV denenmiştir.	Kestioğlu ve diğ., 2005
Kimyasal Arıtma+Fenton Prosesi	Kimyasal arıtmada %40 KOİ, %80 fenol giderilmiş, %60KOİ giderimi Fentonla sağlanmıştır.	Kimyasal arıtmada kireç, demir, magnezyum ve alüminyum tuzları ve anyonik, katyonik polielektrolit kullanılmıştır.	Ginos ve diğ., 2006
Fiziksel ve Kimyasal Arıtma+ Mikrofiltrasyon	Fiziksel arıtmada %35KOİ, kimyasal arıtmada %49KOİ, fiz. arıtma+MF ile %48KOİ, kim.arıtma+MF %74KOİ giderimi elde edilmiştir.	Fiziksel ve kimyasal arıtmalardan sonra ayrı ayrı MF prosesi uygulanmış ve en iyi verim kimyasal arıtmadan sonra uygulanan MF prosesinden sağlanmıştır.	Oktav Akdemir ve Özer, 2006
Fiziksel Arıtma+İleri Oksidasyon Prosesleri	Kireç ile koagülasyon sonucu fenol %37, KOİ %26 giderilmiş, ozonlama ile %91 fenol, %19 KOİ giderilmiş ve Fenton prosesi ile %60 KOİ giderilmiştir.	Karasuyun arıtımında ozonlama, Fenton prosesi ve kireçle koagülasyonun uygulanabilirliği araştırılmıştır.	Bettazzi ve diğ., 2007

Asitle parçalama+Kimyasal Arıtma+ Fenton Prosesi	Asitle parçalama+kimyasal arıtma ile %73 KOİ, Fenton prosesi ile pH=3'de Fe ²⁺ /H ₂ O ₂ =1 oranında %89 KOİ giderimi elde edilmiştir.	Kimyasal arıtmada 5 ppm anyonik ve 10 ppm kationik polielektrolit kullanılmıştır. Kationik polielektrolit kullanılan suya Fenton prosesi uygulanmıştır.	Gömeç ve diğ., 2007
Kireçle Çökeltme+ Filtrasyon+ Adsorpsiyon	Kireçle çökeltme ile %71 fenol, %39 KOİ, %88 BOİ giderimi, adsorpsiyon prosesiyle toplam organiklerin ve fenollerin giderimleri sırasıyla %99.7 ve %80'dir.	Karasuyu arıtmak için kireçle çökeltme, membran ve aktif karbon ile adsorpsiyon prosesleri araştırılmıştır.	El Shafey ve diğ., 2007
Koagülasyon+Süzme+ Filtrasyon+ Adsorpsiyon	pH=5'te, T=32 °C'de, 6 saatlik UV ışınları altında, 2.75 g H ₂ O ₂ /g KOİ/L şartlarında %95 renk ve %90 KOİ giderimi sağlanmıştır.	UV ışınları altında H ₂ O ₂ 'nin bozunmasıyla oluşan hidroksil radikalleri, karasudaki organik maddeleri gidermede başarılı olmuştur.	Bedoui ve diğ., 2008
Koagülasyon+İleri Oksidasyon	Koagülasyonda, pH=4.3 ve 400 mg/L çitosan dozunda TAKM'de %81, Fenton prosesiyle 2 saatte %85 KOİ, foto-Fenton prosesiyle 1 saatte %95 KOİ giderimi elde edilmiştir.	Koagülant olarak çitosan kullanılmıştır. İleri oksidasyon proseslerinde fotokataliz, Fenton ve foto-Fentonu denemişlerdir.	Rizzo ve diğ., 2008
Elektrokimyasal oksidasyon	%30 KOİ giderimi, %100 renk ve fenol giderimi elde edilmiştir.	T=80 °C'ta, Ti/IrO ₂ anod ve 5 mM NaCl kullanılmıştır.	Chatzisyemon ve diğ., 2009

Kaynak: (Kılıç, M. Y. ve diğ., 2009)

Zeytin karasuyunun arıtımında kullanılan yöntemlerle elde edilen giderme verimleri Tablo.2.5'te özet halinde verilmiştir.

Tablo 2. 5 Zeytin Karasuyunun Arıtımında Kullanılan Yöntemlerle Elde Edilen Giderme Verimleri

Arıtma Yöntemleri	Giderme Verimleri	Önerilen Teknolojiler
Fizikokimyasal Arıtma	% 30-50 KOİ	Santrifüj, Filtrasyon, Koagülasyon/flokülasyon, Adsorpsiyon
Anaerobik Arıtma	% 60-80 KOİ (Θ=2-5 gün)	Seyreltme, pH ayarı, nutrient ilavesi
Fizikokimyasal ön arıtma+ Anaerobik Arıtma	% 50-70 KOİ, > %90 fenol	Ön Arıtma: Filtrasyon, Koagülasyon, GAC Adsorpsiyonu, Ozonlama
Aerobik+Anaerobik Arıtma	% 40-60 KOİ, %60-90 fenol, toksisite giderimi	Aerobik mikroorganizmalarla ön arıtma
Aerobik Arıtma	% 58-84 KOİ	Aktif çamur ve yapay sulak alan teknolojileri
Kombine biyolojik arıtma	% 90 KOİ, %90 fenol	2-3 kademeli arıtma yöntemi
Anaerobik arıtma+atık arıtımı	% 75-90 KOİ	Çeşitli atıklarla (domuz gübresi, evsel atıksu, evsel çamur, mezbaha atıkları) biyolojik arıtma
Oksidasyon ve İOP	% 40-99 KOİ	O ₃ /H ₂ O ₂ , UV/H ₂ O ₂ , Islak hava oksidasyonu, Fenton oksidasyonu, Elektrokimyasal oksidasyon
Kombine prosesler	% 80-99 KOİ	Oksidasyon/biyolojik arıtma kombinasyonu, membran prosesler

Kaynak: (Paraskeva ve Diamadopoulos, 2006)

3.BÖLÜM

3. BİYOLOJİK ARITMA ÜNİTESİNİN HACİM HESABINDA ROL OYNAYAN KİNETİK PARAMETRELER

3.1.Biyolojik Arıtma Yöntemleri

Biyolojik sistemin doğru bir sistem ile ilerleyebilmesi şartı ile atıksu yapısındaki biyolojik halde bulunan ve parçalanması mümkün olan tüm organik maddeler giderilebilmektedir. Bu sebeptendir ki tüm koşullar optimum arıtımın gerçekleşebilmesi için yapılan araştırmalar, gerçekleştirilen yöntemlerin doğru ve iyi bir şekilde ayarlanması gerekir.

Amacı: Askıda ve çözünemeyen partiküllerin biyolojik oluşumlar içerisine hapsetmek, bazı hususlarda iz maddelerini yok etmek, azot, fosfor gibi nütrientleri azaltmak ve mümkünse gidermek, çözünmesi mümkün ve partikül hallerdeki biyolojik maddelerin parçalanabilir olması halinde çevresel açıdan kabul edilebilir ürünlere dönüşmesi (H₂O ve CO₂). Bu durumlar neticesinde atıksularda bulunan inorganik ve organik maddelerin biyolojik arıtım öncesinde giderilmesi gerekmektedir.

Biyolojik arıtma tez konuma dahil olan endüstride “*Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur Sistemine*” göre dizayn edilmiştir.

Atıksuyu aktifleştirilmiş biyolojik yumaklar haline dönüştürmeyi amaçlayan aktif çamur metodu, kirli suların doğal olarak kendi kendine tasfiyesi olayına eşdeğer bir işlemdir. Yani, biyolojik arıtma ile organik kirleticilerin kararlı ve zararsız hale dönüştürülmesi, doğada aynı amaç ile yer alan proseslerin kontrollü bir ortamda tekrarlanması işlemidir.

Bütün aerobik (havalı) arıtma proseslerinde organik kirleticiler sentez ve oksidasyon yolu ile giderilirler. Burada, organik maddenin bir kısmı hücrelere dönüşürken geri kalan kısım gerekli enerjiyi üretmek amacı ile oksidasyona tabi tutulurlar.

Biyolojik arıtma sistemlerinin projelendirilmesinde esas alınan “Aktif Çamur Sistemi”, aerobik aktif ürünlerin (mikroorganizmalar) atıksu ile havalandırılarak karıştırıldığı ve oluşan biyolojik yumakların ayrı bir ortamda

ökeltildiđi sürekli bir sistemdir. Bu sistemde mikroorganizmalar atıksu içerisindeki organik maddeleri oksidasyon-sentez işlemleri ile CO₂, H₂O, NO₃ ve SO₄ gibi son ürünlere dönüştürmektedir. Aerobik koşullar ise basınçlı hava ile sağlanmaktadır.



4. BÖLÜM

4. GEMLİK BÖLGESİ ZEYTİN İŞLEME TESİSİ

4.1.İşletmeye Ait Bilgiler :

- Arıtma tesisi ile sonuçlanan kanalizasyon sistemine bağlı nüfus : -
- Tesiste çalışan personel sayısı : 32
- Vardiya sayısı : 1
- Vardiya saatleri :
08.00 – 16.00
- Çalışanların en fazla olduğu aylar ve sayıları :
Kasım (212), Aralık (94), Ocak (40)
- Çalışanların en az olduğu aylar ve sayıları :
Temmuz (30), Ağustos (25)

4.2.Üretime Ait Bilgiler:

4.2.1. Hammaddeler ve Ürünler:

4.2.1.a. Hammadde ve kimyasallar

Yıllık Kullanım Miktarı (ton/yıl)

Potasyum Sorbat	2,712
Kalsiyum Klorür	7,866
Laktik Asit	12,8
Tuz	978

4.2.1.b. Ürünler

Üretilen Maddelerin Adı:

Yıllık Üretim Miktarı (ton/yıl)

Zeytin	7,664,801
--------	-----------

4.2.2. Üretim Prosesi: (x) (%)

Kesikli	:	(x)	(100)
Sürekli	:	()	()
Her ikisi	:	()	()

4.2.3. Tesiste Hammadde Ürün Atıksu İlişkisi

Tesiste hammadde olarak zeytin kullanılır. Zeytin alım şartnamesine göre alınan zeytinler salamura işleminden sonra eleme işleme tesislerine sevki yapılır. Salamura işlemi zeytin havuzlarında yapılır. Havuzların bakımı ve kontrolü şu şekildedir;

- Havuzlar kapatıldıktan sonra en geç bir hafta içinde salamura hacmi %0.1 oranında laktik asit verilerek ilk sirkülasyon mutlaka yapılır. pH'ına bakılarak kayıt altına alınır.

- İlk sirkülasyondan 90 gün sonra ikinci sirkülasyon yapılır. Bunu takip eden her 45 günde bir sirkülasyonlar tekrarlanır.
- Havuzların üzerinde oluşan kepekler düzenli ve sürekli temizlenir. Böylece kefeye oluşumu engellenmiş olur.
- Havuzlarda koku tat bozukluğu olup olmadığı kontrol edilir.
- Havuzlarda zeytinin basma işlemi için taşlar kullanılır.
- Nisan ayındaki sirkülasyon sırasında salamura bome dereceleri kontrol edilir ve % 12-14 arasında ayarlanır, havuzların Ph kontrolleri yapılacak, ph'ı 5.00 ve 5.00 üzerinde olan havuzların ph'ları laktik asit ilavesi ile ph'ı 4.6-4.5 arasında düşürülür.

Oluşan atıksu miktarı = 24.000 lt /gün
= 24.000 lt atıksu /gün = 24 m³/gün' dür.

Evsel atıksu miktarı = 32 kişi*30⁽¹⁾lt/gün*kişi =0,96 m³/gün~1 m³/gün
(Teorik hesap)

Ancak arıtma tesisine evsel atıksu verilmeyecektir. Söz konusu atıksular, belediye kanalizasyon hattına verilecektir.

Toplam Atıksu Miktarı = 24+1=25 m³/gün' dür.

Gelecekte kapasite artışında oluşacak debi: Arıtma tesisi %17 kapasite artışını karşılayacak şekilde projelendirilmiştir.

Maksimum debi : (24 m³/gün * 0,17) + 24 m³/gün = 30 m³/gün olur.

4.2.4. Su Temin Şekli ve Kullanımı

4.2.4.1. Su Temin Şekli :

	<u>m³/gün</u>
• Şebekeden	30
• Kaynaktan
• Kuyudan
• Deniz, Göl ve Akarsudan.....	...
• Diğerleri (Kullanma suyu)	...

4.2.4.2. Su Kullanım Yerleri :

	<u>Sürekli Ort. Debi</u>
<u>Kesikli</u>	
• Proses (Üretim) Toplam	29 m ³ /gün
• Evsel nitelikli atıksu	1 m ³ /gün
• Kazan Deşarjları
• Soğutma suyu (Temaslı)
• Soğutma suyu (Temassız)
• Su hazırlama ünitesi atıkları
• Diğerleri

4.3. Atıksu Miktarları, Türü ve Proje Debi Hesapları

4.3.1. Projeye Esas Bilgiler

Atıksu arıtma tesisine girecek atıksu debisi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 4. 1. Projelendirmede Esas Alınan Değerler

<i>PROJELENDİRMEDE ESAS ALINAN DEĞERLER</i>	
<i>Tesis sınıfı</i>	Gıda sektörü
Çalışan kişi sayısı	32 kişi
Toplam tesis debisi	30 m ³ /gün
Seçilen Arıtma Sistemleri	Fiziksel + Kimyasal + Biyolojik arıtma + İleri arıtma

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

4.3.2. Atıksu Kirlilik Değerleri

Atıksu arıtma tesisi projelendirilmesinde dikkate alınan kirlilik yükleri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4. 2. Zeytin Salamura İşletmeleri Atıksularının Karakterizasyonu

Parametre	Birim	Atıksu Karakteri
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/lt	2500
AKM (Askıda Katı Madde)	mg/lt	>300
Yağ ve Gres	mg/lt	1311
pH	-	6-9

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Tesisin maksimum debisi;

$$Q_{\max} = 30 \text{ m}^3/\text{gün}(\text{tek vardiya 8 saat}) = 30 / 8 = 3,75 \text{ m}^3/\text{saat}$$

Tesisin minimum debisi;

$$Q_{\min} = 25 \text{ m}^3/\text{gün}(\text{tek vardiya 8 saat}) = 25 / 8 = 3,125 \text{ m}^3/\text{saat}$$

4.4.Arıtılmış Su Kalitesi

Bu proje kapsamında önerilen Endüstriyel atıksu arıtma tesisi; Fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma esasına dayanmaktadır.

Fiziksel arıtmadan amaç; Atıksu içinde bulunan kaba katı maddelerin uzaklaştırılması suretiyle, arıtma tesisindeki pompa ve diğer mekanik teçhizatı korumak, vana, boru ve benzeri aktarma cihazlarının tıkanmasını önlemektir (Eleme). Kaba katı maddeler bezler, sopalar, tahta parçaları ve atıksuya ne şekilde karıştığı açıklanamayan maddeleridir. Bunun dışında tesise gelecek katı yükü hafifletilmiş ve yüzücü maddeler tutulmak suretiyle dezenfeksiyon işlerinin verimi artırılmış olur.

Debi, BOİ, ve AKM yüklerinin dengelenmesi (Dengeleme).

Yoğunlukları suyunkine yakın olan askıdaki ince parçacıkların daha büyük yumaklar haline getirilmesi (Yüzdürme = Flotasyon).

Kimyasal arıtmadan amaç; Çeşitli nedenlerle istenmeyen bileşiklerin zararsız bileşiklere dönüştürülmesi veya daha sonraki arıtma işlemleri için uygun yapıya getirilmesi amacıyla uygulanır. Söz konusu Endüstriyel arıtma tesisinde kimyasal oksidasyon, dezenfeksiyon, organik bileşiklerin giderilmesi, renk giderilmesi, tat ve koku giderilmesi, amonyak giderilmesi amacıyla kullanılacaktır.

Biyolojik arıtmadan amaç; Fiziksel yöntemler ile sudan ayrılması mümkün olmayan çözünmüş maddeleri uzaklaştırmak ve organik maddeyi stabil hale getirmektir.

İleri arıtmada amaç; Biyolojik arıtmada arıtılmayan kirleticilerin ileri fiziksel arıtma yöntemleri ile arıtılması işlemidir.

10/03/1995 tarihli ve 22223 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Su Ürünleri Yönetmeliği’nin “Sulara Boşaltılabilecek Atıklar” başlıklı Ek-6 deşarj standartları genel karakteristikleri Tablo.3’de verilmiştir.

Tablo 4. 3. Kirletici Deşarj Standartları

Parametreler	Birim	Atıksu Karakteri
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) ⁽²⁾	mg/lt	50
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) ⁽²⁾	mg/lt	170
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/lt	200
Yağ ve Gres (Evsel Atıklardan)	mg/lt	30
Yağ ve Gres (Endüstriyel Atıklardan)	mg/lt	10
Fenoller ⁽¹⁾	mg/lt	5
Serbest Siyanür	mg/lt	0,06
Toplam Siyanürler	mg/lt	0,3
Serbest Klor	mg/lt	0,5
Toplam Sülfür	mg/lt	1
Nitrat Azotu	mg/lt	5
Toplam Fosfor ⁽¹⁾	mg/lt	1
Amonyak Azotu ⁽²⁾	mg/lt	0,2
Florür	mg/lt	20
Civa	mg/lt	0,01
Kadmiyum	mg/lt	0,05
Kurşun	mg/lt	0,5
Arsenik	mg/lt	0,5
Krom (Toplam)	mg/lt	0,5
Bakır	mg/lt	0,5
Nikel	mg/lt	0,5
Çinko	mg/lt	2
Ph		5-9

Zehirlilik	Seyreltilmiş atıkta, test edilen balıkların 48 saat sonunda %20'sinde ölmemelidir.
Fekal Koliform	Çift kabuklu yumuşakçaların istihsal yerlerinde de şarj edilecek atıklardan alınan numunelerde , Fekal Koliform miktarı 10 EMS/100ml'den fazla olamaz 100 EMS/100ml. Olan değerler ancak numunelerin %20sinde bulunabilir. Diğer su ürünlerinin yetiştirildiği veya istihsal edildiği alanlarda ise, atıksu numunesinde Fekal Koliform 200EMS/100ml'den fazla olamaz.

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Arıtma tesisinin çıkış suyu, deşarj standartları kalitesinde arıtılmış su özelliğinde olup, deşarj edilmek için hazır hale gelmiş olacaktır. Tablo.4.3'de kirlilik yüklerine göre ünitelerdeki verim aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Örnek: Fiziksel arıtma için çıkış KOİ arıtma yükünü bulalım;

$$Q = 30 \text{ m}^3/\text{gün (Debi)}$$

$$\text{Giriş KOİ} = 2500 \text{ mg/Lt}$$

$$\text{Çıkış KOİ} = X \text{ olsun,}$$

Fiziksel arıtma için KOİ verimi %5 'dir.

$$\text{Verim} = \left\{ \frac{\text{Giriş kirlilik yükü(mg/Lt)} - \text{Çıkış kirlilik yükü(mg/Lt)}}{\text{Giriş kirlilik yükü(mg/Lt)}} \right\} * 100$$

$$\text{Verim} = 5 = \left\{ \frac{(2500 - X)}{2500} \right\} * 100 \quad X = 2375 \text{ mg/Lt}$$

$$\text{Giriş KOİ Yüğü (kg/gün)} = \text{Debi} * \text{Giriş KOİ} / 1000$$

$$= (30 \text{ m}^3/\text{gün} * 2500 \text{ mg/Lt}) / 1000 = 75 \text{ kg/gün}$$

$$\text{Çıkış KOİ Yüğü (kg/gün)} = \text{Debi} * \text{Giriş KOİ} / 1000$$

$$= (30 \text{ m}^3/\text{gün} * 2375 \text{ mg/Lt}) / 1000 = 71,25 \text{ kg/gün bulunur.}$$

Tablo 4. 4. Fiziksel Arıtma Giriş-Çıkış Parametreleri

PARAMETRE		(Q _{max} =30 m ³ /gün)		Verim %
		mg/l	kg/gün	
BOİ₅	Giriş	1000	30	5
	Çıkış	950	28,5	
KOI	Giriş	2500	75	5
	Çıkış	2375	71,25	
AKM	Giriş	300	9	5
	Çıkış	285	8,55	
YAĞ ve GRESS	Giriş	1311	39,33	50
	Çıkış	655,5	19,66	

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Tablo 4. 5. Kimyasal Arıtma Giriş-Çıkış Parametreleri

PARAMETRE		(Q _{max} =30 m ³ /gün)		Verim %
		mg/l	kg/gün	
BOİ₅	Giriş	950	28,5	43,5
	Çıkış	520	15,6	
KOI	Giriş	2375	71,25	50
	Çıkış	1187,5	35,625	
AKM	Giriş	285	8,55	90
	Çıkış	28,5	0,855	
YAĞ ve GRESS	Giriş	655,5	19,66	90
	Çıkış	65,55	1,96	

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Tablo 4. 6. Biyolojik Arıtma Giriş-Çıkış Parametreleri

PARAMETRE		(Q _{max} =30 m ³ /gün)		Verim %
		mg/l	kg/gün	
BOİ₅	Giriş	520	15,6	98
	Çıkış	10	0,3	
KOI	Giriş	1187,5	35,625	95
	Çıkış	59,37	1,78	
AKM	Giriş	28,5	0,855	50
	Çıkış	14,25	0,43	
YAĞ ve GRESS	Giriş	65,55	1,96	70
	Çıkış	19,66	0,589	

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Tablo 4. 7. İleri Arıtma Giriş-Çıkış Parametreleri

PARAMETRE		(Q _{max} =30 m ³ /gün)		Verim %
		mg/l	kg/gün	
BOİ₅	Giriş	10	0,3	80
	Çıkış	2	0,06	
KOI	Giriş	59,37	1,78	80
	Çıkış	11,8	0,354	
AKM	Giriş	14,25	0,43	99
	Çıkış	0,14	0,004	
YAĞ ve GRESS	Giriş	19,66	0,589	99
	Çıkış	0,19	0,005	

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

4.5.Deşarj Yeri ve Özellikleri

Zeytin salamura işletmesinden kaynaklanan evsel ve endüstriyel atıksular, Evsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi' nde arıtıldıktan sonra, 10/3/1995 tarihli ve 22223 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Su Ürünleri Yönetmeliğinin "Sulara Boşaltılabilecek Atıklar" Ek-6'da istenilen deşarj standartlarına getirilerek Pınar dere vasıtasıyla İznik Gölü' ne deşarj edilecektir.

4.6.Tasarım Esasları

Atıksu arıtma tesisi fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma ünitelerinden oluşmaktadır. Biyolojik arıtma "**Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur Sistemi**"ne göre dizayn edilmiştir.

Diğer alternatif sistemlere göre avantajları;

- Kolay işletim
- Yerde müdahale
- Yüksek verim
- Otomatik kontrol
- KOİ, BOİ, Yağ ve Gress gideriminde yüksek verim
- Kısa sürede deşarj standartlarına ulaşma

Dezavantajları;

- İlk yatırım maliyeti yüksektir.
- Anaerobik arıtmaya göre enerji tüketimi yüksektir.
- Kimyasal madde sarfiyatı olduğundan işletim masrafına artı bir yük getir.

Atıksuyu aktifleştirilmiş biyolojik yumaklar haline dönüştürmeyi amaçlayan aktif çamur metodu, kirli suların doğal olarak kendi kendine tasfiyesi olayına eşdeğer bir işlemdir. Yani, biyolojik arıtma ile organik kirlenmelerin atıl ve zararsız hale dönüştürülmesi, doğada aynı amaç ile yer alan proseslerin kontrollü bir ortamda tekrarlanması işlemidir.

Bütün aerobik (havalı) arıtma proseslerinde organik kirlenmeler sentez ve oksidasyon yolu ile giderilirler. Burada, organik

maddenin bir kısmı hücrelere dönüşürken geri kalan kısım gerekli enerjiyi üretmek amacı ile oksidasyona tabi tutulurlar.

Biyolojik arıtma sistemlerinin projelendirilmesinde esas alınan “Aktif Çamur Sistemi”, aerobik aktif ürünlerin (mikroorganizmalar) atıksu ile havalandırılarak karıştırıldığı ve oluşan biyolojik yumakların ayrı bir ortamda çökeltildiği sürekli bir sistemdir. Bu sistemde mikroorganizmalar atıksu içerisindeki organik maddeleri çözümlüyüp oksidasyon-sentez işlemi ile CO₂, H₂O, NO₃ ve SO₄ gibi son ürünlere dönüştürmektedir. Aerobik koşullar ise basınçlı hava ile sağlanmaktadır.

30 m³/gün kapasiteli olarak projelendirilen atıksu arıtma tesisi;

- Izgara Kanalı ve Izgara Ünitesi
- Dengeleme havuzu
- Flotasyon Tankı
- Nötralizasyon Tankı
- Koagülasyon Tankı
- Flokülasyon Tankı
- Kimyasal Çökeltme Tankı
- Nötralizasyon Havuzu
- Havalandırma Havuzu
- Biyolojik Çökeltme Havuzu
- İleri Arıtma Üniteleri
- Çamur Susuzlaştırma Ünitesi'nden

oluşmaktadır. Tesiste bulunan ünitelerin çalışma prensipleri detaylı olarak aşağıda verilmiştir.

Izgara Kanalı

Atıksu içerisinde bulunan katı maddelerin, arıtma prosesini veya arıtma ekipmanlarının çalışmalarını etkilememesi için katı maddelerin tutulması amacıyla, atıksu ilk önce sepet tip ızgaradan geçirilecektir. Izgarada tutulan katı maddeler zaman zaman temizliği yapılarak alınacaktır. Toplanan katı maddeler yerel yönetimin uygun gördüğü yere gönderilecektir. Izgara kanalından geçen atıksu buradan cazibeli akış ile dengeleme havuzuna verilmektedir.

Dengeleme Havuzu

Atıksu debi ve kirlilik yükleri açısından gün boyunca değişim göstermektedir. Dengeleme havuzunun amacı, bu değişimleri kontrol etmek ve arıtma tesisinin sonraki üniteleri homojen yapıda atıksu ile kararlı bir şekilde beslenmesini sağlamaktır. Böylelikle ünitelerin maliyetini arttıracak pik debiler yerine ortalama proje debisine göre dizayn yapılabilecek ve şok yükler önlenecektir. Dengeleme havuzuna blower-difüzör sistemi ile hava verilecek ve böylece KO İ giderimi de sağlanacaktır.

Flotasyon Tankı

Dengeleme havuzundaki dalgıç pompa atıksuyu flotasyon tankına terfi eder. Atıksu içeriğindeki yağın uzaklaştırılabilmesi için flotasyon prosesinden geçirilecektir. Flotasyon havuzunda atıksular havalandırılarak atıksu içindeki yağlar ve yüzer haldeki maddeler sıyrıcı vasıtasıyla alınır. Daha sonra atıksular pompa yardımı ile ayar savağına iletilecektir.

Nötralizasyon Tankı

Flotasyon havuzundan kendi akışı ile nötralizasyon ünitesine verilecektir. Kimyasal arıtmadaki flokleşme verimini artırmak amacıyla nötralizasyon havuzunda pH =7' ye getirilir. Bu değer flokleşme verimini optimum düzeyde tutar. Bunun için de nötralizasyon ünitesinde atıksuya pH metre kontrolünde kireç, dozaj pompası yardımıyla dozlanacak ve atıksu nötrale edilecektir. Bu işlem gerçekleştirilirken tank, hızlı karıştırıcı ile karıştırılmalıdır. Nötrale olan atıksu kendi akışıyla koagülasyon tankına iletilecektir.

Koagülasyon Tankı

Atıksu bünyesindeki kolloidal boyuttaki kirleticilerin kimyasal madde ilavesiyle çökerek su ortamından uzaklaştırılması esasına dayanan kimyasal arıtmanın ilk kademesi Koagülasyon işlemidir. Koagülasyon havuzu yerine projemizde polietilen tank dü şünülmüştür. Burada koagülant madde (alum) ile hızlı karışıma tabii tutulur. Amaç AKM'yi düşürerek Biyolojik Arıtmaya yüksek miktarda KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) verilmesini engellemektir. Koagülasyon tankından geçen atıksu kimyasal arıtmanın diğer kademesi olan flokülasyon tankına geçecektir.

Flokülasyon Tankı

Koagülasyon tankından gelen atıksular burada Anyonik Polielektrolit ile yavaş karışma tabii tutulur. Flokülasyon tankında koagüle haldeki yumaklar flok oluştururlar ve oluşan floklar hacimce hem büyük hem de çökmeye elverişli hale gelerek kimyasal çöktürme tankına gönderilir.

Kimyasal Çöktürme Tankı

Flokülasyon tankında oluşan flokların graviteli çöktürme prensibine göre çökerek su ortamından uzaklaştırılması için kimyasal çöktürme tankı projelendirilmiştir. Çöken çamur tankın konik kısmında toplanır ve vana yardımıyla çamur tankına alınır. Tankın üst yüzeyinde savaklanan su nötralizasyon havuzuna kendi akışı ile iletilecektir.

Nötralizasyon Havuzu

Kimyasal çöktürme tankından kendi akışı ile nötralizasyon ünitesine verilecektir. Havalandırma havuzundaki bakterilerin biyolojik aktivitelerinin sürekliliğini sağlamak için nötralizasyon havuzunda PH =7-7,5 arasında olması sağlanmalıdır. Bu değer bakterilerin optimum düzeyde aktivite gösterebilmeleri için idealdir. Bunun için de nötralizasyon ünitesinde atıksuya pH metre kontrolünde kostik, dozaj pompası yardımıyla dozlanacak ve atıksu nötralize edilecektir. Bu işlem gerçekleştirilirken havuz, hızlı karıştırıcı ile karıştırılmalıdır. Nötralize olan atıksu kendi akışıyla havalandırma havuzuna iletilecektir.

Havalandırma Havuzu

Nötralizasyon havuzundan atıksu biyolojik havalandırma havuzuna verilecektir. Burada biyolojik kirlilik yükü olan atıksuya uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi uygulanarak biyolojik arıtma sağlanacaktır. Biyolojik arıtmada süt endüstri atıksuları için üretilmiş ve seçilmiş bakteri ırkları kullanılarak biyolojik kirliliklerin giderimi sağlanacaktır.

Havalandırma prosesi biyolojik arıtmanın gerçekleştiği prosestir. Burada, atıksu içerisine atmosferdeki havayı atıksu içerisine aktarma prensibine göre çalışan blower-difüzör sistemi vasıtasıyla hava verilerek organik maddelerin parçalanması ve çökebilir karakterdeki biyolojik yumakların oluşması sağlanacaktır. Atıksu, havalandırma prosesinden yumakların parçalanmaması amacı ile çöktürme prosesine sakin bir geçişle alınacaktır.

Biyolojik Çökeltme Havuzu

Biyolojik çökeltme prosesinde graviteli çökeltim prensibine göre çökelen biyolojik yumaklar çamur konisinde biriktirilirken, havuz üst kısmında bulunan duru faz savaklanarak dezenfeksiyon havuzuna geçecektir. Çamur konisinde biriken çamurun bir kısmı havalandırma havuzundaki aktif çamur oranının sabit tutulabilmesi için geri devrettirilirken fazla çamur ise çamur pompası ile çamur yoğunlaştırma tankına iletilecektir.

İleri Arıtma Üniteleri

Biyolojik çökeltme havuzundan çıkan sular temizsu havuzuna alınır. Burada basınçlı pompalar vasıtasıyla ileri arıtma ünitelerine atıksu beslemesi yapılır. İleri arıtma kum filtresi, aktif karbon, nanofiltrasyon ve ters-osmos ünitelerinden oluşur. İleri arıtma çıkışı ultraviyole ışınları ile dezenfeksiyon işlemi gerçekleştirilir. İleri arıtmada amaç biyolojik arıtmada arıtılmayan kirleticilerin ileri fiziksel arıtma yöntemleri ile arıtılması işlemidir.

Çamur Susuzlaştırma Ünitesi

Kimyasal ve biyolojik çökeltme havuzlarından gelen arıtma çamurları çamur yoğunlaştırma tankına iletilir. Düşük devirde karıştırılarak çamur yoğunlaştırılması sağlanır. Yoğunlaştırma tankında oluşan çamur susuzlaştırılmak üzere filtreprese gönderilirken, yoğunlaştırma tankı yüzeyinde toplanan su ise dengeleme havuzuna gönderilir. Çamur susuzlaştırmak için filtrepres kullanılacaktır.

Filtrepresten çıkan çamur keki, 14.03.1991 tarih ve 20814 Sayılı "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" Madde 28- Arıtma çamurlarının evsel katı atıklarla birlikte depolanması bölümünde yer alan su oranının %65 olması şartını sağlayacağı için bertaraf edilmek üzere Belediye Çöplüğü'ne gönderilecektir.

Filtrepresten çıkan süzüntü suları tekrar arıtılmak üzere dengeleme havuzuna gönderilecektir.

4.7.Tesise Ait Veriler

Izgara Havuzu

Miktar			: 1 adet
En(B)			: 0,80 m
Boy (L)			: 0,80 m
Derinlik (H)			: 1,0 m
Hacim			: 0,64 m ³
Malzeme			: Betonarme

Dengeleme Havuzu

Miktar			: 1 adet
En(B)			: 2,50 m
Boy (L)			: 8,20 m
Derinlik (H)			: 3,00 m
Hacim			: 61,3 m ³
Malzeme			: Betonarme

Biyolojik Çökeltme Havuzu

Miktar			: 1 adet
Çap (D)			: 3,0 m
Derinlik (H)			: 3,0 m
Hacim			: 15m ³
Malzeme			: Betonarme

Nötralizasyon Havuzu

Miktar		: 1 adet
En(B)		: 0,50 m
Boy (L)		: 0,50 m
Derinlik (H)		: 1,0 m
Hacim		: 0,25 m ³
Malzeme		: Betonarme

Havalandırma Havuzu

Miktar		: 2 adet
En(B)		: 3,40 m
Boy (L)		: 4,00 m
Derinlik (H)		: 3,0 m
Hacim		: 40,8 m ³
Malzeme		: Betonarme

Temizsu Havuzu

Miktar		: 1 adet
En(B)		: 2,8 m
Boy (L)		: 3,0 m
Derinlik (H)		: 2,0 m
Hacim		: 16,8 m ³
Malzeme		: Betonarme

Yağ-Köpük Toplama Havuzu

Miktar		: 1 adet
En(B)		: 1,50 m
Boy (L)		: 1,50 m
Derinlik (H)		: 2,0 m
Hacim		: 4,5 m ³
Malzeme		: Betonarme

Pompa Odası

Miktar		: 1 adet
En(B)		: 1,50 m
Boy (L)		: 1,50 m
Derinlik (H)		: 2,0 m
Hacim		: 4,5 m ³
Malzeme		: Betonarme

İşletme Binası

Miktar : 1 adet
En*Boy*Yükseklik : 5,4*13,4*5 m
Malzeme : Betonarme

4.8.Ünitelerde Kullanılan Kimyasal Madde Miktarları

- $Al_2(SO_4)_3$ (Alüminyum Sülfat) : 30 kg/gün
- Polielektrolit (Anyonik) : 0,3 kg/gün
- Kireç : 190 kg/gün
- Asit : 160 lt/gün

4.9.Arıtma Tesisinde Kullanılan Ekipmanlara ait Enerji Sarfiyatları

Arıtma tesisindeki ekipmanlardan kaynaklanan enerji sarfiyatı aşağıda verilmiştir.

Tablo 4. 8. Ekipman Sarfiyatı

EKİPMANLAR	ENERJİ SARFİYATI (kW/h)
Dalgıç Pompalar	0,75
Santrifüj Pompalar	2,2
Dozaj Pompaları	0,72
Karıştırıcılar	3,15
Blower	7,5
Filtrepres +Çamur Besleme Pompası	10
İleri Arıtma	22,5
Toplam Sarfiyat	46,82

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

4.10. Atıksu Arıtma Tesisi Proje Hesapları

4.10.1. Proses Açıklaması

Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi; fiziksel, kimyasal , biyolojik ve ileri arıtma ünitelerinden oluşmaktadır.

Fiziksel arıtma üniteleri; Izgara kanalı flotasyon havuzu ve dengeleme havuzundan oluşmaktadır.

Kimyasal arıtma üniteleri; Koagülasyon, flokülasyon, kimyasal çökteltme havuzu ve nötralizasyon üniteleri yer almaktadır.

Biyolojik arıtma üniteleri havalandırma havuzu ve biyolojik çökteltme havuzu kademelerinden oluşmaktadır.

Atıksular, 5mm çapında sepet ızgaradan geçirildikten sonra yağ ve yüzer haldeki maddelerin alınması için üst sıyırma mekanik düzenek yerleştirilmiştir. Bu düzenek sistemi flotasyon havuzunda gerçekleşmektedir. Yağ alma işlemi hava ile yapılmaktadır. Flotasyon havuzundaki dalgıç pompa kimyasal arıtma ünitesine atıksuyu iletme işlemini gerçekleştirir. Kimyasal arıtma prosesinde hızlı karıştırma işlemi gören statik mikser bulunur. Yavaş karıştırma işlemi ise ayar savaklarında gerçekleştirilir. Ayrıca PH ayarı yapmak için nötralizasyon havuzu yer almaktadır.

Kimyasal ünitenin devamı olan biyolojik arıtma ünitesi havalandırma ve biyolojik çökteltme proseslerinden oluşmaktadır. Biyolojik arıtma prosesi aerobik mikroorganizmalar ve oksijen yardımı ile organik kirleticileri; CO₂, H₂O ve ürünlere dönüştürülmesi işlemidir.

4.10.2. Ünitelerin Boyutlandırılması

Arıtma prosesinin seçimine esas olarak alınacak atıksu kirletici parametrelerinin özellikleri aşağıda Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4. 9. Zeytin Salamura İşletmesi Atıksularının Kirlilik Değerleri

Parametre	Birim	Atıksu Karakteri
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/lt	> 2500
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	mg/lt	> 950
Yağ ve Gres	mg/lt	1311
AKM	mg/l	> 300
PH	-	6-9

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

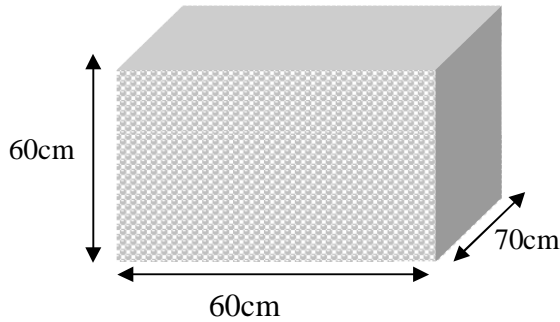
Atıksu arıtma tesisi yukarıdaki kirlilik değerlerine göre dizayn edilmiştir. Fiziksel , kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma üniteleri 24 saat üzerinden projelendirilmiştir.

4.10.2.1. Fiziksel Arıtma Üniteleri

Sepet Izgara Tasarımı (İnce Elek)

Atıksu arıtma tesislerindeki mekanik aksamın korunması arıtma tesisindeki ekipmanlarda fiziksel hasarların oluşmaması ve arıtma veriminin artırılması amacıyla kullanılan ön arıtma ünitesidir. Bu ünite suyun içerisinde bulunan askıda katı maddelerin uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaktadır.

Sepet ızgaranın projelendirilmesinde kaba ve askıda katı maddeleri 15 mm' ye kadar tutulması amaçlanmaktadır. Arıtma tesisi genel hattında 1 adet sepet ızgara düşünülmektedir.



Yukarda ebatları verilen sepet ızgara tamamen kendi imalatımız olup verilen değerler deneyim ve işletme bilgisinden ibarettir.

Kapasite	: 0-50 m ³ /gün
Katı madde tutma kapasitesi	: 0,392 m ³ /saat
Delik çapı	: 15 mm
Katı Geçirgenliği	: 0-14 mm
Katı Tutma	: 15 mm ve üzeri

Dengeleme Havuzu

Izgara kanalından geçen atıksu dengeleme havuzuna gelecektir. Atıksu, debi ve kirlilik yükleri açısından gün boyunca değişim göstermektedir. Dengeleme havuzunun amacı bu değişimleri kontrol etmek ve arıtma tesisinin sonraki üniteleri homojen yapıda atıksu ile kararlı bir şekilde beslenmesini sağlamaktır. Böylelikle ünitelerin maliyetini artıracak pik debiler yerine ortalama proje debisine göre dizayn yapılabilecek ve şok yükler önlenecektir. Dengeleme havuzuna blower-difüzör sistemi ile hava verilecek ve böylece KOİ ve BOİ giderimi de sağlanacaktır. $Q_{max} = 30 \text{ m}^3/\text{gün} = 30 / 8 = 3,75 \text{ m}^3/\text{saat}$ $Q_{min} = 30 \text{ m}^3/\text{gün} = 30 / 24 = 1,25 \text{ m}^3/\text{saat}$

$$V = (Q_{max} - Q_{min}) * t \quad V = \text{Hacim}(\text{m}^3) \quad t = \text{Bekleme süresi (saat)} = (3,75 - 1,25) * 16 = 40 \text{ m}^3$$

$$V = A * H$$

$$A = \text{Alan} (\text{m}^2)$$

$$H = \text{Su yüksekliği}(\text{m})$$

$$V = A * 1,95 = 40$$

$$A = 20,51 \text{ m}^2$$

$$A = B * L \quad B = \text{En}(\text{m})$$

$$L = \text{Boy}(\text{m}) \quad B = 2,5 \text{ m alınır};$$

$$L = 8,2 \text{ m bulunur.}$$

$$H_t = \text{Toplam yükseklik} = \text{Su yüksekliği} + \text{Hava payı} = 1,95 + 1,05 (\text{hava payı}) = 3 \text{ m}$$

$$\text{Havuz Toplam Hacmi} = 2,5 * 8,2 * 3 = 61,5 \text{ m}^3$$

Tablo 4. 10. Dengeleme Havuzu Tasarım Değerleri

DEBİ (Qmax)	3,75 m ³ /saat
Hidrolik bekleme süresi	16 saat
Hacim	61,5 m ³
Yüzey alanı	20,51 m ²
Havuzun toplam yüksekliği	3 m

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Flotasyon Tankı

Flotasyonda 3.4-5 atm basınç altında çözülmüş hava kullanılmaktadır. 3.4-5 atmosfer basınçtaki atıksu, flotasyon tankına verildiğinde, basınç farkından dolayı hava kabarcıkları oluşur ve istenen flotasyon da gerçekleşmiş olur. Üste toplanan yağlı maddeler otomatik yağ sıyrıcı aparatı ile toplanarak yağ toplama ünitesine verilir.

Flotasyon Tankında;

Yüzeysel hidrolik yük(S_o), 3,66-9,76 m³/m²*h

Hidrolik bekleme süresi(t), 20-30 dakika ,

Yüzeysel katı madde yükleri kullanım maksatlarına göre 25 ile 260 kg KM/m²*gün arasında değişmektedir.

Flotasyonda hava ihtiyacı; 16m³/m/h

$$Q = (30 \text{ m}^3/\text{gün}) / 24 = 1,25 \text{ m}^3 / \text{saat}$$

Bekleme süresi; 30 dakika

$$V = Q * t$$

$$V = \text{Tank hacmi (m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{Debi (m}^3/\text{gün)}$$

$$T = \text{Zaman (dakika)}$$

$$V = [(1,25 \text{ m}^3 / \text{saat}) / 60 \text{ dak}] * 30 \text{ dak} = \mathbf{0,625 \text{ m}^3}$$

$$V = A * H = A * 0,65 = 0,625 \text{ m}^3 \quad A \approx 1 \text{ m}^2$$

$$A=B*L =0,8*L=1m^2 \quad L=1,25 \text{ m}$$

$$H_t=0,65 +0,35(\text{hava payı}) =1\text{m}$$

Gerekli Oksijen İhtiyacı Hesabı:

Flotasyon havuzları tasarımında 0,5-2 m³ hava/m³ havuz hacmi arasında alınması önerilmektedir. Flotasyon havuzu hacmi = 0,625 m³ olarak belirlenmiştir. Tasarım için hava miktarı için 1 m³ hava/m³ havuz hacmi/gün seçilmiştir.

$$\text{Flotasyon havuzu için gerekli hava miktarı} = (1 \text{ m}^3 \text{ hava/m}^3/\text{gün}) * 0,625 \text{ m}^3 = 0,625 \text{ m}^3 \text{ hava/gün}$$

Havadaki oksijen miktarı ağırlığa göre = % 23,2

Oksijen transfer verimi =% 8 olduğu dikkate alınırsa;

Gerekli hava miktarı ;

$$(0,625 \text{ m}^3/\text{hava/gün}) / [(0,232)*(0,08)] = 33,67 \text{ m}^3 \text{ hava/gün} = 1,4 \text{ m}^3 \text{ hava/st}$$

olarak bulunur.

Bir adet difüzörün hava kapasitesi **5 m³/h** olduğu için;
Gerekli difüzör sayısı =1,4/5 =0,28 1 adet difüzör kullanılır.
Difüzörü 70cm mesafe ile flotasyon havuzuna montaj ı yapılacaktır.

Tablo 4. 11. Flotasyon Tankı Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25 m ³ /saat
Hidrolik bekleme süresi	30 dakika
Hacim	0,625 m ³
Yüzey alanı	1 m ²
Su derinliği	0,65 m
Tankın toplam yüksekliği	1 m

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

4.10.2.2. Kimyasal Arıtma Üniteleri

Nötralizasyon Tankı

Atıksu, pH'ı dengelemek için flotasyon tankından nötralizasyon tankına gelir.

$Q = 30 \text{ m}^3 / \text{gün} / 24 = 1,25 \text{ m}^3 / \text{saat}$ $t=15 \text{ dk}$ $V=Q*t = 1,25/60 * 15$
 $=0,312 \text{ m}^3 = 312 \text{ lt}$ piyasada 312lt tank olmadığı için en yakın hacimli olan 500lt polietilen tank seçilmiştir.

Tablo 4. 12. Nötralizasyon Tankı Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25 m ³ /saat
Hidrolik bekleme süresi	15 dakika
Hacim	0,5 m ³ -tank
Malzeme	Polietilen

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Koagülasyon Tankı

Atıksu, çökelemeyen askıda katı maddeleri daha büyük çökebilir hale getirmek için koagülasyon işlemi uygulanır.

$Q = 30 \text{ m}^3 / \text{gün} / 24 = 1,25 \text{ m}^3 / \text{saat}$ $t=15 \text{ dk}$ $V=Q*t = 1,25/60 * 15$
 $=0,312 \text{ m}^3 = 312 \text{ lt}$ piyasada 312lt tank olmadığı için en yakın hacimli olan 500lt polietilen tank seçilmiştir.

Tablo 4. 13. Koagülasyon Tankı Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25 m ³ /saat
Hidrolik bekleme süresi	15 dakika
Hacim	0,5 m ³ -tank
Malzeme	Polietilen

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Flokülasyon Tankı

Atıksu, çökelemeyen askıda katı maddeleri daha büyük yumaklar haline getirmek için flokülasyon işlemi uygulanır.

$Q = 30 \text{ m}^3/\text{gün}/24 = 1,25 \text{ m}^3/\text{saat}$ $t=30 \text{ dk}$ $V=Q*t = 1,25/60 * 30 = 0,625 \text{ m}^3 = 625 \text{ lt}$ piyasada 625lt tank olmadığı için en yakın hacimli olan 1000lt polietilen tank seçilmiştir.

Tablo 4. 14. Flokülasyon Tankı Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25 m ³ /saat
Hidrolik bekleme süresi	30 dakika
Hacim	1 m ³ -tank
Malzeme	Polietilen

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Kimyasal Çökeltme Tankı

Hızlı ve yavaş karıştırma üniteleri sonunda kullanılan kimyasal çöktürme tank ve havuzlarında yüzeysel yükleme hızları 24 – 48 m³/m²/gün arasında değişmektedir.

Kimyasal çöktürme tankı çıkışında %98 oranında AKM, %60 oranında BOİ₅, %70 oranında KOI, %50 yağ gres giderilmektedir.

Yüzeysel Hidrolik Yük, $S_o=0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

$Q=30\text{m}^3/\text{gün}$ $Q=(30\text{m}^3/\text{gün}) / 24 = 1,25\text{m}^3/\text{saat}$

Hesaplanan değerler;

Gerekli dairesel çökeltim tankı alanı (A) = Debi/Yüzeysel Hidrolik Yük = $Q/S_o = 1,25/0,5 = 2,5 \text{ m}^2$

Çökeltim tankı dairesel planlı olduğundan;

$$\text{Alan}(A) = \pi * D^2 / 4 \longrightarrow D \approx 1,8 \text{ m}$$

$$D = \text{Çap}(m)$$

Hidrolik bekleme süresi 3,5 saattir.

O halde;

$$V_t = Q * t = \text{Hacim} = \text{Debi} * \text{Bekleme Süresi} = 1,25 * 3,5 = \approx 4,4 \text{ m}^3 (\text{toplam havuz hacmi})$$

$$V_1 = \pi * D^2 / 4 * h_1 = \pi * 1,8^2 / 4 * h_1 = 2,54 * h_1 \text{ (Silindir hacmi)}$$

$$V_2 = \pi * h_2 / 12 * (1,8^2 + 1,8 * 0,15 + 0,15^2) = 0,92 * h_2 \text{ (Konik hacmi)}$$

$$V_t = V_1 + V_2 = 2,4 * h_1 + 0,92 * h_2 = 2,54 * h_1 + 0,92 * h_2 = 4,4 \text{ m}^3$$

$$V_t = 2,54 * h_1 + 0,92 * 0,7 = 4,4 \text{ m}^3 \quad h_1 = 1,5 \text{ m}$$

Çökeltme tankının toplam derinliği: 2,5 m (1,5 + 0,3 (hava payı) + 0,7 = 2,5 m)

Tankın çıkışında; Form A tipi 'V' savakları, çift taraftan savaklama olacak şekilde 30 cm genişliğinde kutu kesitli krom kaplamalı savaklar boyutlandırıldığında; Savak eksenleri arası mesafe ; $a = 0,15 \quad \alpha = 45^\circ$

$$\text{Savak kanal uzunluğu}(L) = \pi * D = 1,8 * \pi = 5,65 \text{ m}$$

$$\text{Havuzdaki savak sayısı}(n) = 5,65 / 0,15 = 37 \text{ adet}$$

Her bir savaktan geçecek debi;

$$Q_s = Q / n = 30 / 37 = 0,81 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

$$\text{Savak yükü} = Q_s / L = 30 / \pi * 1,8 = 5,3 \text{ m}^3 / \text{m} / \text{gün}$$

Tablo 4. 15. Kimyasal Çökeltme Tankı Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25m ³ /saat
Hidrolik bekleme süresi	3,5 saat
Hacim	4,5 m ³
Yüzey alanı	2,54 m ²
Su derinliği	2,2 m
Tankın toplam yüksekliği	2,5 m

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Kimyasal Çamur Hesabı;

- Akm Çamuru

AKM = Askıda Katı Madde (mg/ l)

Girişteki AKM =567 mg/l

Çıkıştaki AKM =56,7 mg/l

Giderilen AKM =(Girişteki AKM – Çıkıştaki AKM)* Debi = (567 –56,7)*30 /1000 =15,31 kg/ gün AKM çamuru oluşur.

- Kireç Çamuru

Kireç dozajı = 6330 mg/lt

Günlük kireç miktarı = 6330*30

/1000 = **190 kg/gün** Kireç

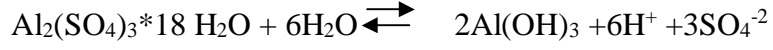
çamuru %25 çamur oluşturur.

Kireç çamur =0,25 *37,9 =7,5 kg/gün

- Alüm Çamuru

Alüm Dozaj(m) =500 mg/l

Günlük Alüm miktarı(kg/gün) = Q*m = (1000mg/l *30m³/gün)/1000 =**30kg/gün**



666,7 g Alüm
oluşturursa

156g Al(OH)₃ çamuru

30 kg

x

X = 7,01 kg/gün alüm çamuru oluşur.

Toplam çamur = 15,31 + 7,5 + 7,01 = 29,82 kg/gün

Nötralizasyon Havuzu

Atıksu, pH'ı dengelemek için kimyasal çökeltme tankından nötralizasyon havuzuna gelir.

$$Q = 30 \text{ m}^3/\text{gün}/24 = 1,25 \text{ m}^3/\text{saat} \quad t=10 \text{ dk} \quad V=Q*t = 1,25/60 * 10 = 0,2 \text{ m}^3 \quad V=A*H$$

$$= 0,2 \text{ m} = A*0,8 \quad A=0,25 \text{ m}^2$$

$$A=B*L = 0,25 = 0,5*L \quad L=0,25 \text{ m}$$

$$H_t = 0,8 + 0,2(\text{hava payı}) = 1 \text{ m}$$

Tablo 4. 16. Nötralizasyon Havuzu Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25 m ³ /saat
Hidrolik bekleme süresi	10 dakika
Hacim	0,25 m ³
Yüzey alanı	0,2 m ²
Su derinliği	0,8 m
Havuzun toplam yüksekliği	0,2 m

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

4.10.2.3. Biyolojik Arıtma Üniteleri

Atıksu arıtma tesisi fiziksel, kimyasal biyolojik ve ileri arıtma ünitelerden oluşmaktadır.

Biyolojik arıtma “*Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur Sistemine*” göre dizayn edilmiştir.

Atıksuyu aktifleştirilmiş biyolojik yumaklar haline dönüştürmeyi amaçlayan aktif çamur metodu, kirli suların doğal olarak kendi kendine tasfiyesi olayına eşdeğer bir işlemdir. Yani, biyolojik arıtma ile organik kirleticilerin atıl ve zararsız hale dönüştürülmesi, doğada aynı amaç ile yer alan proseslerin kontrollü bir ortamda tekrarlanması işlemidir.

Bütün aerobik (havalı) arıtma proseslerinde organik kirleticiler sentez ve oksidasyon yolu ile giderilirler. Burada, organik maddenin bir kısmı hücrelere dönüşürken geri kalan kısım gerekli enerjiyi üretmek amacı ile oksidasyona tabi tutulurlar.

Biyolojik arıtma sistemlerinin projelendirilmesinde esas alınan “Aktif Çamur Sistemi”, aerobik aktif ürünlerin (mikroorganizmalar) atıksu ile havalandırılarak karıştırıldığı ve oluşan biyolojik yumakların ayrı bir ortamda çöktüğü sürekli bir sistemdir. Bu sistemde mikroorganizmalar atıksu içerisindeki organik maddeleri çözümleyip oksidasyon-sentez işlemi ile CO₂, H₂O, NO₃ ve SO₄ gibi son ürünlere dönüştürmektedir. Aerobik koşullar ise basınçlı hava ile sağlanmaktadır.

Havalandırma Havuzu

Havalandırma prosesi biyolojik arıtmanın gerçekleştiği procestir. Proje dizaynı, “Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur” metoduna göre seçilmiştir.

Tablo 4. 17. Uzun Havalandırma Havuz Tasarım Kriterleri

KRİTER	UZUN HAVALANDIRMALI AKTİF ÇAMUR
MLSS mg/l	3000-6000
F/M _v kgBOİ/kgMLVSS	0,05-0,15
Kritik Çamur Yaşı (gün)	20-30
Hidrolik Bekleme Süresi (saat)	18-36
$r = Q_r/Q$	0,75-1,5

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Havalandırma havuzu boyutlandırılması;

$$Q = 30 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$\text{Giriş BOİ değeri; } S_o = 520 \text{ mg/l}$$

$$\text{Çıkış BOİ değeri; } S_e = 10 \text{ mg/l}$$

$$F/M_v = 0,11$$

$$\text{MLVSS} = 3500 \text{ mg/l}$$

$$V = Q \cdot (S_o - S_e) / ((\text{MLVSS}) \cdot (F/M_v))$$

$$= 30 \cdot (520 - 10) / ((3500) \cdot (0,11)) = 40 \text{ m}^3$$

Sistemin akışının aksamaması ve işletme kolaylığı açısından yapılmalıdır.

Havalandırma havuzu hacmi iki katı alınacaktır. Havuz iki bölmeli olacaktır.

İkinci bölme debi artışlarında ve difüzörlerin değiştirilmesinde kullanılacaktır.

$$V_t = 40 \cdot 2 = 80 \text{ m}^3 \text{ (iki bölmeli havuz)}$$

$$\text{Genişlik} = 3,4 \text{ m}$$

$$\text{Uzunluk} = 8 \text{ m}$$

$$\text{Derinlik (H}_{su}) = \approx 2,9 \text{ m } H_h = 0,1 \text{ m (hava}$$

$$\text{payı) } H_T = 0,1 + 2,9 = 3 \text{ m olarak bulunur.}$$

Çamur Yaşı (Θ_c) Hesabı

$$\Theta_c = M_v/M_w$$

M_v = Atıksudaki uçucu askıda katı madde miktarı ,kg MLVSS

M_w = Üretilen katı madde, kg/gün $F/M_v = 0,11$ olarak alındığına göre $M_v = F/0,11$ olacaktır.

$F = Q*(S_0-S_e)/1000$ ampirik formülünde;

$$F = 30*(520-20)/1000 = 15,3 \text{ kg/gün olarak bulunur}$$

$$M_v = 15,3/0,11 = 139 \text{ kg}$$

$$M_w = M_v[a*(F/M_v)-b]$$

a = Sentez fazında uzaklaştırılan her kg sübstrat için üretilen kg çamur miktarını ifade eden sabit, b = İçsel solunum fazında birim zamanında askıda olan tam karışımli sıvıdaki askıda katı madde oranını ifade eden sabit

Genellikle $a=0.8- 1$, $b= 0,08$ olarak alınmaktadır.

$M_w = 139 [1*(0,11) - 0,08] = 4,2 \approx 5$ (tamsayıya yuvarlanır) kg/gün olduğuna göre, $\Theta_c = 139 / 5 \approx \mathbf{28 \text{ gün}}$ (20-30 gün arası olduğu için uygundur) olarak bulunur.

Geri Devir Oranı Hesabı (r); $r = Q_r/Q$

Q_r = Geri dönen çamur debisi ($m^3/gün$)

$$Q_r = (Q*MLVSS) / (X_r - MLVSS)$$

X_r :Havalandırma havuzuna geri gönderilen MLSS konsantrasyonu (mg/l) (geri devir çamur oranı)

X_r , emniyetli bir tasarım için genelde 150 ml/g olarak alınan çamur hacim indeksi (ÇHİ) ile, $X_r = 10^6/\text{ÇHİ}$ denklemi ile tanımlanmaktadır.

Bu denkleme göre $X_r = 10^6/150 = 6666,7 \text{ mg/l}$ olduğuna göre, $Q_r = (30*3500)/(6666,7-3500) = 33,16 \text{ m}^3/gün$ $r = Q_r/Q = 33,16 / 30 = 1,05$

Uzun havalandırılmalı aktif çamur sistemlerinde (r) oranı 0,75-1,5 değerleri arasında olmalıdır. Dolayısıyla bulunan geri devir oranı uygundur.

Gerekli Oksijen İhtiyacı :

Toplam oksijen ihtiyacı (O_R), sentez ve içsel solunum fazlarında gereken oksijen ihtiyacı (O_{RC}) ile nitrifikasyon sırasında gereken oksijen ihtiyacının (O_{RN}) toplamına eşittir. Bu parametreler;

$$O_{RC} = M_v (a' (F/M_v) + b')$$

$$O_{RN} = 4,6 (NH_3)/10^3$$

$$O_R = O_{RC} + O_{RN} \text{ ile hesaplanır.}$$

a' : Enerji üretimi için kullanılan süstratın toplam uzaklaştırılan süstrata oranını ifade eden sabit

b' : İçsel solunum fazında her kg tam karışımli sıvıdaki askıda uçucu katı madde (MLVSS) için bir günde kullanılan oksijen miktarı (kg cinsinden).

Genelde $a'=0,55$, $b' = 0,15 \text{ gün}^{-1}$ alınabilir.

Havanın özgül ağırlığı $1,2 \text{ kg/m}^3$ havadaki oksijen miktarı %23,2 ve basınçlı havalandırma sistemlerinde oksijen transfer verimi % 8 olduğu göz önüne alınırsa ihtiyaç duyulan hava hacmi hesaplanır. $Q = 30 \text{ m}^3/\text{gün}$

$$M_v = 139 \text{ kg}$$

$$F/M_v = 0,11 \text{ olduğuna göre,}$$

$$NH_3 = 30 \text{ mg/l alınır,}$$

$$O_{RC} = 139 (0,55 (0,11) + 0,15) = 29,26 \text{ kg/gün}$$

$$O_{RN} = 4,6 \cdot (30) \cdot (30)/10^3 = 4,14 \text{ kg/gün}$$

$$O_R = 29,26 + 4,14 = 33,4 \text{ kg/gün}$$

$$\text{Gereken hava miktarı} = 33,4 / (1,2) \cdot (0,232) \cdot (0,08) = 1499,64 \text{ m}^3/\text{gün} = 62,48 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bir adet difüzörün hava kapasitesi $5 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu için;

$$\text{Difüzör sayısı} = 62,48 / 5 = 12,49 \text{ yaklaşık } \mathbf{13 \text{ adet (bir havuz için)}}$$

Toplam difüzör = 13*2 = 26 adet

Difüzörler 70 cm arayla havalandırma havuzuna montajı yapılacaktır.

Fazla Çamur (Atılacak Çamur) Hesabı = Proses kontrolünde çamur yaşı esas alınır, geri dönüş hattından çamur atılır ve atma hızı aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\Theta_c = (V * X) / [(Q_w * X_r) + (Q_E + X_E)]$$

bağıntısıyla hesaplanır.

Bu bağıntıda;

V : Havalandırma havuzu hacmini (m³)

X : Havalandırma havuzundaki mikroorganizma derişimini (mg/l)

Q_w: Günlük olarak atılan çamur debisini, (m³/gün)

X_r : Günlük olarak atılan çamurun mikroorganizma derişimini, (mg/l)

Θ_c : Çamur yaşını, (gün)

X_E : Son çökeltim tankından çıkan atıksudaki mikroorganizma derişimi, (mg/l)

Q_E: Son çökeltim tankından çıkan arıtılmış su debisi (m³/gün)

X_r >> X_E olduğundan (X_E) değeri ihmal edilebilir. Bu durumda

Θ_c = (V * X) / (Q_w * X_r) olarak yazılabilir.

Bu bağıntıdan Q_w çekilirse, günlük atılan çamur miktarı (L_w);

$$L_w = Q_w * X_r = (V * X) / \Theta_c$$

Bu bağıntı için;

V = 40 m³ (Havalandırma havuz hacmi)

X = 3500 mg/l = 3,5 kg/m³ (Havalandırma havuzu tasarım kabulü)

Θ_c = 28 gün

$$L_w = (40 * 3,5) / 28 = 5 \text{ kg/gün}$$

$$V_\phi = M_s / (\gamma_s * S_\phi * P)$$

V_φ = Çamur hacmi (m³)

M_s = Katı madde ağırlığı (kg/gün) (L_w)

γ_s = Çamurun özgül ağırlığı (kg/m³) = 1008 kg/m³

P = % KM miktarı = % 0,8

S_φ = Çamurun özgül ağırlığını, göstermektedir.

$$V_{a\phi} = 5 / (1,01 * 1008 * 0,008) = \mathbf{0,613 \text{ m}^3/\text{gün}}$$

Tablo 4. 18. Havalandırma Havuzu Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25 m ³ /saat
En/Boy/Yükseklik	3,4 / 4 / 3
Hacim	40*2 =80 m ³ iki bölmeli
Yüzey alanı	13,6 m ²
Su derinliği	2,9 m
Havuzun toplam yüksekliği	3 m

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Biyolojik Çökeltme Havuzu

Çöktürme prosesinde graviteli çökeltim prensibine göre çökelen biyolojik yumaklar çamur konisinde birikerek aktif çamur adı verilen çamur kütesini oluştururlar. Organik madde arıtımı sağlanan su ise duru faz adı verilen üst kısımda toplanarak buradan bir savak ile dezenfeksiyon prosesine geçecektir.

$$Q=30\text{m}^3/\text{gün} = (30 \text{ m}^3/\text{gün}) / (24 \text{ saat/gün}) = 1,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Yüzeysel hidrolik yük , } S_0=8,16 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{g} = 0,34 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$$

Hesaplanan değerler;

$$\text{Gerekli dairesel çökeltim havuzu alanı (A)} = Q/S_0 = 1,25/0,34 = 3,67 \text{ m}^2 \approx 4 \text{ m}^2$$

Çökeltim havuzu dairesel planlı olduğundan;

$$A = \pi * D^2/4 \longrightarrow D = 2,256 \text{ m} \approx 2,3 \text{ m (biyolojik çökeltme havuzuna yarı}$$

köprülü sıyrıcı yerleştirileceğin dolayı 2,3 m çapta sıkıntı yaratacağı için havuz çapı 3 m alınmıştır.) Hidrolik bekleme süresi 6 saattir.

O halde;

$$V = Q * t \quad Q = \text{Debi m}^3/\text{saat} \quad t = \text{Hidrolik bekleme süresi (saat)}$$

$$V = 1,25 * 6 = 7,5 \text{ m}^3$$

$$V_1 = \pi * D^2 / 4 * h_1 = \pi * 3^2 / 4 * h_1 = 7 * h_1 \text{ (Silindir hacmi)}$$

$$V_2 = \pi * h_2 / 12 * (3^2 + 3 * 1 + 1^2) = 3,4 * h_2 \text{ (Konik hacmi)}$$

$$\text{Konik kısmın eğim } 1/10 \text{ alınırsa } \tan \alpha = 1/10 = 1/h_2 \quad h_2 = 0,1 \text{ m}$$

$$V_2 = 3,4 * 0,1 = 0,34 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 3,4 * 0,1 = 0,34 \text{ m}^3$$

$$V_t = 7 * h_1 + 0,34 \approx 1,1 \quad h_1 = 1,1 \text{ m}$$

Çökeltme havuzu dibindeki çamur alma yapısı çap 1m yükseklik 1m olacak şekilde tasarlanmıştır. Çünkü 1m düşük yerlerde inşaaı kalıp montajı ve çıkarılması zor ve güçtür.

Çökeltme havuzunun toplam derinliği: 3 m (1 (çamur alma yük.) + 1,1 (silindir yük.) +

$$0,1 \text{ (konik yük)} + 0,8 \text{ (hava payı))}$$

Havuzun çıkışında: Form A tipi 'V' savakları çift taraftan savaklama olacak şekilde 30 cm genişliğinde kutu kesitli krom kaplamalı savaklar boyutlandırıldığında; Savak eksenleri arası mesafe; $a=0,15 \quad \alpha=45^\circ$

$$\text{Savak kanal uzunluğu} = \pi * D = \pi * 3 = 9,5 \text{ m}$$

$$\text{Havuzdaki savak sayısı} = 9,5 / 0,15 = 64 \text{ adet}$$

Her bir savaktan geçecek debi;

$$Q = 30 / 64 = 0,5 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

$$\text{Savak yükü} = (1,25 \text{ m}^3 / \text{h}) / (9,5 \text{ m}) = 0,13 \text{ m}^3 / \text{m/saat}$$

Biyolojik çamur hesabı;

$$F = Q(S_o - S_e) / 1000$$

Giriş BOİ değeri; $S_o = 520 \text{ mg/l}$

Çıkış BOİ değeri; $S_e = 10 \text{ mg/l}$

$$F=30*(520-10)/1000=15,3 \text{ kg}$$

$$F/M_v = \text{Besin/ Mikroorganizma (kg BOİ/kg MLVSS)}$$

$$\text{MLVSS} = \text{Uçucu askıda katı madde (mg/lt)}$$

$$F/M_v=0,11 \quad M_v=139,09 \text{ kg MLVSS}$$

$$M_w = \text{Üretilen net biyolojik çamur miktarı (kg/gün)}$$

a = Sentez fazında uzaklaştırılan her kg substrat için üretilen kg çamur miktarını ifade eden sabit

b = İçsel solunum fazında birim zamanında askıda olan tam karışımli sıvıdaki askıda uçucu katı madde oranını ifade eden sabit

Genellikle a = 0,8-1,1 b= 0,08 olarak alınır.

$$M_w = a * F - b * M_v = 1 * 15,3 - 139,09 * 0,08 = 4,2 \text{ kg/gün}$$

Tablo 4. 19. Biyolojik Çökeltme Havuz Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25 m ³ /saat
Bekleme süresi	6 saat
Hacim	7,5 m ³
Yüzey alanı	7 m ²
Su derinliği	2 m
Havuzun toplam yüksekliği	3 m
Havuz çapı (D)	3,0 m

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Temiz Su Havuzu

Biyolojik arıtmadan çıkan atıksu temiz su havuzuna alınır. Temiz su havuzundan basınçlı pompa yardımıyla ileri arıtma ünitelerine verilmiştir. İleri arıtmada amaç biyolojik arıtmada arıtılamayan kirleticilerin ileri fiziksel arıtma yöntemleri ile arıtılması işlemidir. İleri arıtma ekipmanları imalatçı firmalar tarafından debi ve kirlilik yüküne göre seçilir ve arıtma firmaları tarafından satın alınır. (Blower ve pompa seçiminde olduğu gibi)

$$Q = 30 \text{ m}^3/\text{gün} = 1,25 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$T = 13 \text{ saat (temas süresi)}$$

$$V = Q * t$$

$$V = \text{Hacim (m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{Debi (m}^3/\text{gün)}$$

$$T = \text{Temas süresi (dk)}$$

$$V = 1,25 * 12 \text{ saat} \approx 15 \text{ m}^3$$

$$V = A * H \quad H = 1,80 \text{ m (Su yüksekliği)}$$

$$B = 2,8 \text{ m} \quad L = 3 \text{ m}$$

$$H_H = 0,2 \text{ m (Hava payı)}$$

$$H_T = 1,8 \text{ m} + 0,2 \text{ m} = 2 \text{ m (Toplam yükseklik)}$$

Tablo 4. 20. Temiz Su Havuzu Tasarım Değerleri

DEBİ	1,25 m ³ /saat
Bekleme süresi	12 saat
Hacim	16,8 m ³
Yüzey alanı	8,4 m ²
Su derinliği	1,8 m
Havuzun toplam yüksekliği	2 m

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

İleri Arıtma Üniteleri

İleri arıtma ekipmanları imalatçı firmalar tarafından debi ve kirlilik yüküne göre seçilir ve arıtma firmaları tarafından satın alınır. 30 m³/gün' ü karşılayacak şekilde seçilmiş olup; ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon, ters osmos ve ultraviyole sistemlerinden oluşmaktadır. (Blower ve pompa seçiminde olduğu gibi)

Çamur Yoğunlaştırıcı Tasarımı

Sistemimiz için graviteli çamur yoğunlaştırıcı seçilmiştir. Graviteli çamur yoğunlaştırıcılarda kg KM/m².gün olarak ifade edilen yüzeysel katı madde yüküdür (TS_F). Bu parametre çeşitli çamur tiplerine göre değişiklik gösterir. Aktif çamur ve kimyasal çamurların ortalama Katı madde yükü 40 kg KM / m².gün olarak alınır; (Filibeli , 1996)

Toplam Çamur = 4,2 kg/gün (günlük biyolojik çamur)

A (m²) = ΣKM (kg/gün) / TS_F(kg KM /m².gün) bağıntısıyla yoğunlaştırıcı alanı hesaplanabilir.

Bu değerler yukarıdaki formülasyonda yerine koyulursa;

$$A = 4,2 \text{ (kg/gün)} / 40 \text{ (kg/m}^2\text{.gün)} = \approx 0,105 \text{ m}^2$$

Çamur yoğunlaştırıcıların tasarımında, giren katı maddelerin sıkışma bölgesinde toplandığı ve sıkışma bölgesinde KM yüzdesinin, yoğunlaşmış çamurun KM yüzdesinin 0,1 katı olduğu kabul edilmektedir.

$$V_{\text{ç}} = L_w / (\gamma_s * S_{\text{ç}} * P)$$

$$V_{\text{ç}} = \text{Çamur hacmi (m}^3\text{)}$$

$$L_{\text{ç}} = \text{Kuru çamur ağırlığı (kg/gün)}$$

$$\gamma_s = \text{Çamurun özgül ağırlığı (kg/m}^3\text{)} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$P = \% \text{ KM miktarı}$$

$$S_{\text{ç}} = \text{Çamurun özgül ağırlığını, göstermektedir.}$$

$$L_{\text{ç}} = 46,24 \text{ kg/gün}$$

$$S_{\text{ç}} = 1,01$$

$$\% \text{ KM} = 0,06$$

Bu değerler yukarıda yerine konulursa;

$$V_{\text{ç}} = 4,2 / (1,01 * 1000 * 0,06 * 0,1) = \approx 0,69 \text{ m}^3$$

Standartlarda 690 lt'lik polietilen tank olduğu için yoğunlaştırıcı için 750 lt'lik tank seçilmiştir.

Kimyasal çamur yoğun çamur olduğu için yoğunlaştırıcı konulmamıştır.

Filtrepres

Günlük biyolojik çamur hacmi = 690 lt/gün ise

Günde 6 şarj yapılırsa, bir şarjda filtrepres iletecek çamur hacmi = $690/6 = 115$ lt/şarj olur.

Bu sistem için 650*650 mm'lik filtrepres kullanılacaktır. Bu filtrepres için kullanılacak olan

65cm*65cm'lik bir plakanın çamur tutma hacmi 12 lt olduğuna göre;

Gerekli Plaka Sayısı = $115/12 = 9,58 \approx 10$ adet plaka yaklaşık hesap bulunur.

Günlük Kimyasal Çamur = 29,32 kg (günlük kimyasal çamur)

$$V_{\text{ç}} = L_w / (\gamma_s * S_{\text{ç}} * P)$$

$$V_{\text{ç}} = \text{Çamur hacmi (m}^3\text{)}$$

$$L_{\text{ç}} = \text{Kuru çamur ağırlığı (kg/gün)}$$

$$\gamma_s = \text{Çamurun özgül ağırlığı (kg/m}^3\text{)} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$P = \% \text{ KM miktarı}$$

$$S_{\text{ç}} = \text{Çamurun özgül ağırlığını, göstermektedir.}$$

$$L_{\text{ç}} = 46,24 \text{ kg/gün}$$

$$S_{\text{ç}} = 1,01$$

$$\% \text{ KM} = 0,06$$

Bu değerler yukarıda yerine konulursa;

$$V_{\text{ç}} = 29,32 / (1,1 * 1000 * 0,06 * 0,1) = \approx 4,4 \text{ m}^3$$

Günde 10 şarj yapılırsa, bir şarjda filtrepres iletecek çamur hacmi = $4400/10 = 440$ lt/şarj olur.

Bu sistem için 800*800 mm'lik filtrepres kullanılacaktır. Bu filtrepres için kullanılacak olan

80cm*80cm'lik bir plakanın çamur tutma hacmi 22 lt olduğuna göre;

Gerekli Plaka Sayısı = $440/22 = 19,7 \approx 20$ adet plaka yaklaşık hesap bulunur.

Filtrepressten çıkan çamur keki ,14.03.1991 tarih ve 20814 Sayılı "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" Madde 28- Arıtma çamurlarının evsel katı

atıklarla birlikte depolanması bölümünde yer alan su oranının %65 olması şartını sağlayacağı için bertaraf edilmek üzere Belediye Çöplüğü'ne gönderilecektir.

Atıksu Arıtma Tesisi Skada ve Otomasyon Bilgileri

Motorlarda emniyet sistemi düşünülmüştür. Arıza durumunda hem sesli hem ışıklı uyarma sistemi mevcuttur. Otomasyon sisteminde panodan müdahale edilebilmektedir. Bütün sistem standartlara göre tasarlanmıştır. Kullanılan cihazlar ses, toz, ısı ve korozyona karşı dayanıklıdır. Ekipmanlarda meydana gelebilecek arızalarda en kısa zamandan müdahale kolaylığı ve tespiti yapılacak şekil tasarlanmıştır. Kablolarda yer altı kablosu olarak düşünülmüş suya ve darbelere karşı dayanıklılığı düşünülmüştür.

Arıtma sistemi 2 ayrı sistem gibi düşünülecek. Yani havalandırma havuzuna kadar bir otomasyon sistemi, havalandırmadan sonra ayrı bir otomasyon sistemi olacak şekilde tasarlanacaktır. Havalandırma havuzuna kadarki sistemin çalışma prensibi (Biyolojik + Kimyasal) ;

Kimyasal arıtma çalışma prensibi;

Dengeleme havuzundaki dalgıç pompa(TP/0,75kw) şamandıra sistemine göre çalışacak ve aynı zamanda şamandıra blowera(BW/11kw) bağlı olarak çalışacaktır. Dalgıç pompa çalıştığı zaman Flotasyon tankı sıyırıcı(YS/0,37kw), nötralizasyon(K-4/0,37kw) ,koagülasyon(K-5/0,37kw) ve flokülasyon(K-6/0,55kw) tank ı karıştırıcıları çalışacaktır. Sıyırıcı ve karıştırıcılar birbirinden bağımsız olarak çalışacaktır. Dalgıç pompanın çalışmasına bağlı olarak kireç(DP-1) , alüm(DP-2) ve poli(DP-3) dozaj pompaları da çalışacaktır. Aynı zamanda dozaj pompaları dozlandıkları tank karıştırıcılarına göre çalışacaktır. Kimyasal çökeltme tankına çöken kimyasal çamurlar vana yardımıyla yoğunlaştırma havuzuna alınacak ve yoğunlaştırma tankı içerisindeki seviye elektrotlarına göre çamur besleme pompası(ÇBP) çalışacak veya çalışmayacaktır. Ayrıca nötralizasyon karıştırıcısı(K-7/0,37kw) ve dozaj pompası(DP-4) dalgıç pompaya göre çalışacaktır.

Biyolojik arıtma çalışma prensibi ;

Blowere (BW/7,5kw) dalgıç pompa bağı olarak çalışacaktır. Dalgıç pompaya karıştırıcılar, dozaj pompaları, çamur sıyırıcı ve santrifüj pompa bağı olacaktır. Fakat karıştırıcılar, dozaj pompaları, çamur terfi pompası (ÇTP/2,2 kw) birbirinden ayrı olarak çalışacaktır.

Çamur Susuzlaştırma Çalışma Prensibi;

K-8(0,75KW) Filtrepresse bağı olarak çalışacaktır. Çamur susuzlaştırma ünitesi, Hidrolik

Pompa ile çalışacaktır. Start butonuna basılarak piston plakaları sıkıştıracaktır. Sonra Çamur Besleme Pompası (ÇBP) çalışmaya başlayacaktır. Presin girişine konulan basınç tüpü sayesinde, presteki çamur plakaları tamamen doldurunca istenilen bara gelecek ve bu bardaki seviye elektrodu sistemi otomatik olarak durduracaktır. Sonra geri start butonuna basılacak ve piston geri gelecektir. Böylece plakalar temizlenerek işlem sona erecektir.

İleri Arıtma Çalışma Prensibi;

Biyolojik arıtmadan gelen arıtılmış sular temizsu havuzuna gönderilir. Temizsu havuzunda bulunan Hidrofor(1,5kw) ile temizsu tank 1-1'e alınan sular basınçlı pompa ile kum filtresi, aktif karbon filtresi ve kartuş filtreye arıtılmışsular basılacaktır.Basınçlı pompa seviye şamandirasına bağı çalışacaktır. Temizsu tankı-2'ye gelen sular basınçlı pompa(5,5kw) yardımıyla ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon ve ters osmos filtreye bas ılacaktır. Bu işlem seviye şamandirasına göre çalışacaktır.

4.11. Hidrolik Hesaplar

Hidrolik hesaplar maksimum ve minimum debiye göre ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Maksimum Debiye Göre;

Izgara-Flotasyon ve Kimyasal Çöktürme Hattı

$Q=30^3/\text{gün}=30/8=3,75 \text{ m}^3/\text{h}$ (8 saat üzerinden) , $D=40\text{mm}$, $L=3 \text{ m}$, $f=0,03$ $Q=A*V$

$V=0,83 \text{ m/sn}$

$D=\text{Boru çapı (m)}$, $L=\text{Boru uzunluğu (m)}$

$f = \text{Atıksuyun geçtiği zeminin sürtünme katsayısı}$

$V = \text{Boru enkesit hızı (m/sn)}$

Sürekli Yük Kaybı($h_f=f*(L/D)*(V^2/2g)$)

$$\begin{aligned} &= 0,03*(3/0,04)*(0,83^2/2*9,81) \\ &= 0,08 \text{ m} \end{aligned}$$

Boru girişindeki yük kaybı ; $h_g= k_g*(V^2/2g)$ $k_g= \text{Boru girişindeki yük kaybı katsayısı}$ $V = \text{Boru enkesit hızı (m/sn)}$ $g = \text{Yerçekimi ivmesi (9,81 m/sn}^2\text{)}$

$$\begin{aligned} &= 0,3*(0,83^2/2*9,81) \\ &= 0,01 \text{ m} \end{aligned}$$

Boru çıkışındaki yük kaybı ; $h_ç= k_ç*(V^2/2g)$ $k_ç = \text{Boru çıkışındaki yük kaybı katsayısı}$ $V = \text{Boru enkesit hızı (m/sn)}$ $g = \text{Yerçekimi ivmesi (9,81 m/sn}^2\text{)}$

$$\begin{aligned} &= 0,3*(0,83^2/2*9,81) \\ &= 0,01 \text{ m} \end{aligned}$$

Dirsekteki yük kaybı ; $h_d= k_d*(V^2/2g)$

k_d = Dirsekteki yük kaybı katsayısı V = Boru enkesit hızı (m/sn) g = Yerçekimi ivmesi (9,81 m/sn²)

$$= 3 * 0,3 * (0,83^2 / 2 * 9,81)$$

$$= 0,032 \text{ m}$$

Vanadaki Yük Kaybı; $h_v = k_v * (V^2 / 2g)$ k_v = Vanadaki yük kaybı katsayısı V = Boru enkesit hızı (m/sn) g = Yerçekimi ivmesi (9,81 m/sn²)

$$= 2 * 0,5 * (0,83^2 / 2 * 9,81)$$

$$= 0,035 \text{ m}$$

Kimyasal Çökeltmeye kadar olan toplam yük kaybı = 0,08 + 0,01 + 0,01 + 0,032 + 0,035 = 0,167 m

Nötralizasyon-Havalandırma Hattı

$Q = 30 \text{ m}^3/\text{gün} = 30 / 8 = 3,75 \text{ m}^3/\text{h}$ (8 saat üzerinden) , $D = 40 \text{ mm}$,
 $L = 6 \text{ m}$, $f = 0,03$

Sürekli Yük Kaybı: $h_f = f * (L/D) * (V^2 / 2g)$

$$= 0,03 * (6 / 0,04) * (0,83^2 / 2 * 9,81)$$

$$= 0,158 \text{ m}$$

Boru girişindeki yük kaybı ; $h_g = k_g * (V^2 / 2g)$

$$= 0,3 * (0,83^2 / 2 * 9,81)$$

$$= 0,01 \text{ m}$$

Boru çıkışındaki yük kaybı ; $h_c = k_c \cdot (V^2/2g)$

$$= 0,3 \cdot (0,83^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 0,01 \text{ m}$$

Dirsekteki yük kaybı ; $h_d = k_d \cdot (V^2/2g)$

$$= 4 \cdot 0,3 \cdot (0,83^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 0,042 \text{ m}$$

Vanadaki Yük Kaybı; ; $h_v = k_v \cdot (V^2/2g)$

$$= 3 \cdot 0,5 \cdot (0,83^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 0,053 \text{ m}$$

Havalandırma havuzuna kadar olan toplam yük kaybı = $0,158 + 0,01 + 0,01 + 0,042 + 0,053 = 0,273 \text{ m}$

Havalandırma Havuzu- Son Çökeltme Havuzu Hattı

$Q = 30/8 = 3,75 \text{ m}^3/\text{h}$ (8 saat üzerinden) , $D = 125 \text{ mm}$, $L = 3 \text{ m}$

, $f = 0,03$ $Q = A \cdot V$ $V = 0,1 \text{ m/sn}$

Sürekli Yük Kaybı: $h_f = f \cdot (L/D) \cdot (V^2/2g)$

$$= 0,03 \cdot (4/0,05) \cdot (0,1^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 1,223 \text{ m}$$

Boru girişindeki yük kaybı ; $h_g = k_g \cdot (V^2/2g)$

$$= 0,3*(0,1^2/2*9,81)$$

$$= 0,00015 \text{ m}$$

Boru çıkışındaki yük kaybı ; $h_{\text{ç}} = k_{\text{ç}}*(V^2/2g)$

$$= 0,3*(0,1^2/2*9,81)$$

$$= 0,00015 \text{ m}$$

Dirsekteki yük kaybı ; $h_d = k_d*(V^2/2g)$

$$= 2* 0,3*(0,1^2/2*9,81)$$

$$= 0,0003 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Son çökeltme havuzuna kadar olan toplam yük kaybı} &= 1,223 + \\ &0,00015 + 0,00015 + 0,0003 \\ &= 1,224 \text{ m} \end{aligned}$$

Son Çökeltme Havuzu- İleri Arıtma Hattı

Son çökeltme havuzu çıkışı ve ileri arıtma ünitesi arasında üniteler tamamen 16 bar'lık yüksek basınçlı pompalar kullanıldığı için tesisattaki yük kayıpları yok sayılmıştır.

Minimum Debiye Göre;

Izgara-Flotasyon ve Kimyasal Çöktürme Hattı

$$Q=24\text{m}^3/\text{gün} = 24/8 = 3 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (8 saat üzerinden) , } D= 40\text{mm} \text{ , } L= 3 \text{ m} \text{ , } f= 0,03 \text{ } Q=A*V$$

$$V=2,4 \text{ m/sn}$$

$$D= \text{Boru çapı (m), } L= \text{Boru uzunluğu (m)}$$

$f =$ Atıksuyun geçtiği zeminin sürtünme katsayısı

$V =$ Boru enkesit hızı (m/sn)

Sürekli Yük Kaybı($h_f = f \cdot (L/D) \cdot (V^2/2g)$)

$$= 0,03 \cdot (3/0,04) \cdot (2,4^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 0,66 \text{ m}$$

Boru girişindeki yük kaybı ; $h_g = k_g \cdot (V^2/2g)$ $k_g =$ Boru girişindeki yük kaybı

katsayısı $V =$ Boru enkesit hızı (m/sn) $g =$ Yerçekimi ivmesi ($9,81 \text{ m/sn}^2$)

$$= 0,3 \cdot (2,4^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 0,088 \text{ m}$$

Boru çıkışındaki yük kaybı ; $h_c = k_c \cdot (V^2/2g)$ $k_c =$ Boru çıkışındaki yük kaybı

katsayısı $V =$ Boru enkesit hızı (m/sn) $g =$ Yerçekimi ivmesi ($9,81 \text{ m/sn}^2$)

$$= 0,3 \cdot (2,4^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 0,088 \text{ m}$$

Dirsekteki yük kaybı ; $h_d = k_d \cdot (V^2/2g)$ $k_d =$ Dirsekteki yük kaybı katsayısı $V =$ Boru enkesit hızı (m/sn) $g =$ Yerçekimi ivmesi ($9,81 \text{ m/sn}^2$)

$$= 3 \cdot 0,3 \cdot (2,4^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 0,264 \text{ m}$$

Vanadaki Yük Kaybı; ; $h_v = k_v \cdot (V^2/2g)$ $k_v =$ Vanadaki yük kaybı katsayısı $V =$ Boru enkesit hızı (m/sn) $g =$ Yerçekimi ivmesi ($9,81 \text{ m/sn}^2$)

$$= 2 \cdot 0,5 \cdot (2,4^2/2 \cdot 9,81)$$

$$= 0,294 \text{ m}$$

Kimyasal Çökeltmeye kadar olan toplam yük kaybı = $0,66 + 0,088 +$

$$0,088 + 0,264 + 0,294 = 1,394 \text{ m}$$

Nötralizasyon-Havalandırma Hattı

$Q=24 \text{ m}^3/\text{gün} = 24 / 8 = 3 \text{ m}^3/\text{h}$ (8 saat üzerinden) , $D= 40 \text{ mm}$, $L= 6 \text{ m}$, $f= 0,03$

$Q=A*V$ $V=2,4 \text{ m/sn}$

Sürekli Yük Kaybı: $h_f= f*(L/D) *(V^2/2g)$

$$= 0,03*(6/0,04)*(2,4^2/2*9,81)$$

$$= 1,321 \text{ m}$$

Boru girişindeki yük kaybı ; $h_g= k_g*(V^2/2g)$

$$= 0,3*(2,4^2/2*9,81)$$

$$= 0,088 \text{ m}$$

Boru çıkışındaki yük kaybı ; $h_ç= k_ç*(V^2/2g)$

$$= 0,3*(2,4^2/2*9,81)$$

$$= 0,088 \text{ m}$$

Dirsekteki yük kaybı ; $h_d= k_d*(V^2/2g)$

$$= 4* 0,3*(2,4^2/2*9,81)$$

$$= 0,352 \text{ m}$$

Vanadaki Yük Kaybı; ; $h_v= k_v*(V^2/2g)$

$$= 3* 0,5 * (2,4^2/2*9,81)$$

$$= 0,44 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Havalandırma havuzuna kadar olan toplam yük kaybı} &= 1,321 + \\ & 0,088 + 0,088 + 0,352 + 0,44 \\ & = 2,289 \text{ m} \end{aligned}$$

Havalandırma Havuzu- Son Çökeltme Havuzu Hattı

$$Q = 24/8 = 3 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (8 saat üzerinden) , } D = 125 \text{ mm , } L = 3 \text{ m , } f = 0,03 \text{ } Q = A * V$$

$$V = 0,07 \text{ m/sn}$$

$$\text{Sürekli Yük Kaybı: } h_f = f * (L/D) * (V^2/2g)$$

$$\begin{aligned} &= 0,03 * (4/0,05) * (0,07^2/2 * 9,81) \\ &= 0,0007 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Boru girişindeki yük kaybı ; } h_g = k_g * (V^2/2g)$$

$$= 0,3 * (0,07^2/2 * 9,81)$$

$$= 0,00008 \text{ m}$$

$$\text{Boru çıkışındaki yük kaybı ; } h_c = k_c * (V^2/2g)$$

$$= 0,3 * (0,07^2/2 * 9,81)$$

$$= 0,00008 \text{ m}$$

$$\text{Dirsekteki yük kaybı; } h_d = k_d * (V^2/2g)$$

$$= 2 * 0,3 * (0,07^2/2 * 9,81)$$

$$= 0,00015 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Son çökeltme havuzuna kadar olan toplam yük kaybı} \\ &= 0,0007 + 0,00008 + 0,00008 + 0,00 = 0,001 \text{ m} \end{aligned}$$

Son Çökeltme Havuzu- İleri Arıtma Hattı

Son çökeltme havuzu çıkışı ve ileri arıtma ünitesi arasında üniteler tamamen 16 bar'lık yüksek basınçlı pompalar kullanıldığı için tesisattaki yük kayıpları yok sayılmıştır.

4.12. İşletme ve Bakım Talimatı

4.12.1. Acil Durum Talimatı

Her atıksu arıtma tesisinde işletmenin başlamasından sonra o tesis için özel olarak bir Acil Durum Talimatı geliştirilmesi gerekir. Söz konusu bu talimat her tesisin tipine, boyutlarına, gelişmişlik düzeyine ve yerine göre farklılık gösterecektir. Acil durum talimatı belirli aralıklarla gözden geçirilip günün koşullarına uygun hale getirilmelidir. Bu görev arıtma tesisi yöneticisinin sorumluluğunda olmalıdır.

4.12.2. Tesisin Özet Tanımı

Arıtma tesisi fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma kademeleri ile bu kademelerden oluşan çamurun bertarafı için çamur susuzlaştırma ünitelerinden oluşmaktadır.

Fiziksel arıtma kademesinde; ızgara ve flotasyon havuzu bulunmaktadır. Bu kademedeki kullanılan ekipmanlar ; yüzey sıyırıcı blower ve dalgıç pompa bulunur.

Kimyasal arıtma kademesinde; koagülasyon, flokülasyon, kimyasal çökeltme havuzu, dengeleme ve nötralizasyon üniteleri yer almaktadır. Bu kademedeki kullanılan ekipmanlar şunlardır; statik mikser, ayar savağı, çamur terfi pompası, çamur sıyırıcı ve dozaj pompaları kullanılmaktadır. Biyolojik arıtma kademesinde havalandırma havuzu ve biyolojik çökeltme havuzu bulunmaktadır. Bu kademedeki kullanılan ekipmanlar şunlardır; blower, difüzör

ve santrifüj pompadır. Çamur susuzlaştırma ünitesi çamur besleme pompası ve filtrepresten oluşur.



5. BÖLÜM

5.REAKTÖR (BİYOLOJİK ARITMA ÜNİTESİ) HACİM ABAKLARI BELİRLENMESİ

Bölüm 4’te de yer verdiğim Zeytin Üretim Tesisi bilgilerine de bağlı olarak bu bölümde hacim abaklarının hesaplamaları yapılmıştır.

Tablo 5. 1. Tesis Değerleri

Toplam Tesis Debisi	30 m ³ /gün
Verimlilik Katsayısı (Y)	0,3
BOİ5 (GİRİŞ)	520 mg/L - 15,6 kg/gün
BOİ (ÇIKIŞ)	10 mg/L - 0,3 kg/gün

Kaynak: (Gemlik Zeytin İşleme Tesisi, 2017)

Bu bilgilere bağlı olarak;

Tablo 5. 2. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 1

θc	Y (Dönüşüm)	Kd	Y θc	1+Kd θc
15 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	4,50	2,50
14 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	4,20	2,40
13 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	3,90	2,30
12 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	3,60	2,20
11 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	3,30	2,10
10 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	3,00	2,00
9 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	2,70	1,90
8 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	2,40	1,80
7 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	2,10	1,70
6 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	1,80	1,60
5 gün	0,3	0,10 gün ⁻¹	1,50	1,50

$$V=(Y \theta c Q S_o \eta)/(X (1+Kd \theta c))$$

$$(S_o -S)/S_o=\eta$$

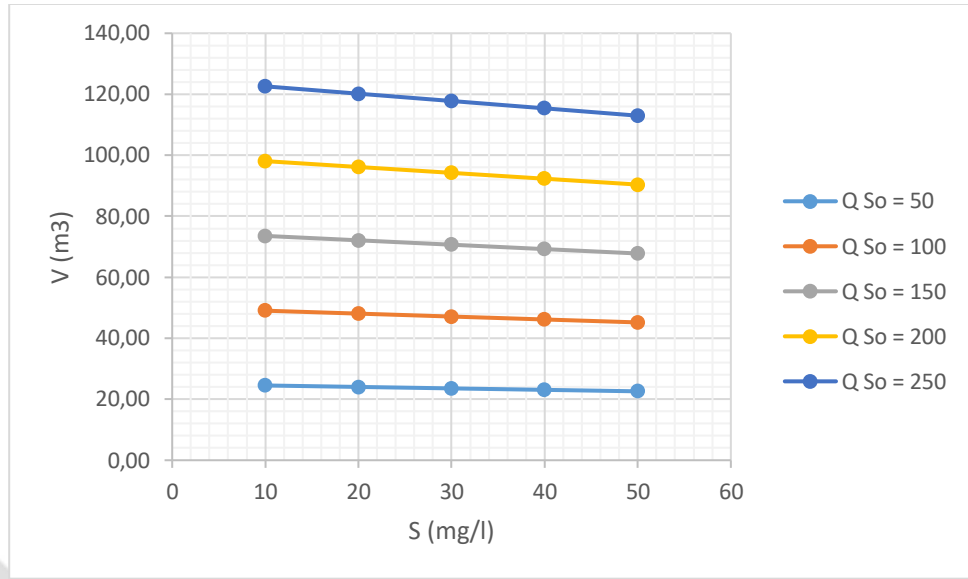
Tablo 5. 3. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 2

S_o (Giriş BOİ5)	S (Çıkış BOİ5)	η
520 mg/l	10 mg/l	0,98
520 mg/l	20 mg/l	0,96
520 mg/l	30 mg/l	0,94
520 mg/l	40 mg/l	0,92
520 mg/l	50 mg/l	0,90

Tablo 5. 4. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 3

θ_c	=	10 gün			
X	=	3 gr/lt			
Q So (kg/gün)	50	100	150	200	250
S (mg/lt)	V (m³)	V (m³)	V (m³)	V (m³)	V (m³)
10	24,52	49,04	73,56	98,08	122,60
20	24,04	48,08	72,12	96,15	120,19
30	23,56	47,12	70,67	94,23	117,79
40	23,08	46,15	69,23	92,31	115,38
50	22,60	45,19	67,79	90,38	112,98

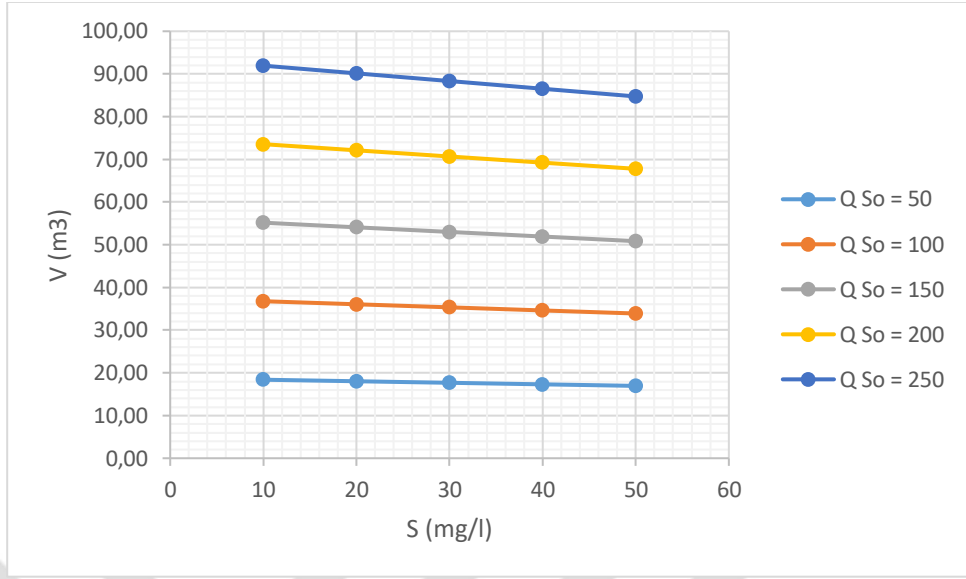
X=3 (gr) için;



Tablo 5. 5. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 4

θ_c	=	10 gün			
X	=	4 gr/lt			
Q So (kg/gün)	50	100	150	200	250
S (mg/lt)	V (m³)	V (m³)	V (m³)	V (m³)	V (m³)
10	18,39	36,78	55,17	73,56	91,95
20	18,03	36,06	54,09	72,12	90,14
30	17,67	35,34	53,00	70,67	88,34
40	17,31	34,62	51,92	69,23	86,54
50	16,95	33,89	50,84	67,79	84,74

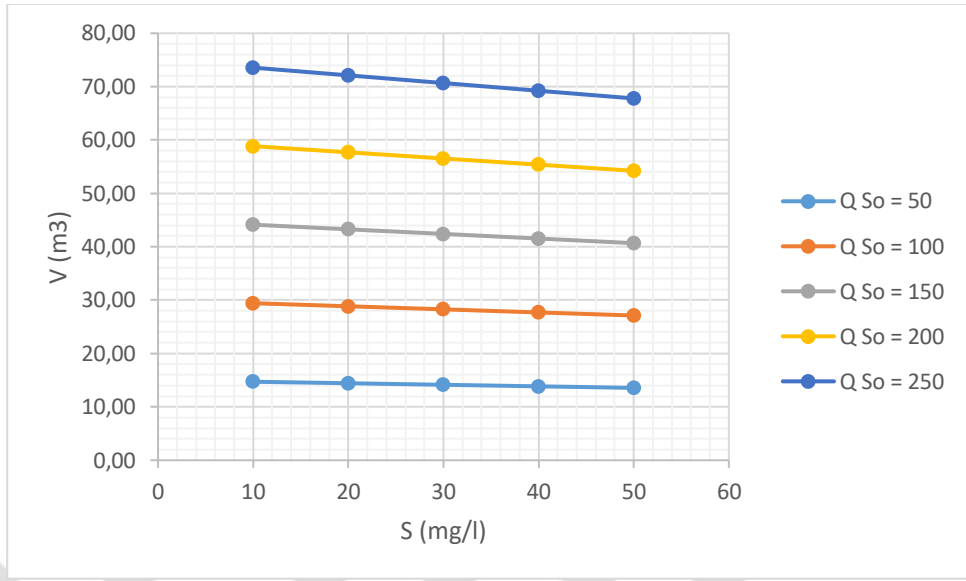
X=4 (gr) için;



Tablo 5. 6. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 5

$\theta_c = 10 \text{ gün}$					
$X = 5 \text{ gr/lt}$					
Q So (kg/gün)	50	100	150	200	250
S (mg/lt)	V (m³)	V (m³)	V (m³)	V (m³)	V (m³)
10	14,71	29,42	44,13	58,85	73,56
20	14,42	28,85	43,27	57,69	72,12
30	14,13	28,27	42,40	56,54	70,67
40	13,85	27,69	41,54	55,38	69,23
50	13,56	27,12	40,67	54,23	67,79

X=5 (gr) için;



Bu bilgiler dahilinde, aktif çamur reaktörünün maksimum çamur yaşının $\theta_c = 10$ gün değeri için düzenlendiğinden, daha küçük veya daha büyük çamur yaşlarındaki reaktör hacimleri için elde edilmek istenen sonuçlar için aynı abaklardan yararlanmak mümkündür. Bunun için ayrıca 'Katsayı Abağı' düzenlenmiştir.

Tablo 5. 7. Tesis Verilerinin Abak Hesaplamaları Değerleri 6

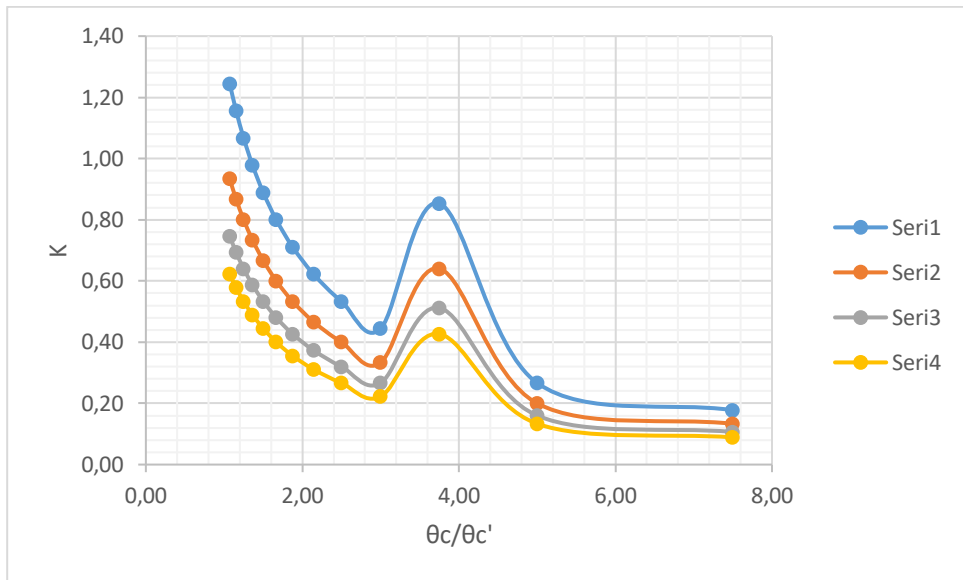
So (Giriş BOİ5)	S (Çıkış BOİ5)	η	X (gr)
520 mg/l	10 mg/l	0,98	3
520 mg/l	20 mg/l	0,96	4
520 mg/l	30 mg/l	0,94	5
520 mg/l	40 mg/l	0,92	6
520 mg/l	50 mg/l	0,90	

θ_c	=	15 gün				
X	=	4 gr				
		Çamur Konsantrasyonu Seçilmeli				
Q So (kg/gün)		50	100	150	200	250
S (mg/l)	V (m ³)	V m ³	V m ³	V m ³	V m ³	V m ³
10	22,07	44,13	66,20	88,27	110,34	
20	21,63	43,27	64,90	86,54	108,17	
30	21,20	42,40	63,61	84,81	106,01	
40	20,77	41,54	62,31	83,08	103,85	
50	20,34	40,67	61,01	81,35	101,68	

θ_c'	=	9 gün				
X	=	4 gr				
		Gün Değeri Seçilmeli				
Q So (kg/l)		50	100	150	200	250
S (mg/l)	V' (m ³)	V' (m ³)	V' (m ³)	V' (m ³)	V' (m ³)	V' (m ³)
10	13,24	26,48	39,72	52,96	66,20	
20	12,98	25,96	38,94	51,92	64,90	
30	12,72	25,44	38,16	50,88	63,61	
40	12,46	24,92	37,38	49,85	62,31	
50	12,20	24,40	36,61	48,81	61,01	

$\theta_c/\theta_{c'}$	= 1,67				
Q So	50	100	150	200	250
s	V'/V	V'/V	V'/V	V'/V	V'/V
10	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
20	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
30	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

$\theta_{c'}$	$\theta_c/\theta_{c'}$	X = 3	X = 4	X = 5	X = 6
		V'/V	V'/V	V'/V	V'/V
14	1,07	1,24	0,93	0,75	0,62
13	1,15	1,16	0,87	0,69	0,58
12	1,25	1,07	0,80	0,64	0,53
11	1,36	0,98	0,73	0,59	0,49
10	1,50	0,89	0,67	0,53	0,44
9	1,67	0,80	0,60	0,48	0,40
8	1,88	0,71	0,53	0,43	0,36
7	2,14	0,62	0,47	0,37	0,31
6	2,50	0,53	0,40	0,32	0,27
5	3,00	0,44	0,33	0,27	0,22
4	3,75	0,35	0,27	0,22	0,18
3	5,00	0,27	0,20	0,16	0,13
2	7,50	0,18	0,13	0,11	0,09



ÖRNEK:

Bir zeytin işleme endüstrisinde, ortalama atıksu debisi $Q= 1,25 \text{ m}^3/\text{saat}$ ($30 \text{ m}^3/\text{gün}$), reaktöre giren atıksuyun BOİs değeri $S_o= 520 \text{ mg/l}$ ($0,520 \text{ kg/m}^3$), reaktördeki çamur konsantrasyonunun $X=3 \text{ gr/l}$, çamur yaşının $Q_c=10$ gün olması öngörüldüğünde ve arıtılmış suyun BOİs değeri $S=10 \text{ mg/l}$ 'yi geçmemesi istenildiğine göre aktif çamur reaktörünün hacmi aşağıdaki gibi bulunabilir;

Günlük kirlilik yükü $Q.S_o= 30 * 0,520 = 15,6 \text{ kg/gün'dür.}$ ($15,6 * 4 = 62,4 \text{ kg/gün}$)

$X=3 \text{ gr/l}$ olduğu için buna ait abak grafiğinde yatay eksendeki $S=10 \text{ mg/l}$ çıkış BOİs değerinden çıkılan dikin $Q.S_o/4= 62,4 \text{ kg/gün}$ doğrusunu kestiği noktaya düşen eksene karşı gelen (hacim) $V= 30,60$ (dörtte biri alınacak $=7,65$) m^3 bulunur. Öte yandan $\theta_c'=10$ gün olduğundan, $\theta_c/\theta_c'=10/10 = 1$ oranına karşı gelen hacim katsayısı $K= 1,30$ olarak hesaplanmaktadır.

Buna göre esas reaktör hacmi $= V_e= K*V = 1,30 * 7,65 = 9,95 \text{ m}^3$ 'dür.



SONUÇ

Karasuyun arıtılması, zararsız hale getirilmesi veya faydalı ürün elde edilmesi hususlarında çok uzun zamandır araştırma konusu olmuştur. Bu konuda dünyada çok sayıda ülke ile birlikte Türkiye’de de olmak üzere birçok arıtılabilirlik çalışması yapılmaktadır. Literatürde yapılan çalışmaların sonuçlarına göre, karasuyun özellikle çok yüksek organik kirlilik içermesi nedeniyle, arıtımı ile ilgili değişik seçeneklerle sorunun kısmi çözümüne ulaşıldığı görülmüştür. Ancak, hem ekonomik hem de karasu sorununun nihai çözümü için uygun bir arıtma teknolojisi henüz geliştirilememiştir. Biz ise bilgilerimiz dahilindeki tesiste biyolojik arıtma ile arıtma yöntemini seçmiş bulunmaktayız.

Zeytin üretimi yapan işletmelerin küçük ölçekli olması sebebi ile 3-4 ay gibi kısa süreli bir üretim sezonu neticesinde, yönetmelikte belirtilen deşarj kriterlerinin günümüzde bilinen arıtma yöntemleriyle ekonomik ve pratik olarak uygulanması çok zordur. Küçük ölçekli zeytin işletmeleri için, kireçle ön arıtma ve buharlaştırma prosesleri karasuyun arıtımında yaygın olarak kullanılan ucuz yöntemlerdir. Ancak bu prosesler karasuyun arıtımını istenilen ölçüde sağlayamamaktadır (Mantzavinos ve Kalogerakis, 2005).

Karasuyun ön arıtımından sonra uygulanacak ileri arıtma yöntemleriyle yüksek arıtma verimlerine ulaşılmakta, ancak işletme maliyetlerinin fazla olması sebebiyle ekonomik olarak sürdürülebilir olmadığı görülmektedir.

Karasuyun kısmi çözümü için, Bölüm 1’de de bahsedildiği gibi İtalya, İspanya ve Yunanistan gibi Akdeniz ülkelerinin zeytin üreticileri kendi şartlarına özgü değişik yöntemler üzerinde araştırma çalışmaları yapmakta olup, bunların büyük çoğunluğunu uygulamaya koymaktadırlar. Karasu sorununun çözüme ulaştırılması için, doğru ve yerinde tasarlanmış kademelerden oluşan arıtma alternatiflerinin karasuyun arıtımında uygulanması ve bu alternatiflerin geliştirilmesi ile ilgili araştırma çalışmalarının yapılmasına daha fazla önem verilmelidir. Aynı zamanda bu atıksuları değerli ürünlere dönüşebilecek ekonomik kaynaklar olarak da düşünmek gerekmektedir.

Karasuyun içeriğinde bulunan organik maddeler sayesinde hem sıvı hem de katı halde gübre için kullanılmaktadır.

Sonuç olarak zeytin karasuyunun arıtımı, tek bir arıtma teknolojisiyle mümkün olmamaktadır. Karasuyun kısa vadede çevre etkilerini en aza indirmek için, ön arıtmadan sonra kullanılacak lagün sistemlerinin uygun olacağı düşünülmektedir. Ancak, ülkemizdeki çevresel kanunlarda bu yöntem için gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Demichelli, M. ve Bontoux, L. (1996). Studies survey on current activity on the valorization of by-products from olive oil industry, Institute for Prospective Technological, Seville.
- Oktav, E., Şengül, F., Özer, A. (2001). Zeytinyağı endüstrisi atıksularının fizikokimyasal ve kimyasal yöntemlerle arıtımı, Ulusal Sanayi ve Çevre Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s. 19, 25-27 Nisan 2001, Mersin.
- Improlive, 2002.
- <http://fiw.rwthachen.de/improlive/englisch/rsanfall/abwasser/anaerob.html>.
- Fakharedine N., Hajjouji H.E., Badi G.A., Revel J.C, Hafidi M., “Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformation during aerobic digestion of olive-mill waste-waters”, Process Biochemistry, 41(2), 398-404, 2006.
- Paraskeva P., Diamadopoulos E., “Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: a review”, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 81, 1475-1485, 2006.
- Borja R., Rincon B., Raposo F., “Anaerobic biodegradation of two-phase olive mill solid waste and liquid effluents: kinetic studies and process performance- review”, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 81, 1450-1462. 2006.
- Turano E., Curcio S., De Paola M.G., Calabro V., Ioro G., “An integrated centrifugation ultrafiltration system in the treatment of olive mill wastewater”, Journal of Membrane Science, 29, 519-531, 2002.
- El-Shafey E.I., Correia P.F.M., de Carvalho M.R. “An integrated process of olive mill wastewater treatment”. Separation Science and Technology, 40, 2841-2869, 2005.
- Sassi A.B., Boularbah A., Jaouad A., Walker G., Boussaid A., “A comparison of olive oil mill wastewaters (OMW) from three different processes in Morocco”, Process Biochemistry, 41, 74-78, 2006.
- Belaid C., Kallel M., Khadhraou M., Lalleve G., Elleuch B., Fauvarque J.E., “Electrochemical treatment of olive oil mill wastewaters; removal

of phenolic compounds and decolourization”, *Journal of Applied Electrochemistry*, 36, 1175-1182, 2006.

- Fadil K., Chahlaoui A., Ouahbi A., Zaid A., Borja R., “Aerobic biodegradation and detoxification of wastewaters from the olive oil industry”, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 51, 37-41, 2003.
- Ahmadi M., Vahabzadeh F., Bonakdarpour B., Mofarrah E., Mehranian M., “Application of the central composite design and response surface methodology to the advanced treatment of olive oil processing wastewater using fenton’s peroxidation”, *Journal of Hazardous Materials*, B123, 187-195, 2005.
- Lanciotti R., Gianotti A., Baldi D., Angrisani R., Suzzi G., Mastrocola D., Guerzoni M.E., “Use of *Yarrowia lipolytica* strains for the treatment of olive mill wastewater”, *Bioresource Technology*, 96, 317-322, 2005.
- Beccari M., Carucci G., Lanz A.M., Majone M., Petrangeli Papini M., “Removal of molecular weight fractions of COD and phenolic compounds in an integrated treatment of olive oil mill effluents”, *Biodegradation*, 13, 401-410, 2002.
- Mantzavinos D., Kalogerakis N., “Treatment of olive mill effluents, part I. organic matter degradation by chemical and biological processes-an overview”, *Environment International*, 31, 289-295, 2005.
- Robles A., Lucas R., de Cienfuegos G.A., Gálvez A., “Biomass production and detoxification of wastewaters from the olive oil industry by strains of *penicillium* isolated from wastewater disposal ponds”, *Bioresource Technology*, 74, 217-221, 2000.
- Gernjak W., Maldonado M.I., Malato S., Cáceres J., Krutzler T., Glaser A., Bauer R., “Pilotplant treatment of olive mill wastewater (OMW) by solar TiO₂ photocatalysis and solar photofenton”, *Solar Energy*, 77, 567-572, 2004.
- Paredes C., Cegarra J., Bernal M.P., Roig A., “Influence of olive mill wastewater in composting and impact of the compost on a swiss chard crop and soil properties”, *Environment International*, 31, 305-312, 2005

- Borja R., Rincón B., Raposo F., Alba J., Martín A., “A study of anaerobic digestibility of two phases olive mill solid waste (OMSW) at mesophilic temperature”, *Process Biochemistry*, 38, 733-742, 2002.
- DEÜ, Zeytin Karasuyu Arıtımı Projesi: EBSO Projesi Kapsamındaki Zeytinyağı İşletmeleri İçin Durum Tespiti, Karasu Karakterizasyonu, Karasu Arıtılabilirlik Çalışmaları ve Sonuçları”, DEÜ Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir, 2003.
- Şengül, F., Özer, A., Çokay, E., Oktav, E., Evcil H., 2003, Zeytin Karasuyu Arıtımı Projesi, İzmir.
- İTO Raporu, 2001, Zeytin-Zeytinyağı Sektör Araştırması, İzmir.
- Oktav, E., Şengül, F., Özer, A., “Zeytinyağı Endüstriyel Atıksularının Fizikokimyasal ve Kimyasal Yöntemlerle Arıtımı”, Ulusal Sanayi ve Sempozyumu, Bildiri Özetleri Kitabı, s.19, 25-27 Nisan 2001, Mersin.
- Metcalf&Eddy, “Water and Wastewater Engineering Systems”, 1991
- Atıksu Arıtma Sistemleri, TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Kasım, 1991.
- “ Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Boyutlandırma ve Kriterleri “ ,Prof.Dr. Kadir KESTİOĞLU, U.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa 2001.
- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 1991.
- “Atıksuların Arıtılması “ Prof.Dr. Yılmaz MUSLU, Gümüşsuyu,1994.
- “Arıtma Çamurlarının İşlenmesi” , Doç.Dr. Ayşe FİLİBELİ, D.E.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü , İzmir, 1996.
- “Arıtma Tesisi Kurma Esasları-2” Çevre ve Orman Bakanlığı ,2006.

**ÖZGEÇMİŞ
KİŞİSEL BİLGİLER**

Gamze TÜFEKÇİ

EĞİTİM DURUMU

YABANCI DİL

	Okuma	Yazma	Konuşma
İngilizce	İyi	İyi	İyi
Türk İşaret Dili	İyi	İyi	İyi

İŞ TECRÜBESİ

○