

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xxxi
1. MEVCUT TESİSLERİN İNCELENMESİ (İP 1)	1
1.1. Bölgesel Değerlendirme	2
1.1.1. Marmara Bölgesi	2
1.1.2. Karadeniz Bölgesi	13
1.1.3. Ege Bölgesi.....	22
1.1.4. Akdeniz Bölgesi	32
1.1.5. İç Anadolu Bölgesi	41
1.1.6. Güneydoğu Anadolu Bölgesi	50
1.1.7. Doğu Anadolu Bölgesi	57
1.2. Türkiye Geneli Değerlendirme	65
2. ARITMA ÇAMURU MİKTARLARININ BELİRLENMESİ (İP 2)	87
2.1. Giriş.....	87
2.2. Çamur Üretimine Ait Hesaplama Yöntemi	89
2.3. Çamur Miktarlarının Değerlendirilmesi	94
2.3.1. Bölgesel Bazda Değerlendirme	94
2.3.2. Türkiye Genelinde Değerlendirme	103
3. PLANLANAN TESİSLER (İP 3).....	115
3.1. Çamur Hesaplama Yöntemi	121
3.2. Çamur Miktarları.....	122
4. YASAL MEVZUAT (İP 4)	125
4.1. Ulusal Çevre Mevzuatı	125
4.1.1. Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik (03.08.2010 tarih ve 27661 sayılı resmi gazete).....	126
4.1.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete) ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği İdari Usuller Tebliği (10.10.2009 tarih ve 27372 sayılı Resmi Gazete) 128	
4.1.3. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete) 129	
4.1.4. Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (14.03.2005 tarih ve 25755 sayılı Resmi Gazete) 130	
4.1.5. Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik (08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete).....	131
4.1.6. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete)	132

4.1.7.	Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik (06.10.2010 tarih ve 27721 sayılı Resmi Gazete)	133
4.1.8.	Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (08.01.2006 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazete)	133
4.1.9.	Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik (05.07.2008 tarih ve 26927 sayılı Resmi Gazete)	134
4.1.10.	Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (20.03.2010 tarih ve 25527 sayılı Resmi Gazete)	134
4.1.11.	Tehlikesiz ve İnert Atıkların Geri Kazanımı Tebliği (12.05.2010 tarih ve 27579 sayılı Resmi Gazete)	135
4.2.	Avrupa Birliği (AB) Çevre Mevzuatı	136
4.2.1.	Atık Çerçeve Direktifi (75/442/EC-2006/12/EC-2008/98/EC)	137
4.2.2.	Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanılması Sırasında Doğanın ve Toprağın Korunmasına yönelik Arıtma Çamuru Direktifi (86/278/EEC)	137
4.2.3.	Çamur Konusunda Çalışma Dokümanı - 3. Taslak (27.04.2000)	140
4.2.4.	Tehlikeli Atıklar Direktifi (91/689/EC)	142
4.2.5.	Atıkların Yakılmasına İlişkin Direktif (2000/76/EC)	144
4.2.6.	Tehlikeli Atıkların Yakılması Direktifi (94/67/EC)	147
4.2.7.	Atıkların Düzenli Depolama Direktifi (99/31/EC)	148
4.2.8.	Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi (91/271/EEC)	149
4.2.9.	Yenilenebilir Kaynaklardan Elde Edilen Enerjinin Kullanılmasına ilişkin Direktif (2009/28/EC)	150
4.3.	Arıtma Çamurlarının Yönetim ve Bertarafına İlişkin Türk ve AB Çevre Mevzuatının Karşılaştırılması	151
4.3.1.	27.04.2000 tarihli Çamur Konusunda Çalışma Dokümanı (3. Taslak) ile Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmeliğin Çamur Yönetimi Açısından Karşılaştırılması	151
4.3.2.	Kentsel Atık Su Arıtımı konusunda 21.05.1991 tarihli ve 91/271/EEC sayılı Konsey Direktifi ile Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'nin Çamur Yönetimi Açısından Karşılaştırılması	154
4.3.3.	Tehlikeli Atıkların Kontrol Yönetmeliğinin Çamur Yönetimi Açısından Avrupa Birliği Direktifleri ile Karşılaştırılması	154
4.4.	Amerika Birleşik Devletleri - U.S. EPA Mevzuatı	155
4.4.1.	Genel Hükümler (Altbölüm A)	155
4.4.2.	Çamurun Araziye Uygulanması (Altbölüm B)	157
4.4.3.	Yüzeyde Bertaraf Uygulanması (Altbölüm C)	160
4.4.4.	Patojen ve Vektör Azaltılması (Altbölüm D)	163
4.4.5.	Yakma (Altbölüm E)	169
4.5.	Kanada Mevzuatı	173
4.5.1.	British Columbia	173
4.5.2.	Alberta	176

4.5.3.	Saskatchewan	178
4.5.4.	Manitoba.....	180
4.5.5.	Ontario.....	181
4.5.6.	Ottawa	183
4.5.7.	Quebec.....	184
4.6.	Güney Afrika Mevzuatı.....	186
4.6.1.	Bölüm 1: Atıksu Arıtma Çamurunun Kullanımı ve/veya Bertarafı için Yol Haritasının Belirlenmesi:	187
4.6.2.	Bölüm 2: Çamurun Tarımsal Kullanımı İçin Gerekli Şartlar	192
4.6.3.	Bölüm 3: Çamurun Yerinde ve Uzakta Bertarafı İçin Gerekli Şartlar	200
4.6.4.	Bölüm 4: Çamurun Yararlı Kullanımı için Gerekli Şartlar	206
4.6.5.	Bölüm 5: Çamurun Termal İşlem Uygulamaları ve Çamur İçeren Ticari Ürünlerin Kullanımında Gerekli Koşullar	208
4.7.	Genel Değerlendirme	212
5.	LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (İP 5).....	217
5.1.	Türkiye’de Arıtma Çamuru Sorunu.....	217
5.2.	Türkiye’de Evsel ve Kentsel Arıtma Çamuru Yönetimi Konusunda Mevcut Durum.....	218
5.2.1.	Arıtma Çamuru Yönetim Sistemleri Nasıl Tasarlanmalıdır?	219
5.2.2.	Arıtma Çamurlarının Evsel Nitelikli Katı Atıklarla Birlikte Depolanması	220
5.3.	Arıtma Çamurlarının Stabilizasyonu	221
5.3.1.	Anaerobik Çürütme	221
5.3.2.	Aerobik Çürütme	224
5.3.3.	Alkali Stabilizasyon.....	226
5.3.4.	Kompostlaştırma.....	226
5.3.5.	Biyoreaktörler.....	227
5.4.	Arıtma Çamurlarının Minimizasyonu	232
5.4.1.	Çamur Dezentegrasyonu	232
5.4.2.	Arıtma Çamurlarının Kaynağında Minimizasyonu	292
5.5.	Koku Kontrolü.....	300
5.6.	Arıtma Çamurlarının Yararlı Kullanımı	301
5.6.1.	Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanımı	301
5.6.2.	Arıtma Çamurlarının Kurutulması ve Ek Yakıt Olarak Kullanımı	338
6.	VERİ TABANI OLUŞTURULMASI VE WEB SAYFASININ HAZIRLANMASI (İP 6) 379	
7.	ÇAMUR KEKİNDE YAPILACAK ANALİZLER (İP 7).....	393
7.1.	Mevsimsel Farklılıkların Değerlendirilmesi.....	394
7.1.1.	DEÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar.....	394
7.1.2.	ODTÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar	448

7.2.	Bölgesel Değerlendirme	453
7.2.1.	DEÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar.....	454
7.2.2.	ODTÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar.....	468
7.3.	Biyolojik Arıtma Prosesi ve Çamur İşleme Yöntemlerine göre Değerlendirme	470
7.3.1.	DEÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar.....	470
7.3.2.	ODTÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar.....	490
7.4.	Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Kapasitesine Göre Değerlendirme	493
7.4.1.	Orijinal Çamur Keki Katı Madde ve Organik Madde Analiz Sonuçları	493
7.4.2.	Orijinal Çamur Keki Toplam Organik Karbon ve Eluat Çözünmüş Organik Karbon Analiz Sonuçları	496
7.4.3.	Orijinal Çamur Keki Ağır Metal Analiz Sonuçları	503
8.	ÇAMUR MİNİMİZASYONU (İP 8)	511
8.1.	BÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar.....	513
8.1.1.	Dezenteğrasyon İşlemleri	513
8.1.1.6.	Mikrodalga Dezenteğrasyon Çalışmaları	540
8.1.2.	Marmara ve Karadeniz Bölgeleri için Minimizasyon Çalışmaları Değerlendirmesi ..	545
8.1.3.	Arıtma Çamurunda Kalıntı Antibiyotik Tespiti ve İleri Oksidasyon Prosesinin Uygulanması ile Çamurda Antibiyotik Giderimi	546
8.2.	DEÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar	554
8.2.1.	Fenton Prosesi Dezenteğrasyon Çalışmaları	555
8.2.2.	Ozon Oksidasyonu.....	557
8.2.3.	Ultrasonik Dezenteğrasyon Çalışmaları	559
8.2.4.	Mikrodalga Dezenteğrasyon Çalışmaları	562
8.2.5.	Enzimatik parçalama	564
8.2.6.	Ege ve Akdeniz Bölgeleri için Minimizasyon Çalışmaları Değerlendirmesi.....	565
8.3.	İTÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar.....	566
8.3.1.	Alkali Dezenteğrasyon Çalışmaları.....	566
8.3.2.	Fenton Oksidasyonu Deneyleri	570
8.3.3.	Ozonlama Deneyleri.....	572
8.3.4.	Ultrasonik Çamur Dezenteğrasyonu.....	574
8.3.4.	Mikrodalga Dezenteğrasyon Çalışmaları	577
8.3.5.	İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri için Minimizasyon Çalışmaları Değerlendirmesi	579
8.4.	Genel Değerlendirme	580
9.	ÇAMUR STABİLİZASYONU (İP 9)	587
9.1.	BÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar.....	588
9.1.1.	Aerobik Stabilizasyon Uygulamaları.....	588
9.1.2.	Anaerobik Stabilizasyon Uygulamaları.....	636

9.1.3.	Alkali Stabilizasyon Uygulamaları.....	680
9.1.4.	Aritma Çamurlarının Simüle Biyoreaktörlerde Evsel Çöp İle Beraber Stabilizasyonu 693	
9.2.	DEÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar	728
9.2.1.	Aerobik Stabilizasyon Uygulamaları.....	729
9.2.2.	Anaerobik Stabilizasyon Uygulamaları.....	760
9.2.3.	Aritma Çamurlarının Susuzlaştırılması	795
9.3.	İTÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar.....	796
9.3.1.	Çamur Karakterizasyonu	796
9.3.2.	Aerobik Stabilizasyon Uygulamaları.....	802
9.3.3.	Anaerobik Stabilizasyon Uygulamaları.....	839
9.3.4.	Membran Filtrasyon Yöntemi ile Stabilizasyon İşlemlerinin Mikrobiyolojik Açıda Değerlendirilmesi	854
9.3.5.	Aritma Çamurlarına Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin Çamur Stabilizasyonuna Etkilerinin Araştırılması	858
9.4.	Uygulanan Aerobik ve Anaerobik Stabilizasyon Çalışmalarının Tüm Bölgeler Bazında Değerlendirilmesi	876
9.4.1.	Aerobik Stabilizasyon Uygulamalarının Bölgesel Bazda Değerlendirilmesi.....	877
9.4.2.	Anaerobik Stabilizasyon Uygulamalarının Bölgesel Bazda Değerlendirilmesi.....	885
9.4.3.	Genel Değerlendirme.....	893
9.5.	Çamurun Stabilizasyonu Genel Değerlendirme	894
10.	ARITMA ÇAMURLARININ TARIMDA KULLANIMI (İP10)	899
10.1.	ODTÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar	899
10.1.1.	Aritma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına İlişkin Sağlık Risklerinin Analizi	899
10.1.2.	Proje Kapsamında Gerçekleştirilen Diğer Risk Analizleri.....	910
10.1.3.	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarafından Yürütülen Çalışmalar	922
10.1.4.	Türkiye’de Aritma Çamurlarının Toprakta Kullanım Ve Potansiyelinin Belirlenmesi 1049	
10.2.	DEÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar	1056
10.2.1.	Materyal ve Yöntem	1056
10.3.	Profil Tanımlaması	1058
10.4.	Profil Tanımlaması	1060
10.5.	Profil Tanımlaması	1062
10.6.	Profil Tanımlaması	1064
10.2.2.	Aritma Çamuru Uygulamalarının Mısır Ve Buğday Verimi Üzerine Etkileri	1092
10.2.3.	Aritma Çamuru Uygulamalarının Deneme Topraklarının Kimi Özellikleri Üzerine Etkileri 1104	
10.2.4.	Aritma Çamuru Uygulamalarının Topraktaki Bitki Besin Maddeleri Üzerine Etkileri 1115	

10.2.5.	Aritma Çamuru Uygulamalarının Topraktaki Ağır Metal Birikimine Etkileri.....	1121
10.2.6.	Aritma Çamuru Uygulamalarının Mısır Tanesinin Ağır Metal İçeriği Üzerine Etkileri 1133	
10.2.7.	Aritma Çamuru Uygulamalarının Buğday Tanesinin Ağır Metal İçeriği Üzerine Etkileri 1156	
10.2.8.	Aritma Çamuru Uygulamalarının Topraktaki Alınabilir Ağır Metal Birikimine Etkileri 1165	
10.2.9.	Aritma Çamuru Uygulamalarının Ağır Metallerin Biyo-Alınabilirlikleri (Transfer Faktörü) Üzerine Etkileri.....	1178
10.2.10.	Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneri	1208
11.	ARITMA ÇAMURLARININ EK YAKIT OLARAK KULLANIMI (İP 11) ...	1211
11.1.	ODTÜ GRUBU TARAFINDAN YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	1211
11.1.1.	ARITMA ÇAMURLARININ ISIL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ... ..	1211
11.1.2.	LABORATUVAR ÖLÇEKLİ YAKMA DENEMELERİ	1253
11.1.3.	SEÇİLMİŞ ATIKSU ARITMA TESİSİ ÇAMURLARININ PİŞEBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRMESİ	1273
11.1.4.	ARITMA ÇAMURLARININ KURUTULMASI VE KURUTMA MALİYETLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	1317
11.1.5.	TESİSLER İÇİN OPTİMUM KURUTMA SİSTEMİNİN OPTİMİZASYON MODELİ İLE SEÇİLMESİ.....	1346
11.1.6.	TAM ÖLÇEKLİ YAKMA DENEMELERİ.....	1354
11.1.7.	TESİSLER İÇİN ÇAMUR TAŞIMA MALİYETİ BAKIMINDAN OPTİMUM YARARLI KULLANIM YÖNTEMLERİNİN SEÇİLMESİ	1372
11.2.	DEÜ GRUBU TARAFINDAN YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	1434
11.3.	Baca Adı.....	1447
11.4.	Baca Adı.....	1447
11.5.	Baca Adı.....	1448
11.3.	ARITMA ÇAMURLARININ YAKILMASI HAKKINDA ELDE EDİLEN BULGULARIN GENEL DEĞERLENDİRMESİ.....	1449
12.	Yönetim Sistematiğinin Oluşturulması (IP 12)	1455
12.1.	Genel	1455
12.2.	ÇAMUR YÖNETİMİ KOMBİNASYONLARI	1456
12.3.	Farklı Ülkelerde Kullanılan Çamur Yönetim Sistemleri.....	1460
12.4.	Türkiye’de Çamur Arıtım Yöntemleri ile Mevcut ve Planlanan Atıksu Arıtma Tesislerinden Oluşacak Çamur Miktarı ve Nihai Bertaraf Yöntemleri	1469
12.5.	Çamur Yönetim Sistemleri Maliyetleri	1472
12.6.	Türkiye için Önerilen Çamur Yönetim Sistemi.....	1474
13.	Arıtma Çamuru Yönetmelik Taslaklarının Hazırlanması (IP 13)	1481
13.1.	Yönetmelik Değişikliği Önerisi.....	1481
14.	EL KİTABI HAZIRLANMASI (İP 14)	1495

15. PROJE ÇIKTILARININ PAYLAŞIMI (İP 15)	1581
KAYNAKLAR.....	1607
EKLER.....