

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**İÇ ANADOLU BÖLGESİNDE BULUNAN ATIKSU
ARITMA TESİSLERİNDEKİ YAPISAL HASARLARIN
ARAŞTIRILMASI**

Ayça DURAK YILMAZ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Fuat KÖKSAL

Yozgat 2019

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**İÇ ANADOLU BÖLGESİNDE BULUNAN ATIKSU
ARITMA TESİSLERİNDEKİ YAPISAL HASARLARIN
ARAŞTIRILMASI**

Ayça DURAK YILMAZ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Fuat KÖKSAL

Yozgat 2019

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı 70110712003 numaralı öğrencisi Ayça DURAK YILMAZ'ın hazırladığı "İç Anadolu Bölgesinde Bulunan Atıksu Arıtma Tesislerindeki Yapısal Hasarların Araştırılması" başlıklı YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 11/09/2019 Çarşamba günü saat 10:00'da yapılmış, tezin onayına ~~OY ÇOKLUĞU~~ / OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi İsmail İsa ATABEY

Üye : Prof. Dr. Fuat KÖKSAL (Danışman)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 17.10.2019 tarih ve69..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

17.10.2019

Prof. Dr. Mustafa SAÇMACI



Müdür

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	6
2.1. Atıksu Arıtma Teknolojilerinin Gelişimi	6
2.2. Atıksu Arıtma Tesisleri ve Yönetimiyle İlgili Yasal Kapsam.....	9
2.3. Atıksu Arıtma Tesisleriyle İlgili Genel İlke ve Tasarım Esasları	15
2.4. Arıtma Teknolojisinin Zemine Göre Seçilmesi.....	16
2.4.1. Kuru (susuz) Çukurlar	23
2.4.2. Kompostlaştırma Tuvaletleri	24
2.4.3. Sulu Tuvaletler.....	24
2.4.4. Çok Gözlü Septik Tanklar	24
2.4.5. İki Katlı Septik Çukurlar (İmhoff Tankı)	25
2.4.6. Yavaş Kum Filtreleri	25
2.4.7. Uzun Havalandırmalı Paket Arıtma Sistemleri	28
2.4.8. Küçük Membran Biyoreaktör Sistemleri	31
2.5. Atıksu Arıtma Tesislerinin İnşaatı	31
2.5.1. Atıksu Arıtma Tesisi İçin Yer Seçimi.....	32
2.5.2. Atıksu Arıtma Tesisleri Arazisinin Zemin Etüdü	33
2.5.3. Arazinin Islahı ve Temelin Kazılması	34
2.5.4. Arıtma Tesislerinin İnşasında Kullanılan Beton ve İçeriğindeki Malzemeler	35
2.5.4.1. Agregası	38
2.5.4.2. Çimento	40
2.5.4.3. Su	43

2.5.4.4. Katkı Maddeleri	44
2.6. Atıksu Arıtma Tesislerinin Beton Dökümünde ve İşletme Aşamasında Karşılaşılan Sorunlar	46
2.6.1. Beton Yüzey Problemleri.....	47
2.6.1.1. Tozuma ve Nedenleri	47
2.6.1.2. Beton Yüzeyinde Kabarcıkların Oluşması ve Nedenleri	48
2.6.1.3. Betonun Yüzey Kısmından Parça Kırılması ve Nedenleri.....	50
2.6.1.4. Betonun Yüzey Kısmında Renk Değişikliği ve Nedenleri	51
2.6.1.5. Çiçeklenme ve Nedenleri	51
2.6.1.6. Betonun Yüzey Kısmında Dökülmeler ve Nedenleri.....	53
2.6.1.7. Betonun Yüzey Harcında Bozulma ve Nedenleri	54
2.6.1.8. Çatlaklar ve Nedenleri	55
2.6.1.9. Soğuk Derz ve Nedenleri	56
2.6.1.10. Petek Dokusu ve Nedenleri.....	57
2.6.1.11. Tabakalaşma ve Nedenleri	59
2.6.1.12. Beton Yüzeyinde Boşluklar ve Nedenleri.....	59
2.6.1.13. Beton Yüzeyinde Kıvrılma ve Nedenleri	60
2.6.2. Beton Dökümünde ve Yerleştirilmesinde Karşılaşılan Problemler	61
2.6.2.1. Betonun Kıvamını Kaybetmesi	61
2.6.2.2. Betondaki Agregaların Donatılar Arasından Geçmemesi.....	61
2.6.2.3. Betonun Pompalanması Esnasında Pompanın Yapılamaması	61
2.6.2.4. Beton Prizinin Erken Olması	62
2.6.2.5. Beton Prizinin Geç Olması	62
2.6.2.6. Betonda Ayrışma (Segregasyon).....	62
2.6.3. Betonun Olumsuz Etkileyen Dış Faktörler.....	63
2.6.3.1. Sülfat Etkisi	63
2.6.3.2. Karbonatlaşma Etkisi	63
2.6.3.3. Deniz Suyu Etkisi.....	65
2.6.3.4. Donma-Çözülme Etkisi.....	65
2.6.3.5. Yangın	66
2.7. İnşaatı Biten Atıksu Arıtma Tesislerinin Faaliyete Geçirilmesi.....	66
2.8. Atıksu Arıtma Tesislerinin Peyzaj Çalışması.....	67

2.9. Türkiye’deki Mevcut Durum.....	67
3. BÖLGEMİZDE BULUNAN BAZI ARITMA TESİSLERİNİN YAPISAL KUSURLARININ ARAŞTIRILMASI.....	75
3.1. Çalışmanın Amacı	75
3.2. İnceleme ve Araştırma Yapılan Atıksu Tesisleri.....	76
3.2.1. Yozgat Atıksu Biyolojik Arıtma Tesisi	76
3.2.1.1. İş Akım Şeması	80
3.2.1.2. Atıksu Arıtma Tesisinin Prosesleri	87
3.2.1.2.1. Giriş Yapısı, Izgaralar ve Kum Tutucu Ünitesi.....	87
3.2.1.2.2. Ön Çökeltme Havuzları.....	92
3.2.1.2.3. Havalandırma Havuzları.....	93
3.2.1.2.4. Son Çökeltme Havuzları	94
3.2.1.2.5. Çamur Yoğunlaştırma Havuzları.....	96
3.2.1.2.6. Aerobik Çürütme Havuzları	98
3.2.1.2.7. Çamur Susuzlaştırma Ünitesi	99
3.2.2. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi	101
3.2.2.1. Tesis Hakkında Genel Bilgi	101
3.2.2.2. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Vaziyet Planı ve İş Akım Şeması	103
3.2.2.3. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Prosesleri.....	105
3.2.2.3.1. Toplama ve Dağıtım Yapısı.....	106
3.2.2.3.2. Havalandırılmalı Yağ ve Kum Tutucu	108
3.2.2.3.3. Giriş Parshall Savağı	109
3.2.2.3.4. Havalandırma Havuzu Toplama Dağıtım Yapısı	109
3.2.2.3.5. A/B/C/D Havalandırma Havuzları	111
3.2.2.3.6. Son Çöktürme Havuzları Toplama Dağıtım Yapısı	113
3.2.2.3.7. Çamur Geridevir ve Fazla Çamur Pompa İstasyonu	113
3.2.2.3.8. A/B/V Son Çöktürme Tankı.....	114
3.2.2.3.9. Kaskat Havalandırma Havuzu.....	115
3.2.2.3.10. Akış Ölçer Odası	115
3.2.2.3.11. Köpük Toplama ve Terfi Haznesi	116
3.2.2.3.12. Çamur Dengeleme Tankı.....	117
3.2.2.3.13. Çamur Susuzlaştırma Sistemi.....	118

3.2.2.3.14. Çamur Depolama Sistemi.....	119
3.2.2.3.15. Süzüntü Suyu Toplama ve Pompa İstasyonu	119
3.2.2.3.16. Akış Ölçer Odası	119
3.2.2.3.17. Çıkış Haznesi.....	119
3.2.2.3.18. Koku Kontrol Sistemi.....	120
3.2.3. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi.....	121
3.2.3.1. Tesis Hakkında Genel Bilgi	121
3.2.3.2. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Prosesleri.....	125
3.2.3.2.1. Giriş Yapısı, Izgaralar, Debimetre ve Havalandırmalı Kum-Yağ Tutucular.....	125
3.2.3.2.2. Havuzlar	128
3.2.3.2.3. Çamur Depolama Tankı ve Çamur Susuzlaştırma Ünitesi....	131
3.2.4. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi.....	133
3.2.4.1. Tesis Hakkında Genel Bilgi	133
3.2.4.2. İş Akım Şeması	136
3.2.4.2.1. Tesis Atıksu Girişi.....	137
3.2.4.2.2. Izgaralar	137
3.2.4.2.3. Kum Tutucular	139
3.2.4.2.4. Ön Çökeltim Havuzları	140
3.2.4.2.5. Havalandırma Havuzları.....	142
3.2.4.2.6. Son Çökeltim Havuzları	145
3.2.4.2.7. Çamur Yoğunlaştırma Havuzları.....	147
3.2.4.2.8. Çamur Susuzlaştırma Ünitesi	149
4. İNCELEMELER SONUCUNDA KARŞILAŞILAN YAPISAL HASARLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	152
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	178
6. KAYNAKLAR	180
7. EKLER.....	182
EK-1	182
EK-2	215
ÖZGEÇMİŞ.....	252

İÇ ANADOLU BÖLGESİNDE BULUNAN ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDEKİ YAPISAL HASARLARIN ARAŞTIRILMASI

Ayça DURAK YILMAZ

**T.C. Yozgat Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2019; Sayfa:276

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fuat KÖKSAL

ÖZET

Bu tezin amacı Ülkemiz İç Anadolu Bölgesinde faaliyet gösteren bazı atıksu arıtma tesislerinin (Yozgat, Kırşehir, Nevşehir, Çorum) kuruluş aşamasındaki genel bilgileri, çalışma prensipleri, kullanım sırasında atıksu kaynaklı bozulmalar ve çevresel şartlardan dolayı ortaya çıkan yapısal hasarların irdelenmesini kapsamaktadır. Ayrıca, atıksu arıtma tesisleri ünitelerinin yapımında genel olarak tercih edilen betonarme elemanlar üzerinde ortaya çıkan zamana bağlı veya imalat hatasından kaynaklı hasarların tespit edilmesi ve elde edilen sonuçlara bağlı olarak bu tür tesislerden beklenen performansların artırılması için yapılması gerekenler hedeflenmiştir.

Çalışma konusu atıksu arıtma tesislerinde yerinde inceleme ve tespitlerde bulunuldu. Atıksu arıtma tesisleri ile ilgili elde edilen bilgilere bu çalışmada yer verildi. Ayrıca, atıksu arıtma tesislerinin sisteminde kullanılan betonarme elemanlar üzerinde yerinde bozulmalar ve hasar tespitleri yapıldı. Her bir hasar ve bozulma detaylı bir şekilde incelendi, bozulma ve hasarların nedenleri ortaya konuldu.

Yapılan çalışma sonucunda araştırma konusu tesislerde genel olarak çevresel etkilerden ve yanlış malzeme seçiminden kaynaklı hasar ve bozulmalar tespit edildi. Hasarların genellikle bünyesinde kimyasal maddeler (tuz, sülfat, asit, klor vb.) içeren şehir atıksularının, ünitelerin betonarme elemanlarına teması ve hava şartlarına bağlı (ünitelerin dış ortamda bulunan yapılar olması) ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, arıtma tesisi, beton, hasar

INVESTIGATION OF STRUCTURAL DAMAGES IN WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN CENTRAL ANATOLIA REGION

Ayça DURAK YILMAZ

T.C. Yozgat Bozok University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering
Master of Science Thesis

2019; Page:276

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Fuat KÖKSAL

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to learn the foundation information, working procedures and investigation of structural damages, occurred during usage and environmental effects, in wastewater treatment plants in “Central Anatolia Region” such cities of Yozgat, Kırşehir, Nevşehir, Çorum. It is also aimed to determine the damages in reinforced concrete members, generally preferred in construction of wastewater treatment plants within service life, and to increase the performances of wastewater treatment plants depending on the results obtained from this research.

Some investigations were made on wastewater treatment plants which are related to this study. It is also mentioned about some general information of wastewater treatment plants. On the other hand, the damages and deteriorations on reinforced concrete members of wastewater treatment plants were determined onsite. Each damage and deterioration was observed in detail and the reasons of such damages and deteriorations is also stated.

Depending on the results obtained by investigations and observations made on wastewater treatment plants for this study, it is concluded that environmental effects and improper materials to be chosen in during building of plants were results of the major damages and deteriorations. It is also determined that damages are generally occurred on the contact points and faces of concrete walls with the wastewater, which concerns some chemical compositions such as salt, chlorine, acid, sulphate, and the weather conditions.

Keywords: Wastewater, treatment plants, concrete, damage.

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasında, benden desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fuat KÖKSAL' a ve Bozok Üniversitesi Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI' ya teşekkür ve saygılarımı sunarım. Ayrıca bana zaman ayırarak çalışmaları hakkında bilgi veren orum, Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat atıksu arıtma tesislerinde çalışan personellere ve mühendislere teşekkürü borç bilirim. Tezin hazırlanma süresince bana gösterdiği ilgi ve sabrından dolayı eőim Erkan YILMAZ ve aileme de ayrıca teşekkür ederim.



TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Yerinde Uzun Havalandırma Paket Aktif Çamur Sistemleri İçin Boyutlandırma Kriterleri	29
Tablo 2.2. Çiçeklenmeye Yol Açan Tuzlar ve Kaynakları	53
Tablo 2.3. Tüm Türkiye'deki Mevcut Atıksu Arıtma Tesislerinin İllere Göre Dağılımı.....	68
Tablo 3.1. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi Tasarım Debileri	78
Tablo 3.2. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi Tasarım Kirlilik Yükleri	79
Tablo 3.3. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Kirlilik Yükleri.....	102
Tablo 3.4. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Tasarım Debileri	102
Tablo 3.5. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Tasarım Değerleri.....	122
Tablo 3.6. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Verimi Değerleri	123
Tablo 3.7. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Havuz Boyutları	132

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Atık su Arıtılma İşlemlerinin Yıllara Göre Gelişimi.....	3
Şekil 2.1. Tasarımı 1860'lı Yıllarda L.H. Mouras'ca Yapılan İlk Fosseptik	7
Şekil 2.2. D. Cameron Tarafından 1895 Yılında Tasarlanan İlk Lağım Çukuru.....	8
Şekil 2.3. (a,b,c) Normal Zeminlerde Lağım Çukurundan Sonra Sızdırma Çukuru ve Sızdırma Yatakları.....	18
Şekil 2.4. Normal Zeminlerde Sızdırma Yataklarının Beş Değişik Tasarımı.....	20
Şekil 2.5. Alüvyona Sahip Zeminlerde Lağım Çukuru Çıkışının Havalı Arıtma veya Kesikli Kum Filtresi ile Arıtılması ve Nihai Uzaklaştırması	20
Şekil 2.6. Alüvyonlu Zeminlerde Nihai Uzaklaştırma Alternatifleri	22
Şekil 2.7. Geçirimsiz Zeminlerde Nihai Uzaklaştırma Alternatifleri	23
Şekil 2.8. Yerinde Arıtma Teknolojileri	28
Şekil 2.9. Yerinde Arıtma Olarak Kullanılabilecek Paket Arıtma Sistemleri	31
Şekil 2.10. Alkali-Silika Reaksiyonu İçin Gerekenler.....	39
Şekil 2.11. Betonun Bozulma Sürecine Etki Eden Faktörler.....	46
Şekil 2.12. Beton Yüzeyinde Tozuma	48
Şekil 2.13. Beton Yüzeyinde Tozuma	48
Şekil 2.14. Beton Yüzeyinde Kabarma.....	49
Şekil 2.15. Beton Yüzeyinde Kabarma.....	50
Şekil 2.16. Beton Yüzeyinde Kopma.....	50
Şekil 2.17. Beton Yüzeyinde Renk Değişikliği	51
Şekil 2.18. Çiçeklenme	52
Şekil 2.19. Çiçeklenme	52
Şekil 2.20. Yüzeyde Dökülme	54
Şekil 2.21. Yüzey Harcında Bozulma.....	55
Şekil 2.22. Çatlaklar.....	55
Şekil 2.23. Soğuk Derz	57
Şekil 2.24. Soğuk Derz	57
Şekil 2.25. Petek Dokusu	58
Şekil 2.26. Petek Dokusu	58
Şekil 2.27. Tabakalaşma	59

Şekil 2.28. Yüzeyde Oluşan Boşluklar	60
Şekil 2.29. Yüzeyde Oluşan Boşluklar	60
Şekil 2.30. Yüzeyde Oluşan Kıvrılma	61
Şekil 2.31. ASR ye Maruz Kalmış Beton	63
Şekil 2.32. Karbonatlaşma ve Klorür İyonları Etkisiyle Korozyondan Korunma Etkisinin Kaybolması	64
Şekil 2.33. Korozyona Maruz Kalmış Betonarme Elektrik Direği	64
Şekil 2.34. Deniz Kenarındaki Donatının Tuz Etkisi ile Korozyonu	65
Şekil 2.35. Türkiye’deki Atık su Arıtma Tesislerinin İllere Göre Dağılım Grafiği ..	69
Şekil 2.36. Türkiye’deki Atık su Arıtma Tesislerinin Tiplerine Göre Dağılımı.....	70
Şekil 2.37. Atıksu Arıtma Tesisi Sayısının Yıllara Ve Proje Yapan Kurumlara Göre Değişimi	71
Şekil 2.38. Atıksu Arıtma Tesislerinde Başarıya Ulaşabilmek İçin Gerekli Şartlar..	72
Şekil 2.39. Ülke Genelindeki Atıksu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumu.....	74
Şekil 2.40. Ülke Genelindeki Atıksu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumuna Göre Dağılımı	74
Şekil 3.1. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi Genel Görünüşü	76
Şekil 3.2. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması	80
Şekil 3.3. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması	83
Şekil 3.4. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi - Giriş Kanalı	87
Şekil 3.5. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi - By-Pass Hattı.....	88
Şekil 3.6. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi - Kaba Izgara	89
Şekil 3.7. Yozgat Atıksu Arıtma - Tesisi İnce Izgara	89
Şekil 3.8. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi - İnce Izgara	90
Şekil 3.9. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Kum Tutucu Havuzlar	91
Şekil 3.10. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Parshall Savağı	92
Şekil 3.11. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Ön Çökeltme Havuzu	93
Şekil 3.12. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzu	94
Şekil 3.13. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzu.....	95
Şekil 3.14. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzu Çıkış Suyu	95
Şekil 3.15. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzu Çıkış Suyunun Alıcı Ortama Deşarj Edilen Noktası.....	96

Şekil 3.16. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Yoğunlaştırma Havuzu	97
Şekil 3.17. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Çürütme Havuzu.....	98
Şekil 3.18. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Çürütme Havuzu.....	99
Şekil 3.19. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi – Dekantör	100
Şekil 3.20. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Çürütme Havuzu.....	100
Şekil 3.21. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Genel Görünüşü.....	101
Şekil 3.22. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Vaziyet Planı.....	103
Şekil 3.23. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi İş Akım Şeması.....	104
Şekil 3.24. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Izgara ve Pompa Verileri.....	105
Şekil 3.25. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Izgara ve Pompa Giriş Şeması.....	106
Şekil 3.26. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırmalı Yağ ve Kum Tutucu Havuzu Verileri	107
Şekil 3.27. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu Havuzlar Şeması.....	108
Şekil 3.28. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Parshall Savağı Şeması.....	109
Şekil 3.29. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Giriş Parshall Savağı Verileri.....	110
Şekil 3.30. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzu Dağıtım Yapısı	111
Şekil 3.31. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzları Şeması	112
Şekil 3.32. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çöktürme Havuzları Toplama Dağıtım Verileri.....	114
Şekil 3.33. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzları Şeması	115
Şekil 3.34. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Klor Temas Havuz Verileri	116
Şekil 3.35. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Klor Temas Havuzları Şeması.....	117
Şekil 3.36. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Dengeleme Tankları Şeması .	119
Şekil 3.37. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Koku Kontrol Sistemi Şeması	120
Şekil 3.38. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Genel Görünüşü	121
Şekil 3.39. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması.....	124
Şekil 3.40. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması.....	125
Şekil 3.41. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Giriş Yapısı	126
Şekil 3.42. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Debimetre.....	126

Şekil 3.43. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Izgaralar	127
Şekil 3.44. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Izgaralar	127
Şekil 3.45. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havuzlar	128
Şekil 3.46. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzları	129
Şekil 3.47. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi.....	131
Şekil 3.48. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Genel Görünüşü	133
Şekil 3.49. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması.....	136
Şekil 3.50. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Giriş Yapısı	137
Şekil 3.51. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Izgaralar	139
Şekil 3.52. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi Izgaralar ve Kum Tutucu Akım Şeması..	140
Şekil 3.53. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Ön Çökeltme Havuzları	141
Şekil 3.54. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi Ön Çökeltme Havuzları Akım Şeması....	142
Şekil 3.55. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Burgu Pompa	143
Şekil 3.56. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzları	144
Şekil 3.57. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzları Akım Şeması	145
Şekil 3.58. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzları	146
Şekil 3.59. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzları Akım Şeması	146
Şekil 3.60. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Yoğunlaştırma Havuzu.....	147
Şekil 3.61. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Çürütme Havuzu	148
Şekil 3.62. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi Vaziyet Planı	149
Şekil 3.63. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi.....	150
Şekil 3.64. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Yoğunlaştırma ve Çürütme Havuzları Akım Şeması.....	150
Şekil 3.65. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi Akım Şeması.....	151
Şekil 4.1. Giriş Kanalı Beton Yüzeyindeki Hasarlar (Kırşehir)	152
Şekil 4.2. Ön Çökeltme Havuzu Giriş Yapısı Beton Yüzeyindeki Hasarlar (Nevşehir)	153
Şekil 4.3. Giriş Kanalı Beton Yüzeyindeki Hasarlar (Çorum)	153
Şekil 4.4. Giriş Kanalı Beton Duvar Yüzeyindeki Hasarlar (Yozgat).....	154
Şekil 4.5. Havalandırma Havuzu Çıkışı Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Çorum) ..	155

Şekil 4.6. Havalandırma Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir).....	156
Şekil 4.7. Havalandırma Havuzu Duvarlarında Meydana Gelmiş Hasarlar (Yozgat)	156
Şekil 4.8. Havalandırma Havuzu Geri Devir Besleme Kanalı Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Yozgat)	157
Şekil 4.9. Giriş Kanalı Perde Duvarlarındaki Bozulma ve Hasarlar (Kırşehir).....	157
Şekil 4.10. Kablo Kanallarının Beton Kapaklarında Meydana Gelmiş Hasarlar (Çorum)	158
Şekil 4.11. Çorum Korozyona Uğramış Donatı Ve Donma Çözülme Etkisiyle Parçalanmış Beton (Çorum)	159
Şekil 4.12. Havalandırma Havuzu Perde Beton Küpeştelerindeki Hasarlar (Çorum)	160
Şekil 4.13. Havalandırma Havuzu Çıkışı Perdelerindeki Hasarla (Çorum)	161
Şekil 4.14. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarındaki Hasarlar (Çorum)..	162
Şekil 4.15. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarındaki Hasarlar (Kırşehir)	162
Şekil 4.16. Izgara ve Kum Tutucu Binası Yürüyüş Yolu Tablalarındaki Hasarlar (Çorum)	163
Şekil 4.17. Çamur Alma Deposundaki Hasarlar (Kırşehir)	163
Şekil 4.18. Havalandırma Havuzu Bağlantı Elemanlarındaki ve Betonarme Elemanlarındaki Bozulmalar (Nevşehir).....	164
Şekil 4.19. Pompa Kanalı Beton Duvarlarındaki Hasarlar (Çorum)	164
Şekil 4.20. Havalandırma Havuzu Çıkışı Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)	165
Şekil 4.21. Perde Sıvalarındaki Hasarlar (Çorum).....	165
Şekil 4.22. Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)	166
Şekil 4.23. Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)	166
Şekil 4.24. Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Çorum)	167
Şekil 4.25. Çamur Havuzundaki Hasarlar (Yozgat)	168
Şekil 4.26. Çamur Yoğunlaştırma Havuz Duvarındaki Hasarlar (Nevşehir)	168
Şekil 4.27. Izgara ve Kum Tutucu Ünitelerin Bulunduğu Binadaki Hasarlar (Kırşehir)	169
Şekil 4.28. Geri Devir Ünitesinin Bulunduğu Binadaki Hasarlar (Yozgat)	170

Şekil 4.29. Havalandırma Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Nevşehir)	170
Şekil 4.30. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Nevşehir)	171
Şekil 4.31. Ön Çökeltme Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Nevşehir)	171
Şekil 4.32. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarı Hasarları (Nevşehir)	172
Şekil 4.33. Havalandırma Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Nevşehir)	172
Şekil 4.34. Havalandırma Havuzu Tabliye Betonundaki Hasarlar (Nevşehir).....	173
Şekil 4.35. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarı Hasarları (Nevşehir)	174
Şekil 4.36. Son Çökeltme Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir).....	174
Şekil 4.37. Son Çökeltme Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir).....	175
Şekil 4.38. Ön Çökeltme Çamur Alma Kanalı Hasarları (Yozgat).....	176
Şekil 4.39. Havuzlarda Oturma Hasarları (Yozgat).....	176
Şekil 4.40. Beton Kanal Kapaklarındaki Hasarlar (Yozgat).....	177

SİMGELER VE KISALTMALAR

H ₂ S	:Hidrojen Sülfür
Cl	:Klor
SiO ₂	:Silisyum Dioksit
CaO	:Kalsiyum Oksit
Al ₂ O ₃	:Alüminyum III Oksit
Fe ₂ O ₃	:Demir III Oksit
MgO	:Magnezyum Oksit
SO ₃	:Kükürt Trioksit
C ₃ A	:Trikalsiyum Aluminat
CaSO ₄	:Kalsiyum Sülfat
Ca(OH) ₂	:Kalsiyum Hidroksit
CO ₂	:Karbondioksit
CaCO ₃	:Kalsiyum Karbonat
H ₂ O	:Su
NH ₄	:Amonyum
O ₂	:Oksijen
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİ ₅	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
AKM	: Askıda Katı Madde
UAKM	: Uçucu Askıda Katı Madde
MLSS	: Mikroorganizma Konsantrasyonu
SVI	: Çamur Hacim İndeksi
F/M	: Organik madde/bakteri kütlesi oranı
A.Ç.	: Aktif Çamur

YS	: Yapay Sulak Alanlar
DBR	: Döner Biyolojik Reaktörler (yada döner biyodiskler)
UASB	: Yukarı Akışlı Çamur Yataklı Anaerobik Reaktörler
MBRs	: Membran Biyoreaktörler
MBBR	: Hareketli Yataklı Biyofilm Reaktörler
SBR	: Seri Bağlı Kesikli Reaktörler
N_0	: Son nüfus sayımı değerini
N_t	: Son sayımdan t yıl sonraki nüfusu
p	: Nüfus artış/azalma hızını (%)
t	: Son nüfus sayımından itibaren geçen süreyi (yıl)
İLBANK	: İller Bankası Anonim Şirketi
AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi

1. GİRİŞ

Orta çağda Avrupa'da ki birçok şehirde katı ve sıvı atıkların yerleşim yerlerinden uzaklaştırılarak atılması, olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması için yeterli bir işlem sayılmıştır.

Ufak topluluklar halinde yaşayan insanlar için; su ihtiyacını karşılama, arıtma ve atıksu toplama gibi sorunlar oluşmamıştır. Yaşam alanlarını suyun bulunduğu alana yakın seçmişlerdir. Su ihtiyaçlarını kolayca karşılamak ile birlikte, oluşan katı ve sıvı artıklarını doğada kendiliğinden yok olması suretiyle doğal olarak bertaraf etmişlerdir.

Hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve sanayinin gelişmesi ile birlikte çevresel sorunlar başlamıştır. Bu durum da birçok çeşitteki atığın oluşuna sebep olmuştur. Şehirlerin sayısı ve büyüklükleri bu nedenle artmıştır. Gelişen şehirler yaşayanlar tarafından daha çok tercih edilen yerleşim alanları haline gelmiştir. Babil kentinin büyüklüğünün, Londra'nın 20. Yüzyılın başlarındaki nüfusunun iki katı kadar olduğu bilinmektedir. Su kaynaklarına ihtiyaç olan bu sebeple artmıştır. Bu durum da su mühendisliğinin gelişmesini sağlamak ile birlikte, su yapıları tasarımlarını geliştirmiştir. Bu gelişimler İsa'dan önce 3 bin ve 4 bin yılları başlangıcına kadar gitmektedir.

Mohenco Daro şehrinde (Eski Hindistan'ın şehri) hela, hamam ve kanalizasyon gibi yapıların İsa'dan 4 bin 500 yıl önceki tarihlerde yapıldığı belgelerle kanıtlanmıştır. Şehrin nüfusunun ortalama 50 bin dolaylarında olduğu düşünülmektedir. Şehirdeki her yol ve caddeler, üstü kiremit ile kapatılmış kanallardan oluşan kanalizasyon şebekesi ile kaplanmıştır.

Bergama ve Antik Efes şehirlerinde de suyun temin edilmesi ve şehirden uzaklaştırılması için yapılar tasarlanmıştır.

19. yüzyılın sonlarında sanayileşmenin gelişmesiyle oluşan artıklar hepsi doğaya atılmaya ve deşarj edilmeye başlanmıştır. Oluşan atık kapasitesi, doğal ortamın kendi kendini temizleme kapasitesinin üzerinde olması sebebiyle insan sağlığını tehdit edecek seviyede çevre kirliliği başlamıştır. Özellikle düz araziye sahip olan

sanayileşmiş ülkelerde suyun akış hızının yavaş olması ya da durağan olmasıyla gazlaşma ve katı olan kısmın çökme olayı hızlanmıştır.

Paris'in atıksuları yoğun kirlilik yüküne sahip bir şekilde Seine nehrine akarak, bölgeyi yaşanmaz hale getirmiştir. Ülkemizde de benzer durum, 2000'li yıllara kadar İzmir'in İç Körfezinde yaşanmıştır. İnsanlar yıllarca bu görüntü kirliliği ve kötü kokuyla yaşamaya maruz kalmıştır.

Emscher Vadisi (Almanya) kötü durumdadır. Bunun sebebi; Akan suyun oluşturduğu enerjiden faydalanmak amacıyla 14'ten az olmayacak sayıdaki yere baraj yapılmış olması ve 19. yüzyılın ortalarında madencilik (özellikle kömür) gelişmesiyle şehirleşme olgusunun hızlanmasıdır. 50 bin civarındaki nüfus, 19. yüzyılın sonlarında 1 buçuk milyona çıkmıştır. Şehirdeki, 50'den fazla hastanenin atıksuları Emscher'e arıtmadan deşarj edilmiştir. Bu durum salgın hastalıkların başlamasına neden olmuştur. Problemin giderilmesi için Emscher Atıksu Birliği kurulmuştur. 20. yüzyılın başında kurulmuş olan bu Birlik, Emscher Havzasının tamamından sorumlu olarak hala aktif bir şekilde faaliyetine devam etmektedir. Bu birliğin faaliyetleri örnek alınarak birçok şehirde birlikler kurulup çalışmaları başlamıştır.

İlk komisyon 1865'te İngiltere Parlemontosunca kurularak, akarsu kirlilikleriyle ilgilenme görevi komisyona vermiştir. Komisyonun hazırladığı raporlar doğrultusunda birçok mevzuat hazırlanmıştır. 1947 yılında kaynak sularının kirletilmesi yasaklanmış ve 1861'de atıksuların arıtılması kanunu çıkarılmıştır. Bu tarihler, arıtma sistemlerinin gelişiminde çok önemli bir yere sahip olmuştur. Giderek arıtma teknolojileri geliştirilmiştir.

Türkiye'de de 1973 yılında çıkarılan 1370 sayılı su ürünleri kanunuyla çeşitli yerli atıksu arıtma sistemlerinin gelişmesi sağlanmıştır. Daha sonra çıkarılan Çevre Kanunu ve benzer mevzuatlarla gelişmeler ilerletmiştir.

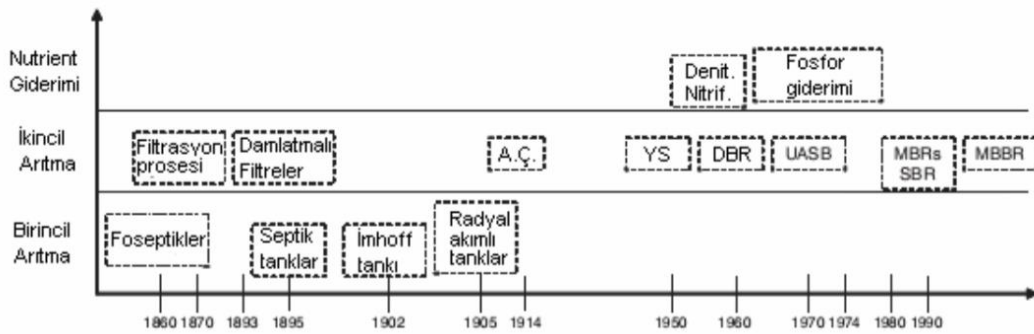
20. yüzyılın başlarından bu güne "Çevre Teknolojileri" kapsamında atıksu arıtma sistemleri geliştirilerek çalışmalara devam edilmiştir.

Ülkede kurulmuş olan birçok firma, Ülkenin atıksu yapısına uygun arıtma tesisleri tasarlayarak inşasını yapmaktadır. Atıksuyun içeriğindeki organik kirlilik yükünü oluşturan birleşikler 200 üzerindedir. Bu sebeple atıksular, arıtma işleminden geçirilmeden hiçbir ortama verilmemelidir. Atıksular ancak arıtma sistemlerinden geçirilerek arıtıldıktan sonra, alıcı ortama deşarj edilmelidir.

Atıksu arıtma proseslerinin tasarımı; yönetmeliklerde belirtilen standartları sağlamak ya da tesisten çıkan suyun kalitesini arttırmak veya atıksuyun karakterine göre istenen su kalitesi hedefiyle alakalıdır. Bu taleplerin karşılanması amacıyla arıtma teknolojileri geliştirilir.

İlk modern anlamdaki atıksu arıtma tesisi, 1842 yılında Hamburg’da inşa edilmiştir. İlk kanalizasyonun yapımına da 1855’de Chicago’da başlanmıştır. 1870’li yıllardan sonra da arıtma tesislerinin inşasına başlanmıştır.

Atıksu arıtılma işlemlerinin yıllara göre değişimi Şekil 1.1’de gösterilmektedir.



A.Ç.: Aktif çamur; YS: Yapay sulak alanlar; DBR: Döner biyolojik reaktörler (yada döner biyodiskler); UASB: Yukarı akışlı çamur yataklı anaerobik reaktörler; MBRs: Membran biyoreaktörler; MBBR: Hareketli yataklı biyofilm reaktörler, SBR: Seri bağlı kesikli reaktörler

Şekil 1.1. Atıksu Arıtılma İşlemlerinin Yıllara Göre Gelişimi [3]

20. yüzyılın ortalarında çalışmalar, arıtma sistemleriyle ilgili düzenlemelerin yapılması ve devlet desteklerinin artırılması yönünde olmuştur. Su kalitesinin artırılması çalışmaları, su toplama ve arıtma ünitelerinin inşasının yapılması için fonların sağlanması amacıyla, Amerika’da Federal Su Kirliliği ve Kontrol Yasası 1948 yılında çıkarılmıştır. 1966 yılında da atıksu arıtma tesislerinin inşası için hibeler artırılmıştır.

1960 yılından sonra çalışmalar, su kalitesinin artırılması için arıtma proseslerinin geliştirilmesi yönünde olmuştur. Alıcı ortamlarda kirlilik yükünün artmasından kaynaklı plankton ve alglerin kontrolü için sudaki azotun ve fosforun giderilmesi, kimyasal bağlayıcılar olan polimerlerin ve polielektrolitlerin kullanılması, sudaki askıda bulunan maddelerin hava verilmek suretiyle yüzdürme metoduyla uzaklaştırılması gibi teknikler geliştirilmiştir. Ayrıca aktif çamur üniteleri, hibrit damlatmalı filtre-aktif çamur üniteleri, damlatmalı filtre üniteleri ve ardışık kesikli reaktör üniteleri, membran bioreaktörler gibi yeni prosesler tasarlanmıştır.

Son yıllarda hızlı nüfus artışı ve kentleşme, sanayinin gelişmesi, iklim değişikliği ve tarımsal faaliyetler, su teminine olan ihtiyacı artırmakta ve mevcut su kaynaklarının korunmasını mecbur kılmaktadır. Evsel atıksu arıtma tesisleri, su kirliliğinin azaltılması ve önlenmesi için büyük önem teşkil etmektedir. Şehirleşmeye bağlı olarak da oluşan atıksuların daha ileri düzeyde arıtılması için ve ileride su kaynaklarının tükeneceği düşünülerek yüksek verimli arıtma tesislerinin tasarlanmasına ihtiyaç artırmakta ve araştırmalar yapılmaktadır.

20. yüzyılın ortalarında çalışmalar, arıtma sistemleriyle ilgili düzenlemelerin yapılması ve devlet desteklerinin artırılması yönünde olmuştur. Su kalitelerinin artırılması çalışmaları, su toplama ve arıtma ünitelerinin inşasının yapılması için fonların sağlanması amacıyla, Amerika'da Federal Su Kirliliği ve Kontrol Yasası 1948 yılında çıkarılmıştır. 1966 yılında da atıksu arıtma tesislerinin inşası için hibeler arttırılmıştır.

1960 yılından sonra çalışmalar, su kalitesinin artırılması için arıtma proseslerinin geliştirilmesi yönünde olmuştur. Alıcı ortamlarda kirlilik yükünün artmasından kaynaklı plankton ve alglerin kontrolü için sudaki azotun ve fosforun giderilmesi, kimyasal bağlayıcılar olan polimerlerin ve polielektrolitlerin kullanılması, sudaki askıda bulunan maddelerin hava verilmek suretiyle yüzdürme metoduyla uzaklaştırılması gibi teknikler geliştirilmiştir. Ayrıca aktif çamur üniteleri, hibrit damlatmalı filtre-aktif çamur üniteleri, damlatmalı filtre üniteleri ve ardışık kesikli reaktör üniteleri, membran bioreaktörler gibi yeni prosesler tasarlanmıştır.

Son yıllarda hızlı nüfus artışı ve kentleşme, sanayinin gelişmesi, iklim değişikliği ve tarımsal faaliyetler, su teminine olan ihtiyacı artırmakta ve mevcut su kaynaklarının korunmasını mecbur kılmaktadır. Evsel atıksu arıtma tesisleri, su kirliliğinin azaltılması ve önlenmesi için büyük önem teşkil etmektedir. Şehirleşmeye bağlı olarak da oluşan atıksuların daha ileri düzeyde arıtılması için ve ileride su kaynaklarının tükeneceği düşünülerek yüksek verimli arıtma tesislerinin tasarlanmasına ihtiyaç artırmakta ve araştırmalar yapılmaktadır.



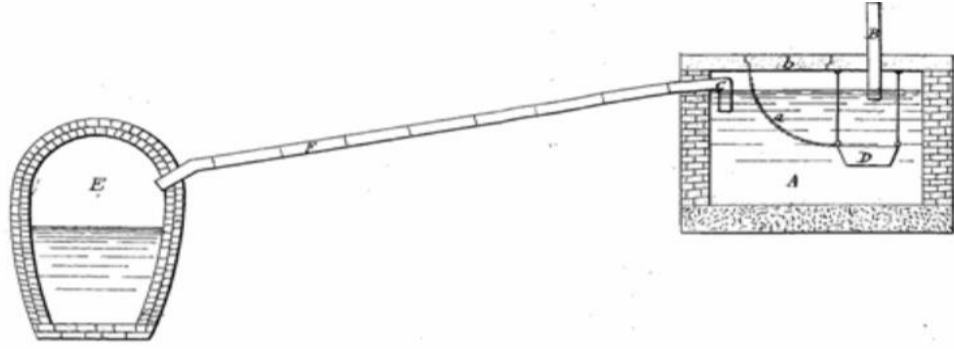
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Atıksu Arıtma Teknolojilerinin Gelişimi

Amerika’da 18. Yüzyılda oluşan sular, evlerin bahçelerine, şehrin caddelerine veya açılan fosseptik çukurlarına deşarj edilmiştir. Bu durum, başta nüfusun düşük olması sebebiyle herhangi bir sağlık sorunu oluşturmamıştır. Ancak nüfusun giderek yükselmesiyle çevresel kirlilikler artmış, buna bağılı olarak da sağlık sorunları yaşanmaya başlamıştır.

19. Yüzyılın sonlarına doğru sanayileşmenin gelişmesi sonucu oluşan artıklar hepsi doğaya atılmaya ve deşarj edilmeye başlanmıştır. Oluşan atık kapasitesi, doğal ortamın kendi kendini temizleme kapasitesinin üzerinde olması sebebiyle insan sağlığını tehdit edecek seviyede çevre kirliliğı başlamıştır.

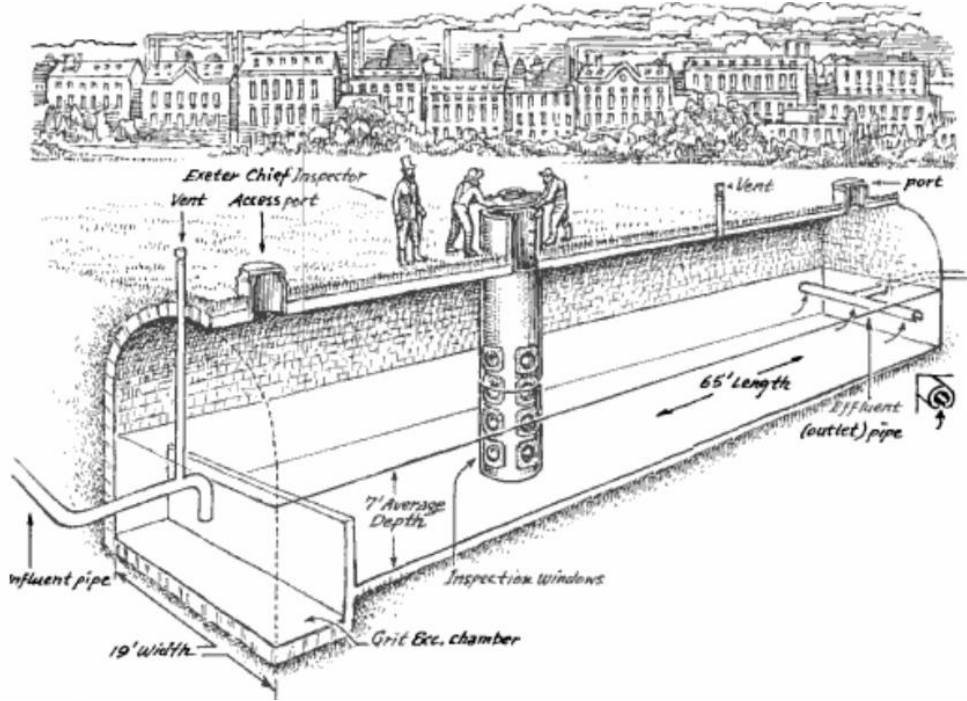
19. Yüzyılda Amerika’nın nüfusu 5 milyonken 75 milyon kişiye yükselmiş olması, bulaşıcı hastalıkların artmasına neden olmuş ve bu sebeple atıksuların toplanabilmesi için teknolojiler geliştirilmiştir. Gelişen teknolojilerle; açık halde bulunan fosseptik çukurlarının yerini yer altı kanalizasyonları almıştır. 60 yıl sonra kanalizasyon hizmetinden yararlanan nüfus 1 milyon kişiye ulaşmıştır. 20. Yüzyılda bu rakam 25 milyon kişiye çıkmıştır. Atıksuların arıtılması işlemi daha çok seyreltme yöntemiyle yapılmıştır. Londra’da yine 19. yüzyılda halk sağlığını tehdit eden kirliliklerin önlenmesi amacıyla şehrin birçok yerine kanalizasyon şebekeleri döşenmeye başlanmıştır. 1840’lı yıllarda Almanya’nın Hamburg şehrine, İngiltere doğumlu Mühendis Lindley’in girişimleriyle kanalizasyon hattı döşenmiştir. 1850’li yıllarda ise Chicago’ya, Mühendis Chesborough’un çalışmaları ile ilk kanalizasyon projesi uygulanmıştır. İlk fosseptik tasarımı 1860’lı yıllarda L.H. Mouras’ca yapılmıştır. Tasarım, günümüzdeki lağım çukurların geliştirilmesi aşamasında öncülük etmiştir. 1960’lı yıllarda L.H. Mouras’ın tasarlamış olduğı ilk fosseptik Şekil 2. 1’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tasarımı 1860'lı Yıllarda L.H. Mours'ca Yapılan İlk Fosseptik [5]

Fosseptik tankları geliştirilerek tasarlanan septik tank ilk olarak D. Cameron tarafından 19. Yüzyılın sonlarına doğru tasarlanmıştır. (Şekil 2.1.2). Lağım çukurları ile oluşan atıksularının ilk arıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu septik tanklar 100 bin galon'dan daha fazla kapasiteye sahiptir. Septik tankların asıl amacı alıcı ortama (nehir, göl) deşarj edilecek olan arıtılmış atıksuyun kirlilik yükünü azaltmaktır.

1830-1850 yılları arasında, kolera salgınlarının İngiltere'de artmış olmasıyla birlikte, neden olduğu çevre kirliliğini ve insan sağlığına verdiği olumsuz etkilerini önlemek amacıyla bir atık yönetim ve sanitasyon planına ihtiyaç duyulmuştur. Kolera salgınları 1820-1850 yılları arasında Avrupa'da bulunan başka gelişmiş büyük şehirlerde de karşılaşılmaya başlamıştır. Parlamento 1855 yılında, Londra'da yeni bir kolera salgınından sonra ihtiyaca yönelik bir atıksu toplama sistemi olan kanalizasyon teknolojisinin geliştirilmesi için Büyükşehir Yönetimi'ne talimatta bulunarak çalışmaları başlatmıştır. Su kirliliği kontrolünü ele almak ve halk sağlığını koruma altına almak amacıyla "kanalizasyon tarımı" girişimi ilk adım olmuştur. Bu sistemi 1870'li yıllarda Amerika, Fransa ve Almanya, 1840-1890 yılları arasında da İngiltere kullanarak ilk kez arazide arıtma sistemlerini uygulayıp doğal arıtma teknolojisini geliştirmişlerdir. Gelişmenin ardından, 1874'ün sonlarında atıksulardaki askıdaki maddelerin yanı sıra azot-fosfor gideriminin sağlanması amacıyla İngiltere'de çim arazilerde suyun geçirilmesi sağlanarak arıtılması sistemi uygulanmıştır.



Şekil 2.2. D. Cameron Tarafından 1895 Yılında Tasarlanan İlk Lağım Çukuru [4]

Sudaki biyolojik kirlilik yükünü oluşturan madde ve azotlu bileşiklerin, bakteriler tarafından parçalandığı 1887 yılında öğrenilmiştir. Medford'da (Massachusetts) aynı sene arıtma sistemlerinden ilki olan kesikli kum filtresi sistemi denenmiştir. İlk kez Medford, Mass'a kurulmuş olan ve çalıştırılan bu proses, ilk biyolojik atıksu arıtma sistemi olarak tarihe geçmiştir.

1800'lü yılların ortalarına doğru su membalarının kirlenmesi, bulaşıcı hastalıkların sürekli ortaya çıkması, sokak sulama, yangınların söndürülmesi gibi durumlarla su temini ihtiyacının artmasıyla, bunun yanı sıra temiz su kaynaklarının korunması amacıyla, suların borularla taşınması fikri geliştirilmiştir. İlk olarak Amerika'daki büyük şehirlerde içme suyu hatları inşa edilmiştir. İçme suyu şebekelerinin artması, atıksuların da artmasına neden olmuştur.

Modern anlamda Dünyadaki ilk atıksu arıtma sistemi, Hamburg'da 1842'de inşaatı yapılmıştır. Chicago'da, 1855 yılında, ilk atıksu kanalizasyon toplama hattının döşenmesine başlanmıştır. Arıtma tesislerinin yapımına 1870'li yıllardan sonraki dönemlerde başlanmıştır.

1847 yılında İngiltere’de kurulan "Nehir Kirliliği Komisyonu"na 1848 senesinde katılarak çalışmaya başlayan Sir E. Frankland, atıksuyun tasfiyesi konusunu bilimsel bir şekilde ilk inceleyen biri olmuştur. Doğal arıtma yöntemiyle atıksuyun arıtılması sırasında toprakta hava geçirgenliğinin artması için azami boşluğun bırakılması gerekliliğini belirtmiştir. Bu şekilde tasfiye sistemlerinde "havalandırma sistemi" nin en elzem aşama olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit, 15 yılın sonunda araştırmacılar tarafından da kanıtlanmıştır. Manssachusetts’de var olan Lawrence uygulama tarlasında denenerek yapılmış olan incelemeler, bu durumun doğruluğunu kanıtlamıştır.

2.2. Atıksu Arıtma Tesisleri ve Yönetimiyle İlgili Yasal Kapsam

Ülkemizde önceki senelerde denenmiş ekonomi ve sanayi önceliğe sahip siyasi yaklaşımlar nedeniyle, ilgili çalışmaların çevreye olan tesiri ve bu etkilerin giderilip, önüne geçilmesiyle alakalı uygulamalar oldukça uzun bir zaman göz önünde bulundurulmamıştır. Fakat Avrupa Birliği’ne katılma süresince gerçekleştirilen düzenlenmiş yasalar ve çalışmalar doğrultusunda önemli mesafeler kat edilmiş ve bütün çalışmalarda çevreden gelen etkisel risklerin değerlendirilmesi öncelik olmuştur.

Tarımsal, endüstriyel ve evsel çalışmalar doğrultusunda gün yüzüne çıkabilecek atıksuyun önlenmesi ile alakalı oldukça fazla stratejik planlar ve programlar hayata geçirilmiş ve sonuç doğrultusunda çıkan hedefler su kirliliğinin önlenmesi amacı güdülen önemli uygulamaların faaliyete geçmesini sağlamıştır.

Suyun mevcut kalitesinde bozulmaların en mühim nedenleri olarak; tabii su kaynaklarının fazla tüketimi, sanayileşmenin ve kentleşme çalışmalarının denetlenmemesi ve bir düzene sahip olmayışı, evsel ve tarımsal uygulamalar olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca hazırlanan Türkiye Çevre Durum Raporu’nda gösterilmiştir. Bu yayında ülkemizde temiz mambaların kirlenmesine sebep olan etmenler:

- Şehirde oluşan atıksuların arıtma işleminden geçirilmeden yahut basit bir prosesten geçirilerek yüzeysel sulara bırakılmaları,

- Atıksu toplama şebekelerinden ve açıkta bırakılan vahşi depolama metodu ile katı atıklardan kaynaklanan sızıntı sularının yeraltı sularını kirletmesi,
- Sulama kanallarında ve toprakta kullanılan tarım ilaçlarının ve kimyasal gübrelerden kalan atıkların akiferlere karışması ve yüzeysel sulara,
- Toprak kaymasını hızlandıran, doğal göllerde ve baraj göllerinde çökeltinin birikmesine sebep olan ormansızlaşma ve yanlış tarım uygulamaları,

olarak sıralanmaktadır.

Ülkemizde, tatlı suların korunması ve suların kirlenmesinin giderilip, engel olunması amacıyla alıcı ortama bırakılma değerleri ve gereken cezai işlemlerin belirlenmiş olduğu çeşitli yasalar bulunmaktadır. Suyun niteliğinin stabil kalması ve suyun daha iyi bir nitelik kazanması hedefleri güdülen çalışmaların asıl amacı;

- Su kirliliğine sebep olan kaynakların kontrolü
- Kirli suyun arıtılma işleminden geçirilmesi
- Atıksuyun tekrar kullanımı
- Ekolojik dengenin korunması

olarak dört temel başlık altında birleştirmek mümkündür. Bu hedeflerin faaliyete geçmesi için uygulanması gerekli olan çalışma ve alınması gereken önlemlerle faaliyete geçirilecek müeyyideler suyun yönetilmesiyle alakalı yasal çalışmalar ile ortaya koyulmaktadır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (Resmi Gazete: 04.07.2011 – No: 27984) [12]

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın kuruluş, görev, yetki ve sorumluluklarını düzenleyen 644 sayılı Kanun Hükmünde Kararname'ye göre Bakanlığın atıksu yönetimi ile ilgili görevleri; [12]

Yerleşmeye, çevreye ve yapılaşmaya dair imar, çevre, yapı ve yapım mevzuatını hazırlamak, uygulamaları izlemek ve denetlemek, Bakanlığın görev alanı ile ilgili mesleki hizmetlerin norm ve standartlarını hazırlamak, geliştirmek, uygulanmasını sağlamak ve ilgililerin kayıtlarını tutmak.

Çevrenin korunması, iyileştirilmesi ile çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik prensip ve politikalar tespit etmek, standart ve ölçütler geliştirmek, programlar hazırlamak; bu çerçevede eğitim, araştırma, projelendirme, eylem planları ve kirlilik haritalarını oluşturmak, bunların uygulama esaslarını tespit etmek ve izlemek, iklim değişikliği ile ilgili iş ve işlemleri yürütmek.

Faaliyetleri sonucu alıcı ortamlara katı, sıvı ve gaz halde atık bırakarak kirlilik oluşturan veya oluşturması muhtemel her türlü tesis ve faaliyetin, çevresel etkilerini değerlendirmek; alıcı ortamlar ile ilgili ölçüm ve izleme çalışmalarını yapmak; bahse konu tesis ve faaliyetleri izlemek, izin vermek, denetlemek ve gürültünün kontrol edilmesini sağlamak. [19]

olarak tanımlanmaktadır. Bakanlık bünyesinde atıksu yönetimi ile alakalı konular Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü ile Çevresel Etki Değerlendirmesi, izin ve Denetim Genel Müdürlüğü'nün görevleri arasında bulunup söz konusu olan bu görevler KHK'nin 8 inci ve 9 uncu maddelerinde;

Çevre kirliliğinin önlenmesi ve kontrolü ile ilgili mevzuatı hazırlamak, standart geliştirmek, ölçüm, tespit ve kalite ölçütlerini belirlemek; alıcı ortam özelliklerine göre çevre kirliliği yönünden görüş vermek.

Temiz üretim ve entegre kirlilik önleme çalışmalarına yönelik politika ve stratejileri belirlemek ve ilgili mevzuatı hazırlamak.

Yeraltı ve yerüstü sularının, denizlerin ve toprağın korunması, kirliliğin önlenmesi veya bertaraf edilmesi maksadıyla kirlетici unsurlar ile kirliliğın giderilmesi ve kontrolüne ilişkin usul ve esasları tespit etmek ve uygulamayı sağlamak, acil müdahale planları yapmak ve yaptırmak, çevrenin korunması maksadıyla uygun

teknolojileri belirlemek ve bu maksatla kurulacak tesislerin vasıflarını tespit etmek ve bu çerçevede gerekli tedbirleri almak ve aldirmek.

Atıksu arıtma tesislerinin tasarım esaslarını ve kriterlerini Orman ve Su İşleri Bakanlığı ile birlikte belirlemek, onay işlemlerini yürütmek.

Çevre kirliliğini önleme ve çevre kalitesini iyileştirmeye yönelik her türlü faaliyet ve tesisi izlemek, gerekli tedbirleri almak ve aldirmek, denetlemek, çevre izni ve lisansı vermek.

Çevre kirliliğine neden olan faaliyet ve tesislerin emisyon, deşarj ve atıklar ile arıtma ve bertaraf sistemlerini izlemek ve denetlemek.

Serbest bölgeler dâhil olmak üzere, ülke genelinde çevreye olumsuz etkileri olan atık ve kimyasallar ile hava kirliliği, gürültü, titreşim ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon ile ilgili faaliyetleri izlemek, yeraltı ve yerüstü sularına, denizlere ve toprağa olumsuz etkileri olan her türlü faaliyeti belirlemek, denetlemek, tehlikeli hallerde veya gerekli durumlarda faaliyetleri durdurmak.

Alıcı ortamları izlemek, buna ilişkin altyapıyı oluşturmak, çevre kirliliği ile ilgili olarak ölçüm, ve analiz ölçütlerini belirlemek, uygulamak ve uygulanmasını sağlamak; çevreyle ilgili her türlü ölçüm, izleme, analiz ve kontroller yapacak laboratuvarlar kurmak, kurdurmak, bunların akreditasyon işlemlerini yapmak, yaptırmak; alıcı ortamlar konusunda ölçüm yapacak kuruluşları belirlemek.

Bakanlığın görev alanına giren ürünlerin ilgili mevzuat ve teknik düzenlemelere uygunluğunu ve güvenilirliğini tespit etmek amacıyla denetim yapmak, yaptırmak, yetkili kuruluşlar arasında koordinasyonu sağlamak.

şeklinde tanımlanmıştır.

Çevre Kanunu (Resmi Gazete: 11.08.1983 – No: 18132) [13]

11.08.1983 tarihinde yürürlüğe giren ve 26.04.2006 tarihinde yeniden düzenlenen Çevre Kanunu'nun amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korumaktır.

Söz konusu Kanunun 9. maddesinde yer alan Çevrenin Korunması başlığı altında atıksu yönetimi ile ilgili olarak;

Sulak alanların doğal yapılarının ve ekolojik dengelerinin korunması esastır. Sulak alanların doldurulması ve kurutulması yolu ile arazi kazanılamaz. Bu hükme aykırı olarak arazi kazanılması halinde söz konusu alan faaliyet sahibince eski haline getirilir.

Ülkenin deniz, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının ve su ürünleri istihsal alanlarının korunarak kullanılmasının sağlanması ve kirlenmeye karşı korunması esastır. Atıksu yönetimi ile ilgili politikaların oluşturulması ve koordinasyonunun sağlanması Bakanlığın sorumluluğundadır. Su ürünleri istihsal alanları ile ilgili alıcı ortam standartları Tarım ve Köy işleri Bakanlığınca belirlenir.

Alıcı su ortamlarına atıksu deşarjlarına ilişkin usul ve esaslar Bakanlıkça çıkarılacak yönetmelikle belirlenir.

hükümleri bulunmaktadır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Resmi Gazete: 31.12.2004 – No: 25687) [14]

Suyun bulunduğu ortamın kalitesinin sınıflandırması ve suyun kullanım amaçlarını, suyun kalitesinin korunması ile ilgili planlama esasları ve yasaklarını, atıksuların deşarj esaslarının ve boşaltım izni ilkelerinin, atıksu altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını bünyesinde toplayan yönetmeliğin amacı “Ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemek” şeklinde belirtilmiştir.

Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği (Resmi Gazete: 26.11.2005 – No: 26005 [15]

Türkiye’de 26 Kasım 2005 tarih ve 26005 sayı ile yayımlanmış olan bu yönetmeliğin temel amacı; su ve suyun çevresinde tehlikeli ve atık maddelerden kaynaklanan kirliliğin belirlenmesi, önlenmesi ve kademeli olarak azaltılıp, giderilmesidir.

Su Çevresine Boşaltılan Bazı Tehlikeli Maddelerin Neden Olduğu Kirliliğe Dair 4 Mayıs 1976 tarih, 76/464/EEC direktifi yeniden düzenlenerek 15 Şubat 2006 tarihinde 2006/11/EC direktifi yayımlanmıştır.

Türkiye şartlarında alakalı direktifin faaliyete geçirilebilirliğinin kolaylaştırılmasını sağlamak amaç edinilerek, Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliğinin yeniden düzenleme sağlanarak bu çalışmaları tamamlayarak, 30 Mart 2010 tarihinde Resmi Gazete ’de yayımlanmıştır. Bu Yönetmelik; yüzeysel sularda, haliç sularında, bölgesel sularda kirliliğe neden olan tehlikeli maddelerin belirlenmesi, kirlilik azaltma programlarının oluşturulması, kirliliğin önlenmesi ve izlenmesi, suya deşarj edilen tehlikeli maddelerin doküman oluşturması, deşarj standartları ve kalite ölçütlerinin belirlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsamaktadır.

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (Resmi Gazete: 08.01.2006 – No: 26047) [16]

Yönetmeliğin temel amacı, kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevreyi korumaktır. Yönetmelik, kanalizasyon sistemlerine boşaltılan kentsel ve belirli endüstriyel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı, atıksu deşarjının izlenmesi, raporlanması ve denetlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsamaktadır.

Atıksu Altyapı ve Evsel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik (Resmi Gazete: 27.10.2010 – No: 27742) [17]

Yönetmeliğin amacı; atıksu altyapı tesisleri ile evsel katı atık bertaraf tesislerinin kurulması, bakımı, onarımı, işletilmesi, kapatılması ve izlenmesi, bu tesislerle ilgili olarak verilen tüm hizmetleri karşılayabilecek tam maliyet esaslı tarifelerin; atıksu

altyapı yönetimleri, büyükşehir belediyeleri ve belediyeler tarafından belirlenmesi, ayarlanması ve uygulanması yoluyla çevresel altyapı hizmetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Yönetmelik su yönetimi ile ilgili olarak endüstriyel atıksuların toplanması, arıtılması, deşarjı veya geri kazanımı ve ıslahına ilişkin yatırımlara, atıksu sistemlerinin işletmesi, bakım ve onarımına, arıtma çamuru bertarafına veya geri kazanılmasına ait tam maliyet esaslı tarifelerin belirlenmesinde uyulacak usul ve esasları kapsamaktadır.

Çevre Kanunu'nun 29 uncu Maddesi Uyarınca Atıksu Arıtma Tesislerinin Teşvik Tedbirlerinden Faydalanmasında Uyulacak Usul ve Esaslara Dair Yönetmelik (Resmi Gazete: 01.10.2010-No:27716) [18]

Yönetmeliğin amacı, alıcı ortamın su kalitesinin yükseltilmesi ve doğal kaynakların korunması için alıcı ortama deşarj eden ve/veya geri kazanan atıksu altyapı tesisi yönetimlerinden, arıtma tesisini kuran, işleten ve ilgili mevzuatta belirtilen yükümlülüklerini yerine getirenlerin, 9.8.1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 29 uncu maddesinde belirtilen teşvik tedbirleri kapsamında atıksu arıtma tesislerinde kullandıkları elektrik enerjisi giderlerinin bir kısmının Bakanlıkça geri ödenmesine ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

2.3. Atıksu Arıtma Tesisleriyle İlgili Genel İlke ve Tasarım Esasları

Atıksu arıtma tesislerinin projesi, inşası ve elektrik-mekanik aksamı şeklinde 2 aşamaya bölünürse; inşa kısmı 30 ila 40 yıl arasında, elektrik-mekanik kısım 10 ila 15 yıl arasında faaliyet göstermektedir. Proje kısmının kademeli olması, hizmet edecek nüfusun artış hızına bağlı olarak değerlendirilir.

Nüfusun tahmininin metodu; yaşam alanının imarı, iktisadi yapısı, turistik kapasitesi, göç verip, göç alma oranları göz önünde bulundurularak tespit edilir. Nüfusun belirlenmesinde, aritmetik artış, geometrik artış, azalan hızlı artış, lojistik eğri ve bunun gibi yöntemler uygulanır.

2007 senesinde adrese bağı nüfusun sayılmasında oldukça düşük ve yüksek rakamlara ulaşılan yerleşkelerin, nüfus artış hızının belirlenmesi için 2007'den beri TÜİK tarafından her yıl yayınlanan nüfus değerleri ele alınır.

Nüfus artış yöntemine göre gelecekteki nüfusların hesabında;

$$N_t = N_0 (1+(p/100))^t$$

ifadesi kullanılabilir. Burada,

N_0 : Son nüfus sayımı değerini

N_t : Son sayımdan t yıl sonraki nüfusu

p : Nüfus artış/azalma hızını (%)

t : Son nüfus sayımından itibaren geçen süreyi (yıl)

ifade etmektedir.

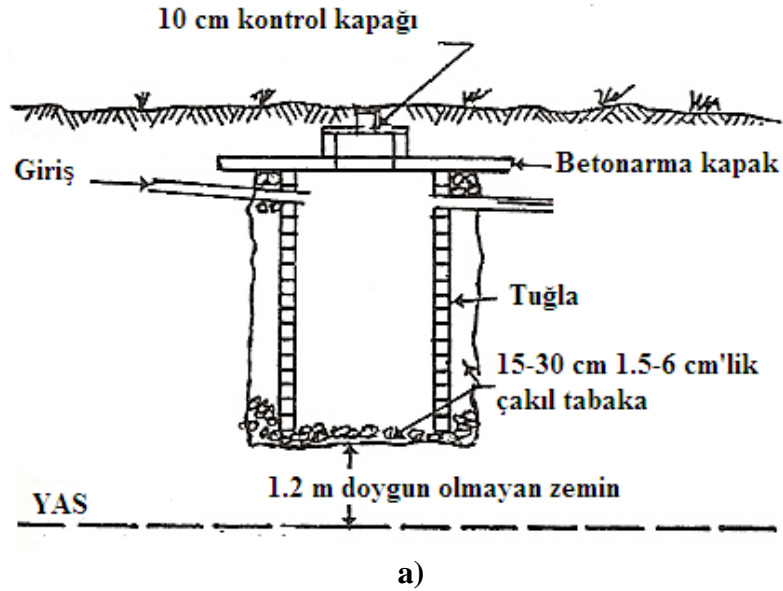
2.4. Arıtma Teknolojisinin Zemine Göre Seçilmesi

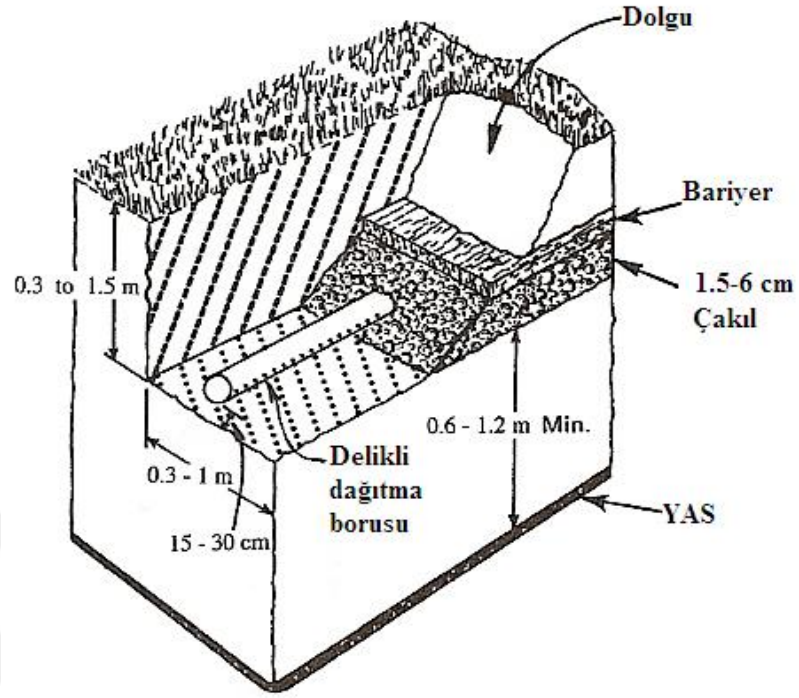
Normal zeminlerde, lağım çukurlarından sonra, sızdırma çukuru ve sızdırma yataklarıyla alakalı şemalar, Şekil 2.3.'de ve sızdırma yataklarının farklı 5 tasarımı, Şekil 2.4.'de verilmiştir. Lağım çukurları sonrası, yerçekimiyle kirli suyun sızdırma yatağına dağıtılması, Şekil 2.4.a'da verilmiştir. Şekil 2.4.b ve 2.4.c'de, sızdırma yataklarının aralıklı olarak çalıştırılıyor olması, Şekil 2ç'de, kirli suyun septik tankın ardından pompalama ya da sifonlamayla sızdırma yatağına bırakılması ve Şekil 2.4.d'de septik tanktan sonra pompayla sızdırma yatağına, tabanından üzeri özel sızdırma tabakasıyla kaplı, küçük bir çapa sahip boruyla iletilen ve sızan suyu uç kısımlardan toplanabildiği sızdırmaz yataklarının şeması verilmiştir.

Alüvyonlu zeminlerde lağım çukur çıkışının, havayla tasfiye veya kesikli kum filtresiyle tasfiyesi ve nihai uzaklaştırması, Şekil 2.5.'de ve özel sızdırma yataklarına ait akım şemaları, Şekil 2.6.'da verilmiştir. Şekil 2.6.a'da, sığ kum yataklarından basınç altında sızdırma, Şekil 2.6.b'de, dolgu kum yataklarından sızdırma, Şekil 2.6.c'de, kum yataklarından sızdırma ve üzerindeki bitkilerin sızdırılan su ile

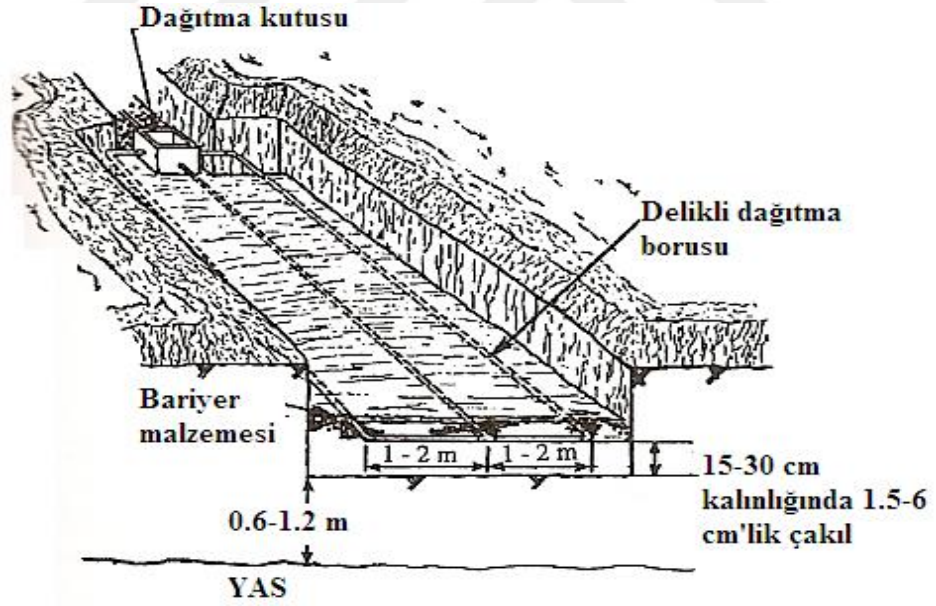
beslenmesi, sonra buharlaşma ile atmosfere salınması ve Şekil 2.6.ç'de, iki kademeli lağım çukurundan geçen suyun suni sulak alanlarda tasfiyenin akım şeması gösterilmiştir.

Geçirimsiz zeminlerde, sızdırma işlemi mümkün olmamakla birlikte; yeraltı su seviyesinin yüksek, taşkınların meydana geldiği, geçirimsizliğin oldukça az, zemin eğiminin yüksek ve atıksuyun, su kaynaklarının yakınlarında olduğu durumlarda zeminde sızdırma işlemi seçilmemelidir. Geçirimi olmayan zeminlerde kirli sular, daha karmaşık tasfiye sistemleri ile arıtılarak uzaklaştırılmalıdır. Uygulanabilecek nihai deşarj alternatifleri, su sızdırmayan bekletme tankı (Şekil 2.7.a), iki kademeli lağım çukurundan sonra buharlaştırma (Şekil 2.7.b), iki kademeli septik tank sonrası yapay sulak alanlar ve arazide arıtma (Şekil 2.7.c), atıksuların toplandıktan sonra septik tank çıkışının vakumlu membran biyoreaktör ile arıtımı (Şekil 2.7.ç) olabilir. Geçirimsiz zeminler için önerilen bu nihai uzaklaştırma sistemleri, normal ve alüvyonlu zeminler için de kullanılabilir.



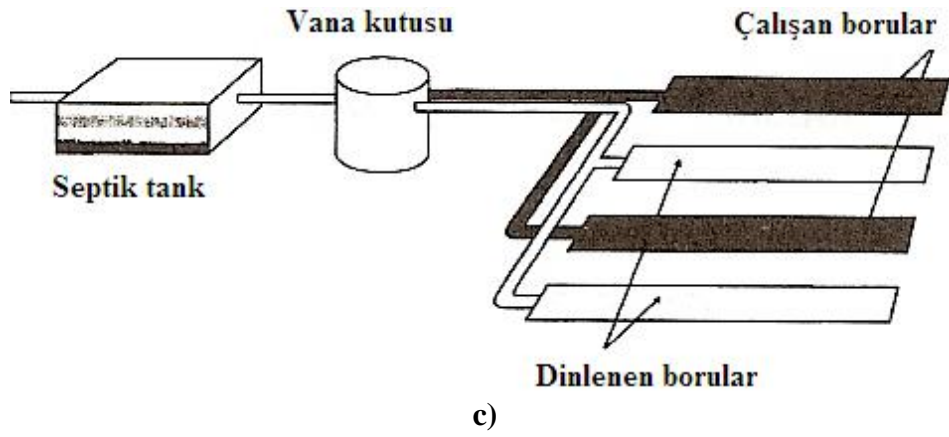
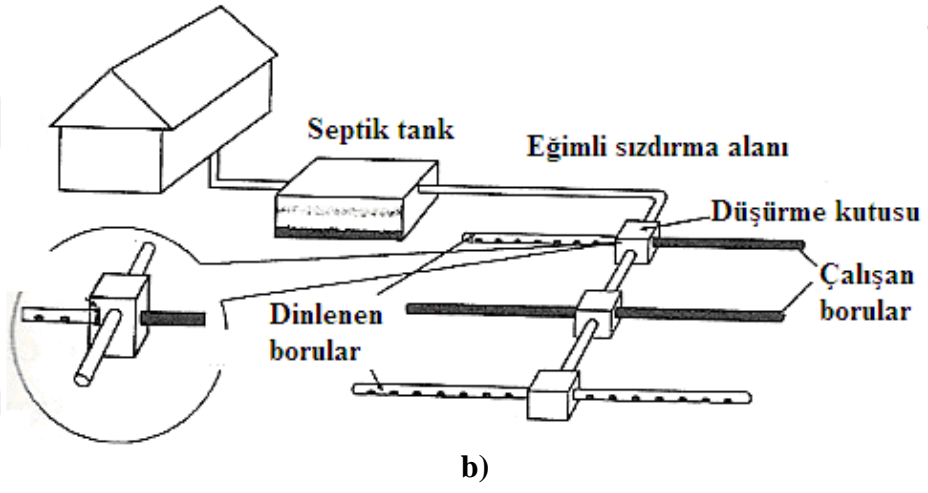
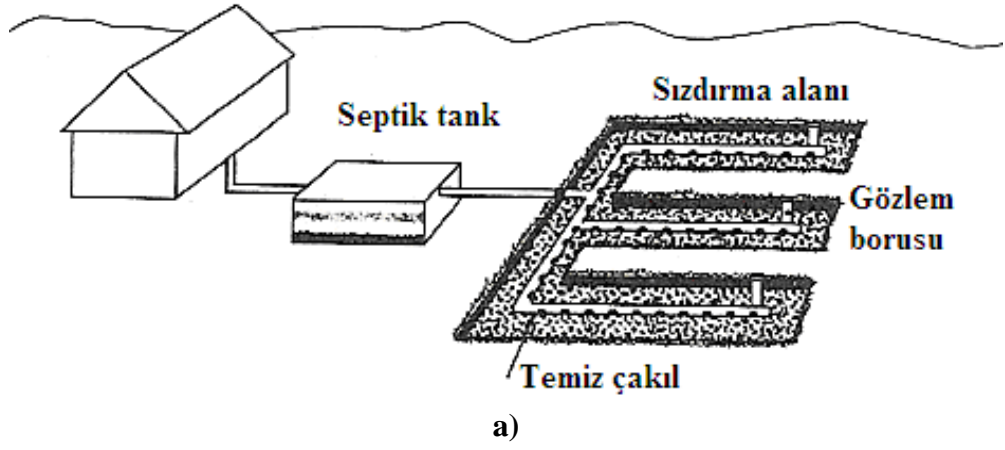


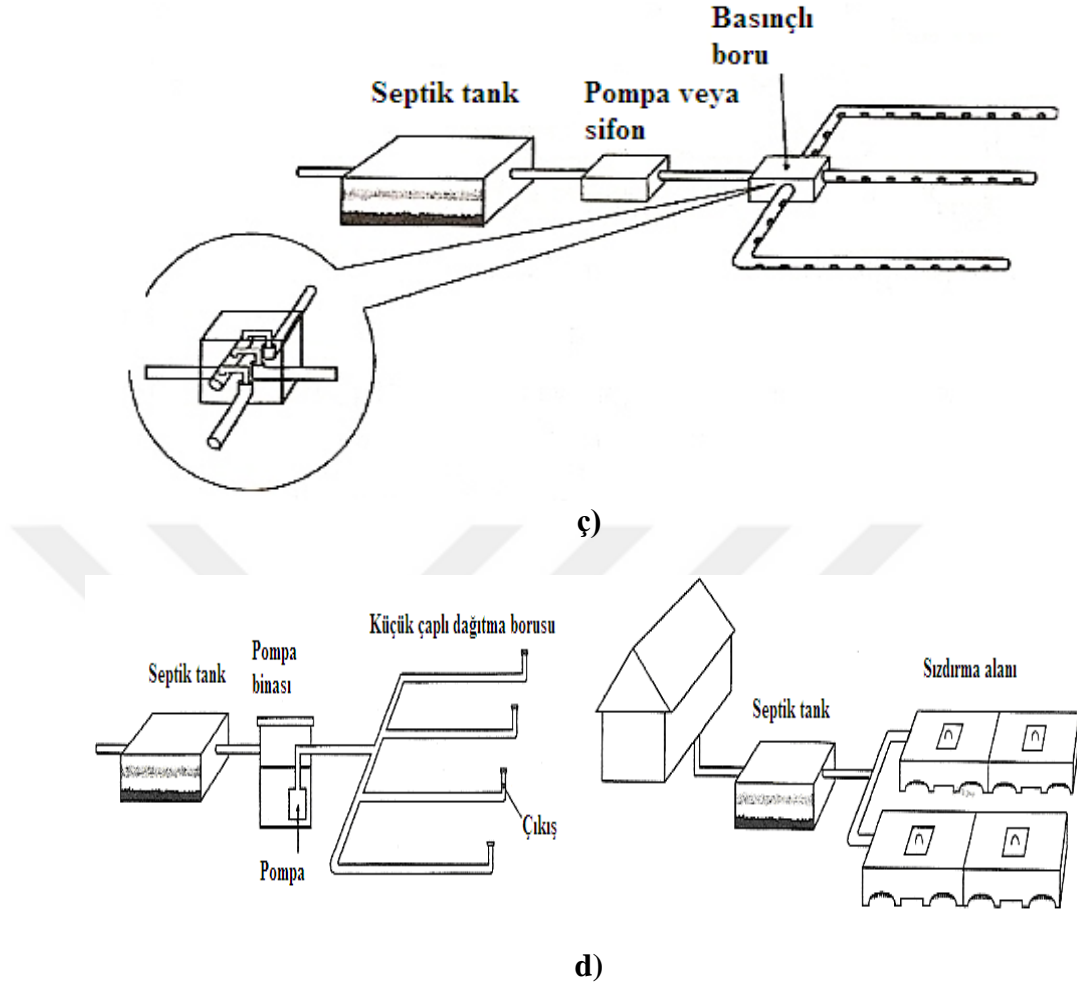
b)



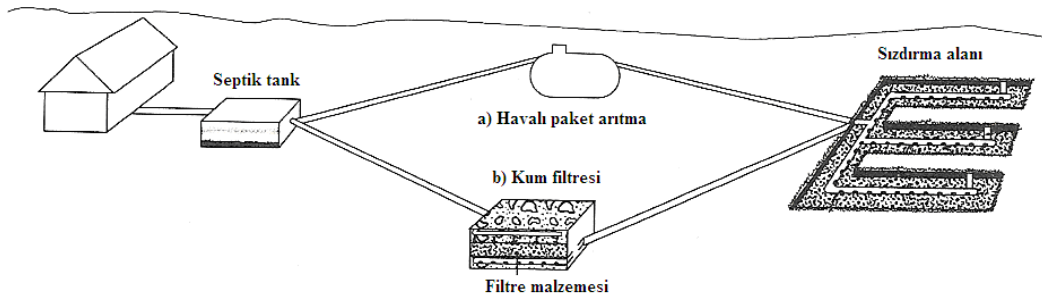
c)

Şekil 2.3. (a,b,c) Normal Zeminlerde Lağım Çukurundan Sonra Sızıdırma Çukuru ve Sızıdırma Yatakları. [6]

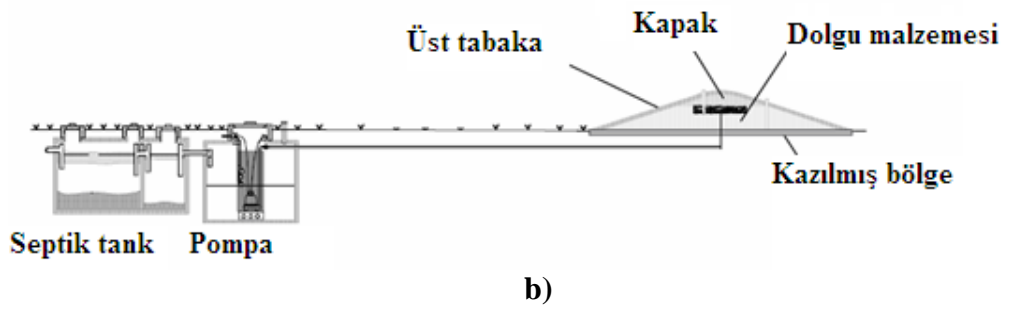
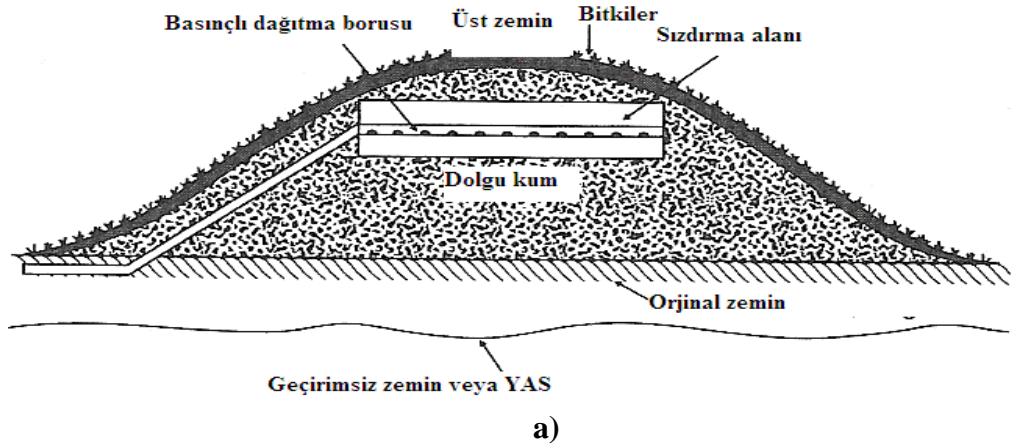
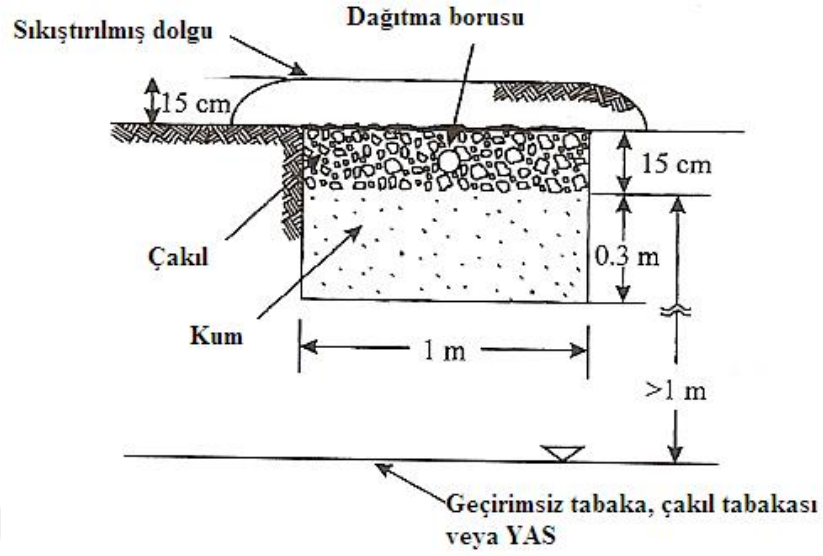


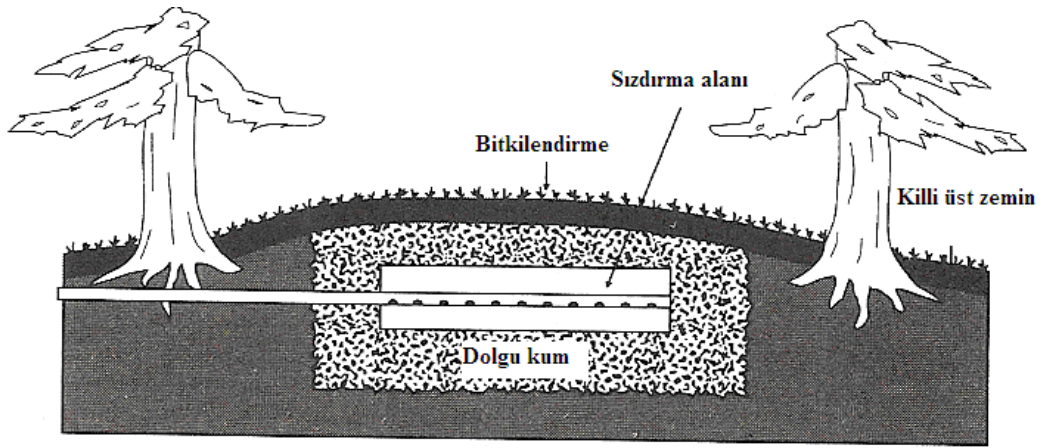


Şekil 2.4. Normal Zeminlerde Sızdırma Yataklarının Beş Değişik Tasarımı [6]

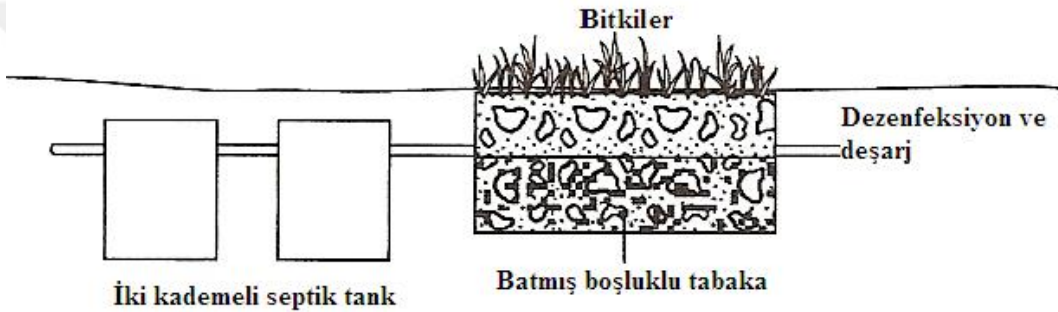


Şekil 2.5. Alüvyona Sahip Zeminlerde Lağım Çukuru Çıkışının Havali Arıtma veya Kesikli Kum Filtresi ile Arıtılması ve Nihai Uzaklaştırması [6]



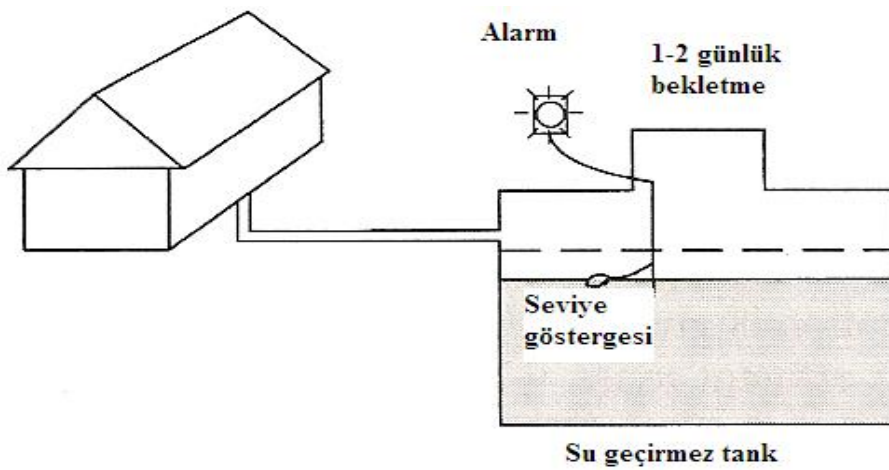


c)

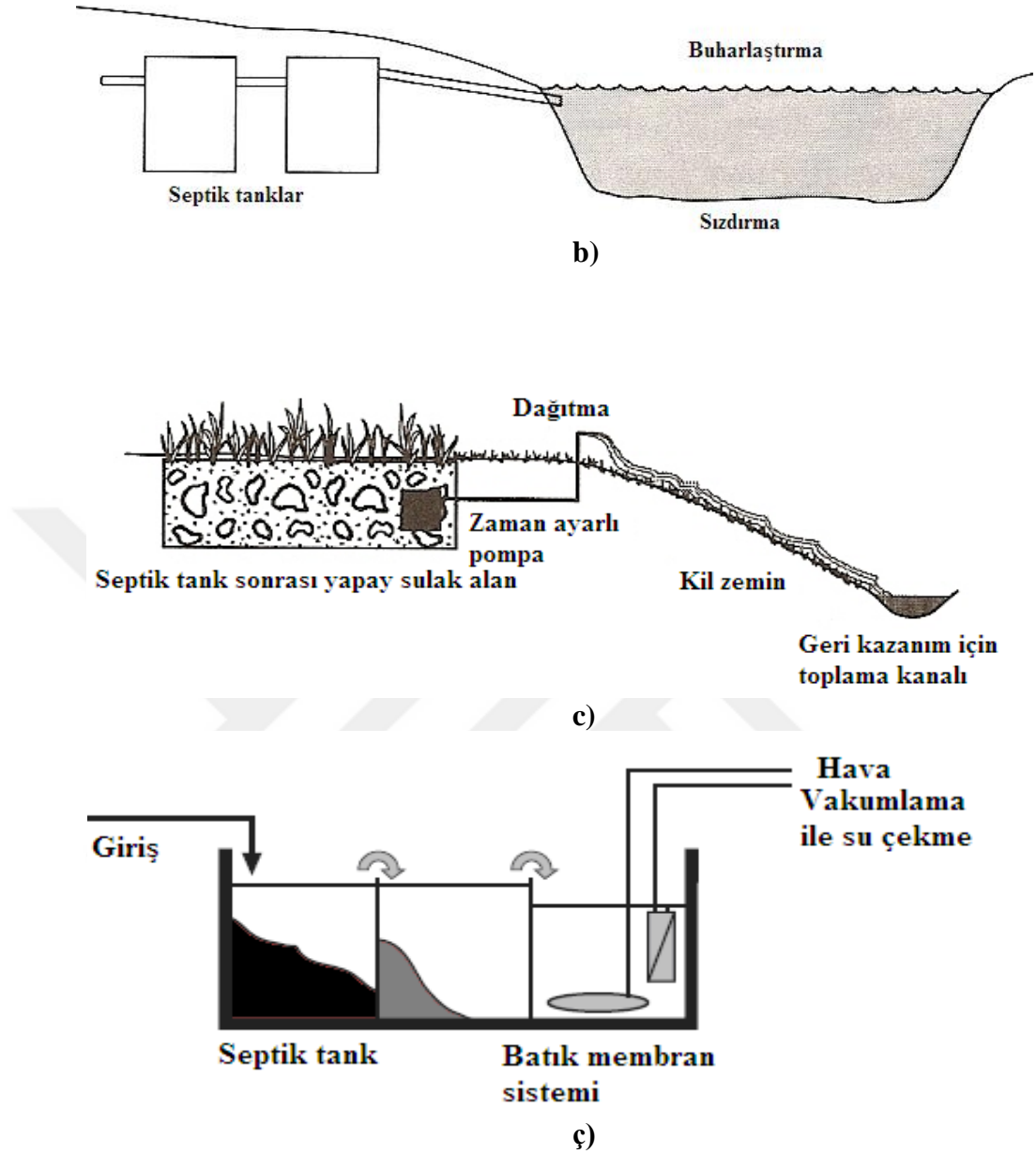


ç)

Şekil 2.6. Alüvyonlu Zeminlerde Nihai Uzaklaştırma Alternatifleri [6]



a)



Şekil 2.7. Geçirimsiz Zeminlerde Nihai Uzaklaştırma Alternatifleri [6]

2.4.1. Kuru (susuz) Çukurlar

Üstleri örtülü çukurlardır. Tabanları, geçirgen ya da geçirimsiz olabilmektedir. Yeraltındaki suyun kirlenmemesi için sızdırmaz yapılmalıdır. Çukurlarda biriktirilen atıksular, belirli aralıklarla boşaltılır. Sızdırma sistemlerinde ise; su içeren kısım toprağa sızar, kalan katı kısım çukurda biriktirilir.

Su sızdırmayan geçirimsiz kuyular, ayda insan başına 70 litre veya altı aylık boşaltma evresi için insan başına 400 L 'lik hacim düşünülerek boyutlandırılır.

Geçirimli çukurlara 90 cm veya daha büyük çap verilir ve giriş borusu altındaki seviyede derzler açık olarak teşkil edilir. En üst derz tabii zeminden 60-90 cm aşağıda bulunmalıdır. Zeminin boşlukları tıkanıp çukur dolduktan sonra bir T çıkışı ve bir dolu savak borusu üstteki sıvıyı sızdırmalı bir çukura iletir.

Bu çukurlar, kuyuların yeraltı suyu akımına göre alt (mansap) taraflarında ve bakteriyel kirlenmeyi önlemek için 15 m ve kimyasal kirlenmeyi önlemek için ise 50 m den daha uzakta bulunmalıdır. Bu tür çukurlar bina temelinden en az 6 m uzakta açılmalıdır. Merkezi bir içme suyu sistemini besleyen su kuyuları yakınının da bu tür çukurlar asla yer almamalıdır. [19]

2.4.2. Kompostlaştırma Tuvaletleri

Organik atıkların, havalı olarak kompostlaştırıldığı tuvaletlerdir. Hava ihtiyacı, havalandırma borusu ile 12 Volt'luk bir havalandırma fanı ile sağlanabilir. Üç şekilde uygulanabilmektedir. Birincisi kesikli uygulamadır. Atık, 12 ay boyunca kompostlaştırmaya tabii tutulur. İkincisinde kompost belli sürelerle alınır. Üçüncü uygulamada ise kompostlaştırma yer seviyesinin üstünde yapılır. Oluşan sızıntı suyu, yapay sulak alanlara veya araziye direkt olarak uygulanabilir (Şekil 2.8.a).

2.4.3. Sulu Tuvaletler

Burada, tuvaletin hemen altına yer alan sifon içindeki su dolayısıyla, boru devamlı suretle kapalı olacağı için koku ve böcek problemi yaşanmaz. Her kullanım sonrası 2-3 L'lik su ile tuvalet sürekli olarak yıkanır (Şekil 2.8.b).

2.4.4. Çok Gözlü Septik Tanklar

Çürütme çukurları olarak da adlandırılırlar. Kanal şebekesi olmayan kırsal yerleşim alanlarındaki münferit bina veya küçük yerleşim gruplarının atıksularının bertarafı için uygulanabilecek kullanışlı bir sistemdir. Üstü kapalı çöktürme çukurlarından ibarettir. Bunlar genellikle, iki, üç veya dört gözlü olabilir (Şekil 2.8.c). Çamurun büyük bir kısmı ilk gözde toplanır. Faydalı hacim, 200 L/N'e göre hesaplanır. Bir biyolojik faaliyetin de olması isteniyor ise 1000 L/N'ye göre bir boyutlandırma yapılması gerekmektedir. Bekletme süresi 2 gün civarındadır. Su yüksekliği, 1.2-2 m

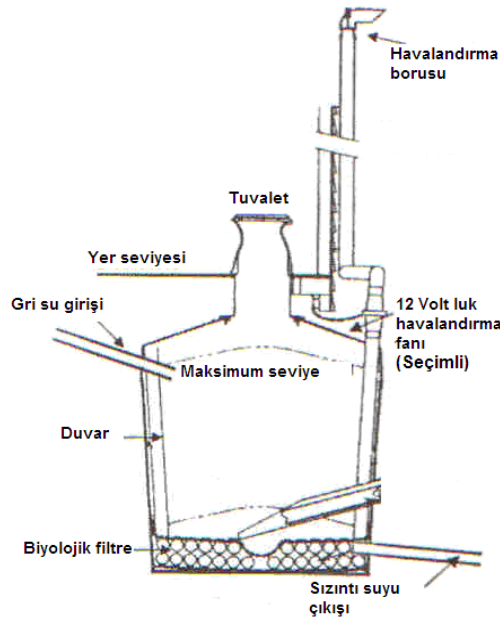
aralığında alınabilir. En küçük hacim 3 m³ olup, dipteki çamur yılda 2 defa boşaltılmalıdır. İki gözlülerde, ilk göz toplam hacmin 2/3'ü kadardır. Üç gözlülerde ise, ilk göz toplam hacmin yarısı, diğer iki göz eşit hacimlidir. Septik tank çıkışında AKM (Askıda Katı Madde) kaçışını önlemek üzere, çıkış borusu üzerine elek de yerleştirilebilir.

2.4.5. İki Katlı Septik Çukurlar (İmhoff Tankı)

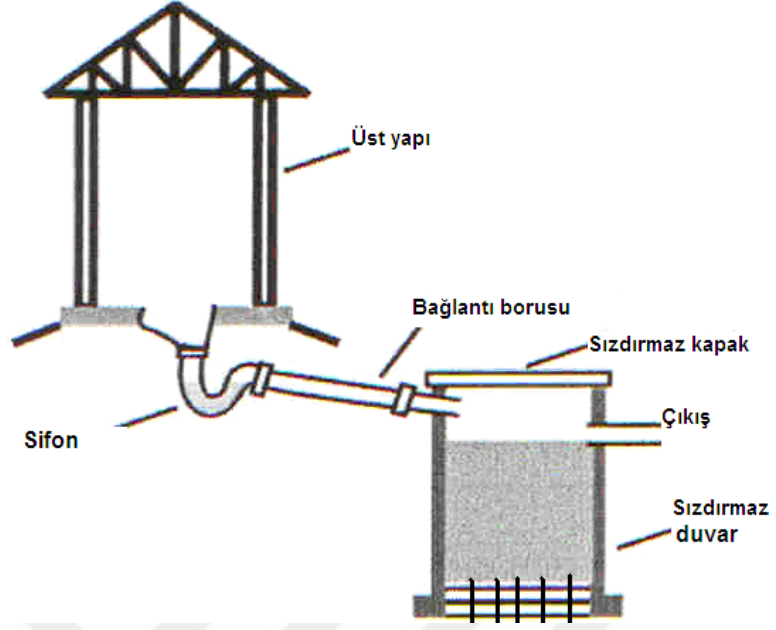
İki katlı çukurlarda, üst kat çöktürme, alt kat ise çürütme için kullanılır (Şekil 2.8.ç). Verimi, mekanik arıtmadaki kadardır. Üstteki çöktürme havuzu 30 L/N, alttaki çamur çürütme kısmı ise 60 L/N esasına göre hesaplanmaktadır.

2.4.6. Yavaş Kum Filtreleri

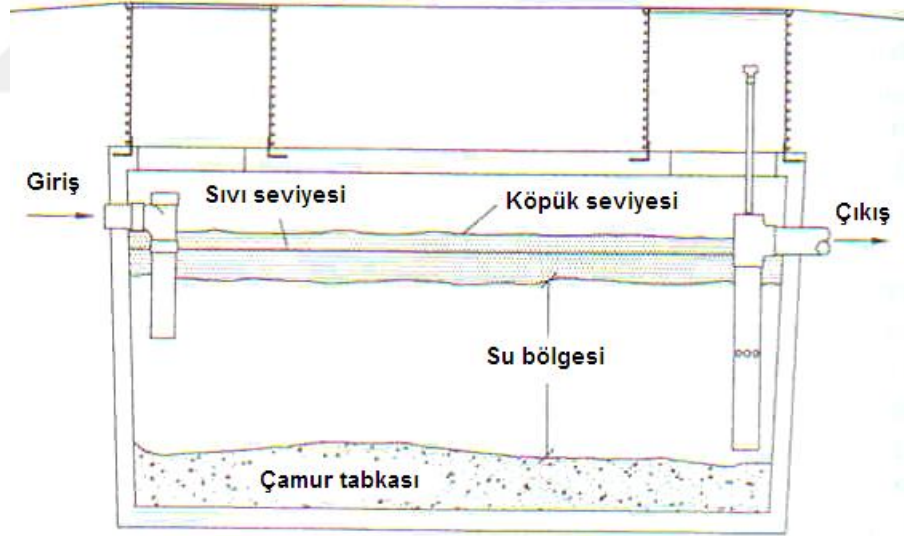
Septik tank çıkışı, yavaş kum filtreleri ile kontrollü bir şekilde arıtılıp, dezenfekte edildikten sonra alıcı ortama verilebilir. Filtre kalınlığı, 60-90 cm olabilir. Üç değişik şekilde uygulanmaktadır. Bunlar, kum filtre hendekleri, (gömülmüş) kesikli ve geri devirli çalışan filtrelerdir (Şekil 2.8.d). Basit olarak işletilmeleri, en önemli üstünlükleridir. Ancak, büyük alan gerektirirler. Alan ihtiyacı, stabilizasyon havuzları kadar büyük değildir.

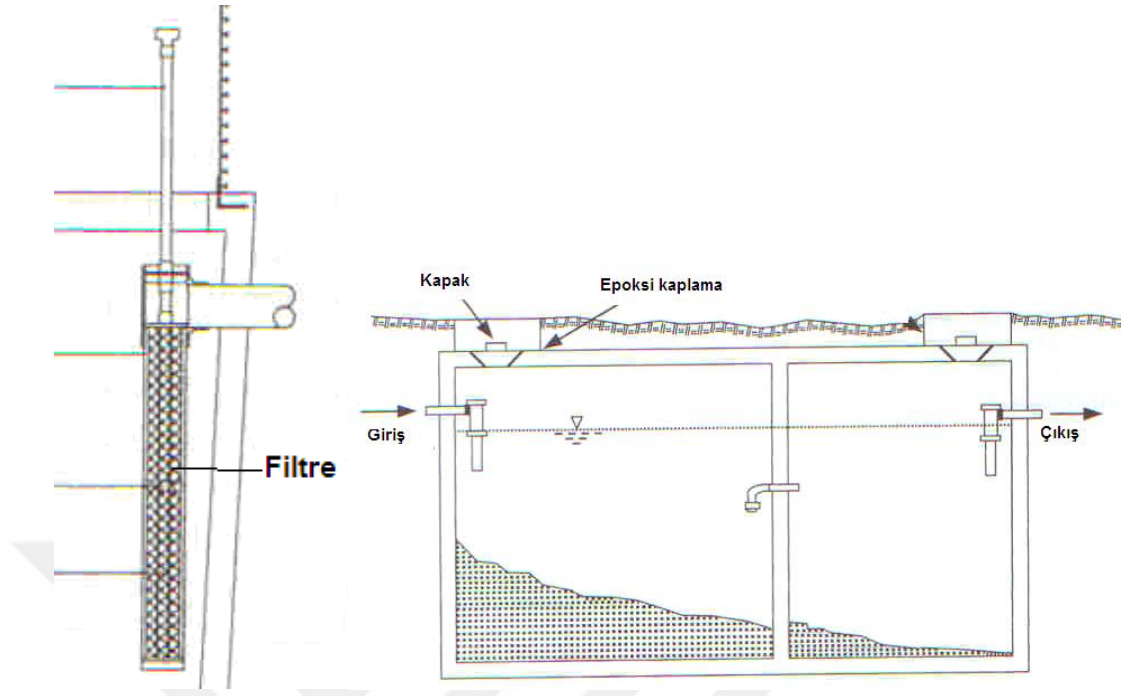


a) Kompostlaştırma tuvaleti

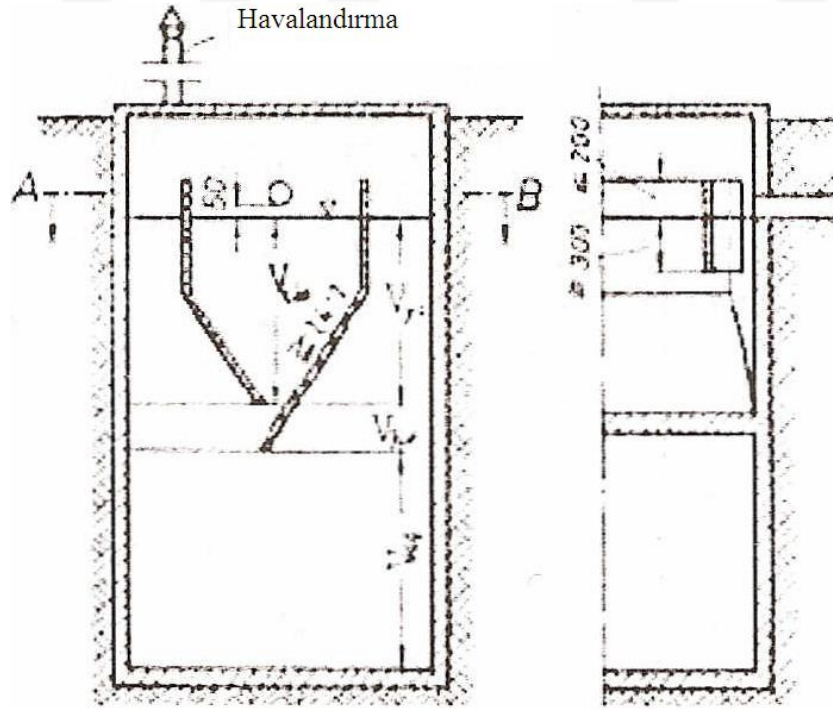


b) Sulu tuvalet

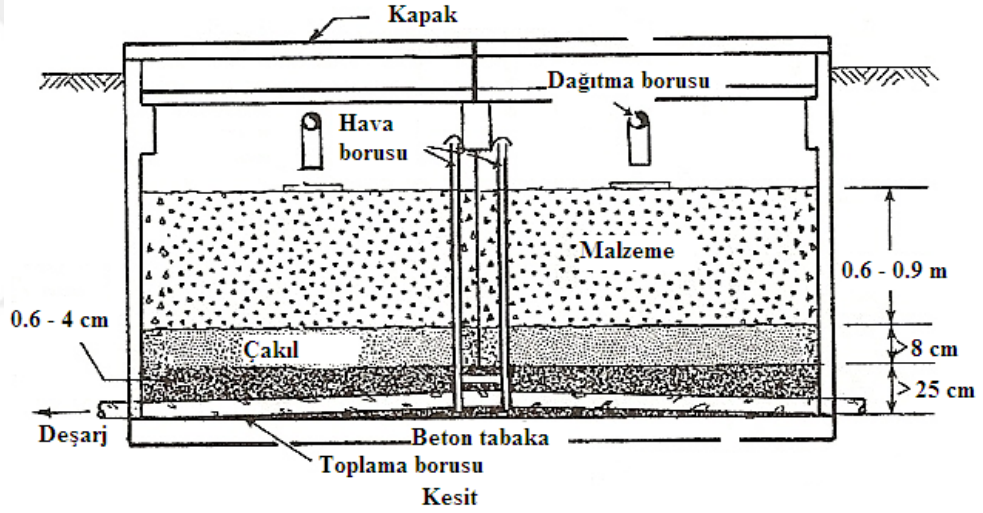
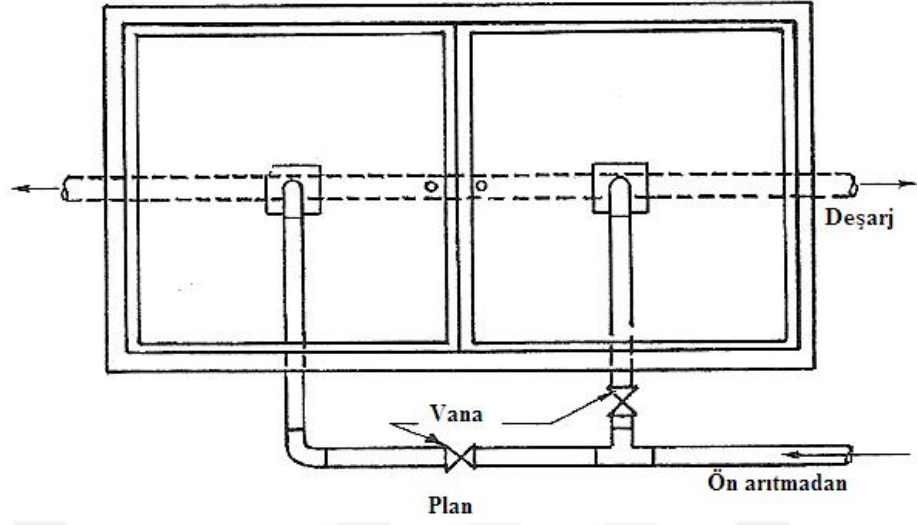




c) Tek ve çift gözlü septik tanklar



ç) İki katlı çukurlar



d) Yavaş kum filtreleri

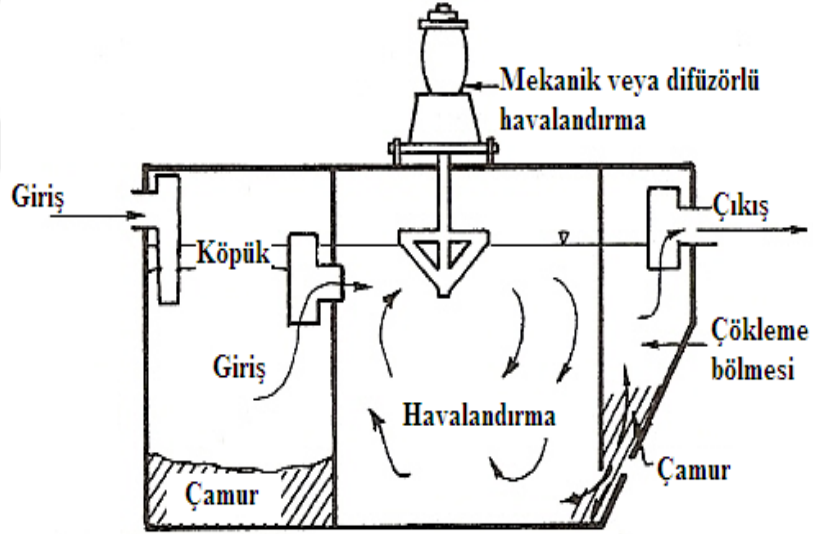
Şekil 2.8. Yerinde Arıtma Teknolojileri [6]

2.4.7. Uzun Havalandırmalı Paket Arıtma Sistemleri

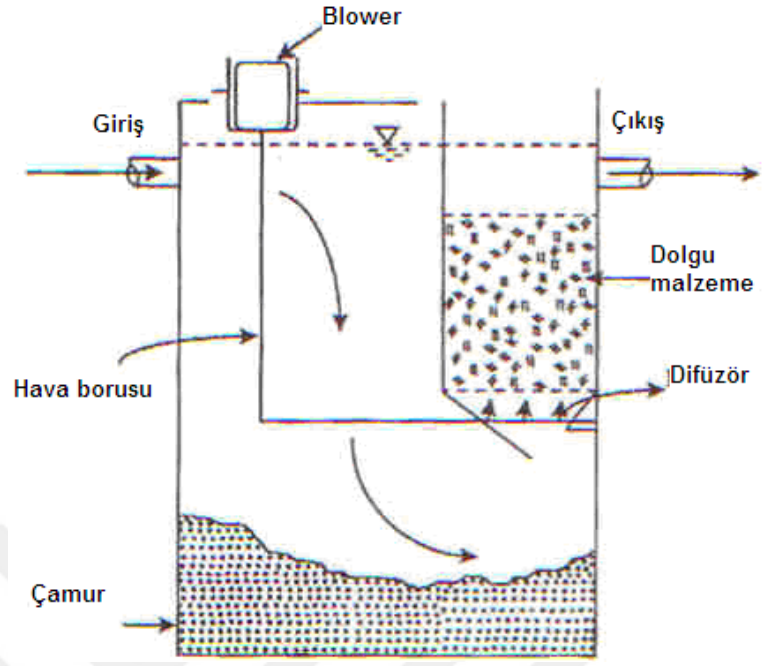
Septik tank çıkışı, havalandırma bölümüne verilir (Şekil 2.9.a). Gerektiğinde yüzeyde büyümeyi sağlamak üzere, dolgu malzemesi kullanılabilir (Şekil 2.9.b). Havalandırma bölümü yüksek çamur yaşlarında çalıştırılır. (Şekil 2.9.c). Döner biyolojik diskler de, septik tank çıkışını arıtmak üzere kullanılabilirler. Bu sistemlere ait boyutlandırma kriterleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Yerinde Uzun Havalandırma Paket Aktif Çamur Sistemleri İçin Boyutlandırma Kriterleri

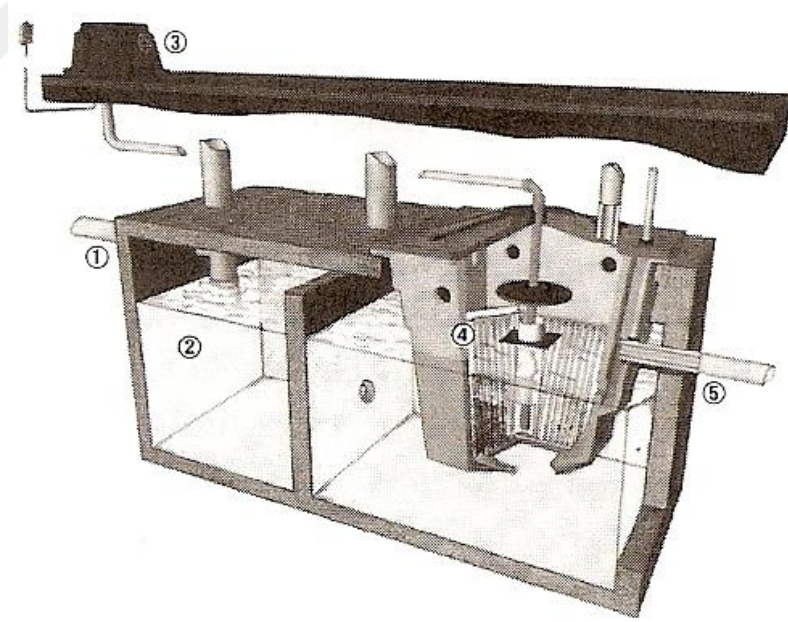
Parametre	Aralık	Maksimum
MLSS, mg/L	2000-6000	8000
F/M, g BOİ/g MLVSS.gün	0.05-0.1	-
Çamur yaşı, gün	20-100	-
Hidrolik bekletme süresi, gün	2-5	-
Çözünmüş oksijen, mg/L	> 2	-
Karıştırma, kW/m ³	0.01-0.03	-
Çöktürme yüzey yükü, m ³ /m ² .gün	8-16	33
Çamur temizleme aralığı, ay	3-6	8-12



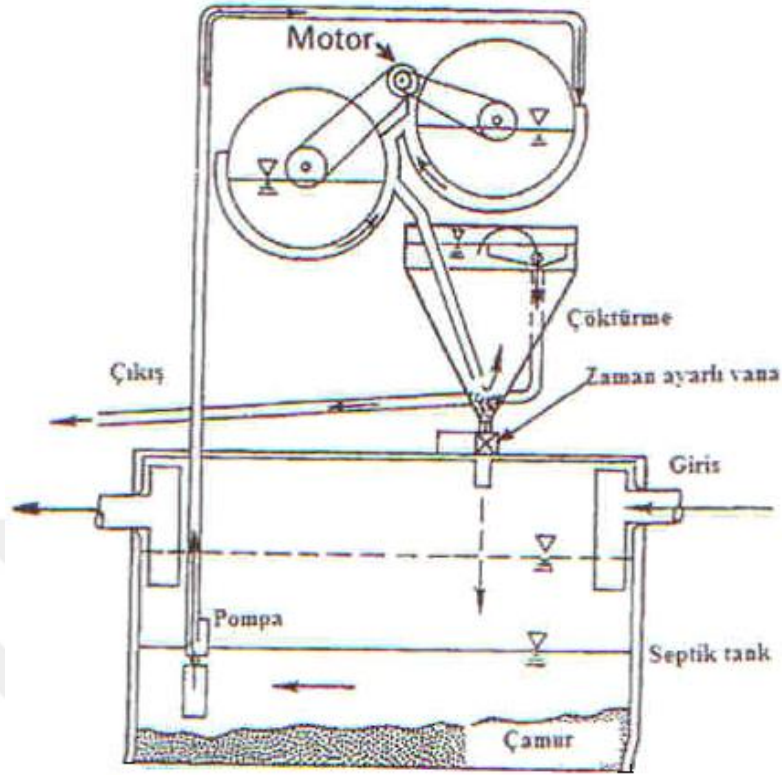
a)



b)



c)



d)

Şekil 2.9. Yerinde Arıtma Olarak Kullanılabilecek Paket Arıtma Sistemleri [6]

2.4.8. Küçük Membran Biyoreaktör Sistemleri

Yaşam standartları yüksek yaşam alanlarında uygulanan bir metottur. Septik çıkışı, ayrı bir havuz içerisine daldırılmış membran ile vakum altında çekilmektedir. Vakum sırasında, havanın da verilmesi gerekmektedir. Membrandan süzerek elde edilen su, sulama suyu olarak geri kullanılabilecek kalitededir.

2.5. Atıksu Arıtma Tesislerinin İnşaatı

Atıksu karakterizasyonuna göre uygun tasarlanan prosesin seçimi ve projesinin çizimi, projenin uygulanacağı yerin seçimi, seçilmiş olan arazinin zemin etüdü çalışmaları tamamlanıp inşaat şantiyesi kurularak, tasfiye tesisinin inşaat işlerine başlanır. [10]

İnşa süreci, arazinin düzlenmesi ve temelin kazılması ile başlar, bu süreçten sonra temelin inşasına geçilir. Belirlenen yapı malzemeleri ile atıksu arıtma tesisi ünitelerinin inşaatına devam edilir. Atıksu arıtma tesislerinde kullanılan malzeme ve

ekipmanlar, tesis için tasarlanan proseslerin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir.

2.5.1. Atıksu Arıtma Tesisini İçin Yer Seçimi

Atıksu arıtma tesisinin yeri seçilirken, bölgedeki arazinin kullanım şekli ve imar planıyla sosyal, çevresel ve mühendislik kriterlerine dikkat edilmelidir. Arıtma tesisini yer seçiminde, yakında ikamet eden halkın sosyal, ekonomik ve politik isteklerinin karşılanması gerektiği unutulmamalıdır. Bu yüzden yer seçimi sürecine halkın katılımının sağlanması kritik önem taşımaktadır. Atıksu arıtma tesisini için seçilebilecek muhtemel tüm yer seçenekleri, topografik durum, çevresel etkiler ve atıksuların toplama ve arıtma ekonomisi göz önünde tutularak değerlendirilmelidir. Belirtilen hususları, gerektiği ölçüde değerlendirmek üzere ilgili bütün disiplinlerin temsil edildiği bir uzmanlar grubu yer seçimi çalışmalarını yürütmek üzere görevlendirilmelidir. Yer seçeneklerinin değerlendirilmesinde aşağıdaki kriterler dikkate alınmalıdır.[10]

- Arıtma tesisini, toplanan atıksuların cazibe ile gelebileceği en alçak kottaki araziye yapılmalıdır.
- Tesisini yeri, mevcut ve planlanan meskûn mahallerden olabildiğince uzak tutulmalıdır. Tesisler estetik unsurlar ve koku oluşum riski gözetilerek tasarlanmalıdır.
- Olabildiğince büyük bir alan seçilerek, gelecekteki gelişme alanları ve koruma bandı ihtiyaçları da karşılanmalıdır.
- Arıtma tesisinin yeri, taşkın etki alanında yer almamalı ve asgari 100 yıllık taşkından tam korunmuş olmalıdır. Gerekli koruma önlemleri alınmadan taşkın etki alanlarından yer seçimi kati suretle önlenmelidir.
- Tesisini bulunduğu yere yıl içinde her zaman kolayca ulaşım mümkün olacak yol bağlantısı bulunmalı, enerji, haberleşme ve içme suyu bağlantıları kolay yapılabilmelidir.
- Tesisini yeri arıtılmış atıksuların deşarj edilebileceği büyük bir su kütlesi ve/veya sulama yapılabilecek tarım arazilerinde olmalıdır.

- Tesis yerindeki zeminin taşıma gücü, pahalı ıslah ve temel mühendisliği işleri gerektirmeyecek ölçüde yeterli olmalıdır.
- Mümkünse orta derecede eğimli bir saha, özellikle uygun (cazibeli akışlı) bir hidrolik profile imkân vereceği için tercih edilmelidir.
- Saha doğal, tarihi ve arkeolojik sit alanlar ile ekolojik bakımdan hassas koruma alanları içinde yer almamalıdır.
- Yer seçiminde, meskûn mahallerdeki kıyı alanlarının korunması ve etkilenmemesine öncelikle özen gösterilmelidir.
- Seçilecek olan alanda kamulaştırmaya ihtiyacın olmadığı, hazine arazileri gibi yerler olmalıdır.

Eğer bir atıksu arıtma tesisinin inşası için yer seçimi yapılacak olursa, tasfiye tesisinin inşa edileceği alana karar verilir iken kanalizasyon hattının son noktasıyla mevzuattaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Kanalizasyon sisteminin son noktası, kotun en düşük olduğu yerdir. Enerji maliyetlerinin en az seviyede olması amacıyla, tasfiye tesisleri kotun en düşük olduğu bu yerlere inşaa edilir.

2.5.2. Atıksu Arıtma Tesisleri Arazisinin Zemin Etüdü

Atıksu arıtma tesislerinin zemin özellikleri, proseslerin tasarımını etkileyen önemli bir ölçüttür. Zamandan tasarruf etmek için, tasarım ve zemin etüt çalışmaları eş zamanlı yürütülmelidir. Atıksu arıtma tesisindeki ünitelerin çoğu su dolu havuzlardan oluşmaktadır. Bu sebeple, havuzların zemine uyguladıkları basınç epey fazladır. Dolayısıyla, tasarım mimarı, zemine ait özellikleri; emniyet gerilmesi, kaya veya katmanların sıkışma yerleri ve tabakaların kalınlığı, yeraltı su seviyelerinin kotları (minimum ve maksimum) hakkında bilgi sahibi olmalıdır.

Arazide belirlenen noktalarda uygun sayıda sondajı yapılarak, zeminin cinsi ve emniyet gerilmesi, permeabilite vb. zemine ait hususiyet belirlenmeli ve arazideki yeraltı suyunun seviyesine ait değerleri bilinmelidir. Yer özellikleri tespit edilirken; yerin düzenlenmesi, zeminin dayanımının yeterli olup olmadığı, temelin inşası esnasında ve gelecekte karşılaşılabilecek sorunlara karşı alınacak tedbirler hususunda gerekli hassasiyette araştırmalar yapılmalıdır.

2.5.3. Arazinin Islahı ve Temelin Kazılması

Atıksu arıtma tesisinin yapılması planlanan arazinin topografyası ve inşa edilecek tasfiye proseslerinin hidrolik profiline göre temelin zemin seviyesine kadar hafriyatı alınmalıdır. [10]

Çalışma sıralamasındaki en önemli unsurlarından biri hafriyat planıdır. Ayarlanan hafriyat planına göre proje sahasından topraklar taşınmaya başlanır. İlk olarak bitkisel toprakla başlanır. Temel Kazılarındaki dikkat edilmesi gereken öncelikli etmen; zemine göre uygun eğimin verilmesi ya da iksa kurularak çalışanların ve yapı inşası süresince güvenli bir çalışma ortamının sağlanmasıdır. Temelin hafriyatı alınırken zemine ve derinlik seviyesine uygun iş makineleri ile çalışma yapılır. Eğimli hafriyat kazısı yapılmasının mümkün olmadığı durumlarda ya da maliyetinin fazla olduğu durumlarda yeraltı suyunun kazı alanı içerisine girmesini engellemek amacıyla geçirimsizlik perdeleri oluşturulur.

Yeraltı suyunun seviyesi, kazılan alanın seviyesinden aşağıda olmalıdır.

Arazinin ıslahı sırasında yapılan hafriyat kazıları ve temelin kazılması esnasında alınan toprakların dolgu malzemesi olarak kullanılması ya da arazide biriktirilerek depolanması gerekli görülebilir. Kazı çalışmasından çıkarılan toprak, dolgu malzemesi olarak kullanılmaya uygunsuzsa tekrar kullanılmak üzere geçici depolama alanına, değilse kesin depolama alanına gönderilir.

Hafriyat çalışmalarının ardından temelin inşaatına başlanır. Temelin inşası esnasında önceden hazırlanan zemin etüt raporları göz önünde bulundurularak hareket edilir.

Tesis için planlanan tasfiye ünitelerinde; radye temeller kullanılır. Diğer kısımlar (blower binası, idari büro, trafo vb) ise, zemin taşıma gücü dikkate alınarak münferit, mütemadi ve radye temel sistemleri kullanılır. Zeminin taşıma gücü zayıfsa, kazıklı temel sistemleri kullanılır. Temellerin tasarımında mümkünse yüzeysel temeller kullanılmalı, oturmaların çok olduğu veya stabilitenin sıkıntılı olduğu durumlarda kazıklı temeller tercih edilmelidir.

Ekonomik olması sebebiyle derin temel sistemlerine göre zemin iyileştirme yöntemleri hızla gelişmiştir. 1970 senedinden sonra zeminin uygun yöntemle iyileştirilerek oturma ve stabil hale getirilmesi amacıyla üçüncü bir seçenek olarak; sürşarj ve ön yükleme, derin sıkıştırma, düşey direnler, temel enjeksiyon, zemin güçlendirilmesi, geosentetik ya da geotekstiller sistemleri uygulanmaya başlanmıştır. Temel sistemleri ve zemin iyileştirme yöntemlerinin projelendirme esnasında iyi belirlenmesi, atıksu tasfiye tesislerinin inşaa masraflarında önemli bir kriterdir.

2.5.4. Arıtma Tesislerinin İnşasında Kullanılan Beton ve İçeriğindeki Malzemeler

Arıtma tesislerinin inşasında kullanılması gereken yapı malzemelerinin seçilmesinde; dayanım, ekonomik boyut ve H_2S , Cl , yüksek ve düşük pH değerleri gibi, korozyona sebebiyet veren etmenler göz önünde bulundurularak en uygun malzeme seçimi yapılmalıdır.

Beton; çimento, kum (ince agregası), çakıl (iri agregası) ve suyun belirlenmiş miktarlarda karıştırılmasıyla oluşturulan bir inşaat malzemesidir. Bu yapı malzemesine niteliğini arttıracak şekilde özellik yüklemek amacıyla, harca bir çok özellikli katkı maddesi (su geçirimsizliği sağlayan ya da kimyasal etkilere karşı direnç sağlayan katkı maddeleri) eklenebilir. Kum; iri agregası tanelerinin arasındaki boşlukları doldurur. Betonun içeriğindeki çimento; bağlayıcı görevindedir ve kumu, agregayı bağlar. Çakıl veya kırma taşlar da; betonda dış etmenler karşı koyarak iskelet görevindedirler. Betondaki büzüşmeyi azaltarak, dış faktörlere karşı betonun direncini artırırlar. Betonun hacimce % 60 ila 80'i agregadan oluşur. Bu sebeple, agreganın doğru seçilmesi, yapılan maliyeti etkilemektedir. Çimento, agregaya göre yüksek fiyata sahip olması nedeniyle beton yapımında kabul edilebilecek en az ölçüde kullanılması sağlanmalıdır. Yapım maliyetini agregası, yüksek oranda etkileyeceğinden dolayı, kabul edilebilecek özellikteki agregayı, kabul edilebilecek miktarda, yakında bulunan taş ocağından temin edilmesi maliyetleri düşürmek açısından oldukça büyük önem taşımaktadır. Dere yataklarından elde edilen

malzemeler, en kaliteli ve betona uygun malzemelerdir. Kum ve çakıl mukavemeti, çimentonunkinden az olmamalıdır.

Portland çimentosu, en çok kullanılan çimentodur. Normal Portland çimentosu ülkemizde üretilmekte ve içinde bulunan maddelerin ortalama miktarı; % 20-25 Silis (SiO_2), % 63- 67 kireç (CaO), % 5-9 alümin (Al_2O_3), % 2-4 demir oksit (Fe_2O_3), % 0.5-3 magnezyum oksit (MgO), % 1-2 kükürt trioksit (SO_3), % 0.5-2'dir.

Organik madde içeriğinin fazla olmaması kaidesi ile, doğadaki bütün su kaynaklarının (deniz suyu hariç) beton harcında kullanılması uygundur. Sudaki kirlilik oranını yükseltecek doğal maddeler ve sanayi atıkları bulunmamalıdır. Bir suyun betona zarar vermesi suyun kirliliğinden daha çok asidik olma durumundandır. Hele ki içeriğindeki sülfat oranı yüksek bulunan su kaynaklarının kesin olarak beton harcında kullanılması uygun değildir.

Kalitesi yüksek bir beton oluşturmak için, temel maddelerin belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Ancak bu durum kendi başına yeterli değildir. Betonun bileşimini oluşturan hammaddelerin karışım oranlarının olması gereken şekilde hesap edilmesi, ana maddelerin depolanması, beton imal edilmesinde, saklanması, kalıba dökülmesi ve taşınması gibi durumlarda olması gereken özenin gösterilmesi zorunlu kılınmıştır. Bu şekilde, kalitesi yüksek ve su sızdırmazlığı iyi olan bir beton elde edilecektir. Betonda geçirimsizlik kalitesinin sağlanması için önem taşıyan bir diğer etken de betonun işlenebilir oluşudur. Bunun için akışkanlığı arttıracak kimyasal malzemeler kullanılmaktadır. Beton harcının kalıplara yerleştirilmesi aşamasında kıvamının kolayca işlenebilmesi (taze betonun çökmesi, en az 12 cm) ve muhakkak vibrasyon işlemi yardımı ile beton hazırlanmış kalıplara boşluk kalmaksızın dökülmesi gerekmektedir.

İşlenebilir olması hazır betonun en önemli unsurlarındandır. Betonun döküm sırasında slumpı 10-14 cm aralığında olmalıdır. Betona döküm esnasında su eklenerek Slamp ayarlaması yapılmamalıdır. Taşıma uzaklığı göz önünde bulundurularak slump 12 cm olacak biçimde hazır edilmedir. Her beton dökümü sırasında betonun kalitesine dair numuneler alınarak, beton sıcaklığı ve slampı takibi yapılmalıdır. Betonun ısısı + 35 °C den yüksek olmamalıdır. Havanın sıcak

olduğu zamanlarda betonun döküm işlemi sıcaklığın azaldığı zamanlarda yapılması tavsiye edilir. Havanın soğuk olduğu dönemlerde beton sıcaklığı + 5 °C den aşağı olmamalıdır. Sıcaklığın fazla olması, rüzgarlı ve kuru olması durumunda önlemler alınmaz ise beton yüzeyinde çatlamlar meydana gelmeye başlayacaktır. Kalıplar ve satıh iyice temizlendikten sonra beton dökülmeli, kalıplar ıslatılmış olmalıdır.

Kalitesi yüksek bir beton elde etmek için, betonun kalitesine dikkat edildiği kadar kalıp sistemi de önem taşımaktadır. İşçilik de oldukça önemli bir husustur. Kalıp olarak seçilen malzeme betona ait suyu içine almamalı, yüzeyine ise beton yapışamayacak özelliğe sahip olmalıdır. Bu yüzden kullanılmak için seçilen kalıpların yüzeyleri kullanımdan önce her zaman çok iyi temizlenmeli, yağ sürülerek daha sonra kullanmak için hazır hale getirilmelidir. Betonun tek seferde dökülebilmesi sağlayacak biçimde kalıplar hazırlanmalıdır, beton harcın dışarı sızması ve soğuk derz oluşumuna engel olunmalıdır. Kalıbın yapımında malzeme olarak genelde plywood malzemesi kullanılarak imal edilirler. Tasarlanan projeye uygun şekilde hazır edilen kalıplara, beton şerbetinin akmasını, vibrasyon esnasında bağlantıları arasında açma yapmasını engelleyen özellikte olacak şekilde gergi ve destek ekipmanları ile birlikte ek takviye yapılmalıdır.

Tesiste ihtiyaç duyulan betonun temin edilmesinde, sahaya beton santrali kurmak yerine genel olarak beton santrallerinden temin edilmektedir. Çünkü betonların, santralinden mikserlerle inşaat alanına taşınma zamanı, betonun kalitesi için oldukça önem taşımaktadır. Kuru karışıma sahip betonlarda da , yaş karışıma sahip betonlarda da ulaştırma mesafesi ve süresinin uzaması betonun mukavemetinde azalmaya sebebiyet vermektedir. Yaş karışıma sahip olan betonların ulaştırma ve bu sürenin artması işlenebilirlik kalitesinin düşmesine sebep oluşturmaktadır. Kalitesi düşen ve işlenebilirlik oranı azalan beton hazırlanan kalıba yerleştirilirken oldukça zorluklar meydana gelmektedir. Azalmış olan kıvamı artırmak için betona su ilave etmek ise çözüm olmayarak, beton mukavemetini önemli ölçüde azaltmaktadır.

Beton döküldükten sonra korunabilmesi de oldukça önemlidir. Beton yerleştirildikten sonra üzerine basıldığında 1-2 milimetre derinlik oluşumu görüldüğünde mastar işlemi yapıp, kütleme işlemine geçilmelidir. Yapılan işlemlerde

betonun dökümünden sonraki 3 gün sürekli ve dökümünden hemen sonra on dört gün boyunca sürekliliği getirilmelidir. Kür işlemi ıslak çuval sarılarak veya su püskürtülerek yapılır. Günümüzde oldukça yaygın olarak kimyasal kür malzemeleri kullanılmaktadır. Bu uygulama da püskürtülerek yapılmaktadır. Kür uygulaması, rötre çatlaklarının önlenmesi ve betonun mukavemeti için önem taşımaktadır. Betonun kürü, doğru bir biçimde ve zamanında yapılmadığı takdirde oluşacak olan çatlaklardan dolayı betonun geçirimsizliği artar ve atıksu tasfiye tesislerinde olması gereken beton geçirimsizliği sağlanamaz..

Yüksek mukavemette betonun elde edilebilmesi için betondaki su/çimento oranı önem teşkil eder. Bunun haricinde yeraltı suyundaki atık kimyasalların betona verdiği zararlı etkilerini önleyebilmek amacı ile su/çimento oranının en fazla 0.45 ila 0.50 değerlerini geçmemelidir.

İçeriğinde bulunan maddeleri kendi bünyesinde anlatmak için kısaca tekrar özetlemek gerekirse, beton temel olarak dört ana maddeden oluşmaktadır. Bunlar;

- Çimento
- Agregat (çakıl, kum)
- Su
- Katkı Maddeleri (Kimyasal ve Mineral)

2.5.4.1. Agregat

Beton içeriğinin yaklaşık olarak % 60-75'ini oluşturan agregat, betonun en önemli bileşenlerdendir. Betonarme yapıda problemlerin yaşanmaması için, agregaların taşınması gereken özellikler; İdeal agregat boşluk bulunmamalı, aşınmaya ve basınca karşı dayanıklılığı yüksek olmalı, betona etki edecek zararlı maddeleri içermemeli, standart boyutlara uygun olmalı ve alkali agregat reaksiyonu göstermemelidir. İçeriğinde birçok mineral özellikli maddeleri barındıran kırma taş yahut çakıl taşı şeklindeki agregatlar, betonun yapısında olan, alkali hidroksit özellikli etmenler ile bir tepkime oluştururlar. Zaman içinde bu tepkimeden dolayı betonun hacminde bir yükseliş meydana gelerek, (bu artış belirli değerleri geçtiği zaman) betonun yapısal olarak bütünlüğü ve sağlığı açısından tehlikeli sonuçlara sebebiyet vermektedir.

Agregalar; taş ocaklarında üretilen veya doğal olarak bulunan, cüruf, kırma taş, kum gibi farklı özelliklerde ve büyüklüklerde taneli bir biçimde var olan malzemelerdir. Kaliteli ve sağlam bir agregadan üretilen betonun özellikleri de iyi olur. Agreganın tanımında belirtildiği gibi, doğada kendi hallerinde bulunabilir oldukları gibi taş ocaklarında konkasör adı verilen (bilinen adına çene de denir) taş kırma aletleri ile birlikte istenilen büyüklük veya küçüklüklerde kırılarak da yapılabilmektedirler.

Agregalar betonun yapısı da oran olarak oldukça fazla paya sahip olduklarından ve kullanılan agreganın sahip olduğu temel özelliklerini de üretilen betona aktarması gerekçesi ile agreganın seçimi oldukça önem arz etmektedir.



Şekil 2.10. Alkali-Silika Reaksiyonu İçin Gerekenler [8]

Kırma taşlar ve doğada kendi hallerinde var olan çakılların beton için kullanılmasının da bazı olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Örneğin; kırma taşlar konkasörde daha sonra yapıldıkları için yüzeylerinde pürüzler bulunur. Bu pürüzler kırma taşlar ile çimentonun daha iyi kaynaşmasını sağlamakta rol oynar. Bununla birlikte yine yüzeylerinde var olan bu pürüzlerden dolayı çimentonun ve taşın arasında küçük boşlukların kalabilme olasılığı vardır. Bu boşlukların giderilmemesi durumunda betonun dayanımında olumsuz etkileri bulunur.

Bunun tam aksi olan çakıllarda ise doğada yani dere yataklarında bulunduğu yüzeyleri çevresel etmenlerden dolayı pürüzsüzdür. Keskin köşeli ya da hatlı olmamak ile birlikte daha çok oval şekilde oldukları için, çimento ile çakıl taşları arasında boşluk kalma ihtimali de kırma taşlara göre oldukça düşüktür. Fakat yüzeylerinin pürüzsüz olmasından da, aderansları kırma taşlara göre düşük ve betondan ayrılmaları daha kolaydır.

Sonuç olarak karşılaştırıldığında iyi üretilmiş ve boşluklarından giderilmiş bir kırma taşlı beton, dayanım olarak çakıllı betondan daha yüksek kalitelidir. Agregaları kendi içlerinde iri, ince ve karışık agregaya olarak 3 şekilde ayrılırlar;

- **İri Agregaya**

Malzeme ocaklarındaki konkasörlerden elde edilmiş olan kırma taşlar ve doğada kendi halinde var olan çakıllar veya bu iki türün karıştırılmasından oluşturulan ve 4 mm çapa sahip elekten geçemeyecek büyüklüğe sahip malzemelerdir.

- **İnce Agregaya (Kum)**

Doğada kendi halinde var olan kum, taş ocaklarında yapılan kırma taşların çok küçük olanları veya bu iki türün karıştırılması ile oluşan ve 4 mm çaplı elekten geçebilen ufaklığa sahip malzemelerdir.

- **Karışık (Tüvanan) Agregaya**

Doğal biçimde oluşturulmuş malzeme ocaklarından doğrudan elde edilen, elekten geçirilmiş iri ve ince malzemelerin karışımıdır. Örneğin; dere yatağından alınan malzemelerin elenmesi sayesinde geriye kalan agregaya türleri.

2.5.4.2. Çimento

Çimento, killi karışımlar ile doğal olarak bulunan kalker taşlarının belirli ısılarla getirildikten sonra toz haline getirilmesi ile oluşturulan ve günümüzde yapılarda çok sık kullanılan hidrolik bağlayıcı bir malzemedir. Hidrolik bağlayıcılığı bulunan malzemeler ilk olarak su ile etkileşime girdiklerinde birleşip sonrasında sert ve mukavemetli, su içinde bu dayanıklı yapısını koruyabilen ve hatta dayanımını

arttıran bağlayıcı özellikteki malzemelerdir. Diğer bağlayıcı özellikteki malzemeler gibi çimento, kalsiyum-oksit ve magnezyum-oksit gibi alkaliniteye sahip maddeler ve silikon-dioksit, alüminyum-oksit ve demir-oksit gibi hidrolik maddelerden oluşmaktadır. Alkalin ve hidrolik maddelerin çimento içerisindeki bulunma miktarları da bağlayıcıların özelliğini oluşturur.

Atıksu arıtma tesislerinin tasarımında asıl ve en önemli hedeflerden birisi özellikle atıksu ile temas halinde olan başlıca yapı elemanı betonun başta sülfat ve klorür olmak üzere kimyasal tepkimeye girerek betonu aşındıracak etkilere karşı dayanıklı olmasıdır. Bu betonun dayanımından daha önemlidir. Betonarme yapının kimyasal etkilere karşı direncinin sağlanması için gereken başlıca hususlardan bir tanesi de uygun malzeme seçimidir. Yapı elemanlarının maruz kalacağı etkilere karşı betonun dayanıklılığının sağlanabilmesi ve korunabilmesi için uygun çimento ve bağlayıcı tipinin seçilmesi önemlidir. Kullanılacak olacak çimento ve bağlayıcı malzemelerin seçimi standartlara ve literatür çalışmalarına uygun olarak yapılması gerekmektedir.

CEM Çimentosu: Bünyesinde reaktif olarak kalsiyum-oksit ve silikon-dioksit barındıran (kütlece minimum yüzde elli) ve kalsiyum-silikatların su molekülleri ile reaksiyona girmesi sonucunda sertleşip dayanım kazanan çimento tipidir. Portland çimentosu, katkılar ve kalsiyum sülfat içerebilir.

TS EN 197-1 standartlarına göre çimentolar (CEM çimentoları) 5 grup içerisinde toplanmaktadır. CEM I Portland Çimentosu, CEM II Portland Kompoze Çimento, CEM III Portland Yüksek Fırın Cürüflü Çimento, CEM IV Puzolanik Çimento, CEM V Kompoze Çimento.

- CEM I Portland Çimentosu: Gündelik hayatta kullandığımız genel kullanıma uygun çimentodur.
- CEM II Portland Kompoze Çimento: Genellikle katkı maddeleri kullanılarak oluşturulan betonların uygulandığı ve daha çok mukavemet istenen yapılarda kullanılan çimento tipidir. Örneğin; karayolları menfezleri ve birtakım özel yapılarda kullanılır.

- CEM III Portland Yüksek Fırın Cürüflü Çimento: Genellikle su ile direkt temas halinde olacak yapılarda uygulanacak betonların yapımında kullanılır. Örneğin; deniz yapılarında, atıksu arıtma tesislerinde, fore-kazıklarda, tarımsal veya diğer nitelikli sular için yapılan kanallarda, barajlar, kanalizasyon şebekelerinde kullanılmak üzere üretilen borularda, sülfat bulunan ortamlardaki yapılarda, tünellerde ve hidrasyon ısısının az olması istenen kütle olarak dökülen betonlarda kullanımı uygundur.
- CEM IV Puzolanik Çimento: İçeriğinde yüksek oranda bulunan katkılardan dolayı düşük miktarda hidrasyon ısısı oluşturur, alkali silika ve alkali karbonat reaksiyonlarının oluşumuna karşı ve diğer kimyasal etmenlere karşı nispeten daha dayanıklı özellik gösterir. Genel olarak her türlü betonarme yapıda kullanılabilirler, yer betonları, şap betonları, prefabrik betonarme eleman üretimi, duvar ve sıva işlerinde kullanılırlar.
- CEM V Kompoze Çimento: Genellikle baraj inşaatları, üstyapıda duvar veya yüzeyler için sıva ve duvar harçlarında, tarımsal ve diğer nitelikli suların taşınabilmesi için yapılan kanallarda, atıksu arıtma tesislerinde, yine düşük hidrasyon ısısı çıkarması sebebi ile kütle olarak dökülen betonlarda, yol yapımında kullanılabilir.

TS 10157 Sülfatlara Dayanıklı Çimentolar standardında açıklandığı üzere bir çimentonun sülfata dayanıklı olabilmesi için, C_3A (trikalsiyum-alüminat) içeriği maksimum % 5 olarak üretilmiş ana yapıtaşlarının; kalsiyum-sülfat ($CaSO_4$) ile karıştırılarak toz haline getirilmesi ile oluşturulur. Sülfatlara karşı dayanıklı olan puzolan ve yüksek fırın cürüflü çimentolarda da bu özellik mevcuttur.

Sülfata dayanıklı çimentoların adlandırılmasında SR (sulfate resisting) kısaltmaları kullanılmaktadır. Sülfata dayanıklı çimento sınıflarında trikalsiyum-alüminat ($3CaO.Al_2O_3$) içeriğinin oranı belirli kriterlerde tutulmuştur. Bu kıstaslara uyan çimentolar sülfata karşı kullanılabilir. Burada da belirtildiği üzere her tip çimento sülfat etkisinde kullanıma uygun değildir. Yapının tasarımı yapılırken bu hususa dikkat etmeli ve kullanılması gereken çimento dikkatle seçilmelidir.

Sülfat etkisine maruz kalacak yerlerde kullanılması uygun görülen çimentolar ve kıstasları şöyledir.

- CEM I-SR çimentoları kütlelerinin maksimum yüzde beşi oranında C_3A barındırabilmektedir.
- CEM IV-SR çimentoları trikalsiyum-alüminat barındırma oranı olarak kütlelerinin yüzde dokuzu kadarını taşımalarına izin verilmiştir.
- CEM III-SR çimentolarında ise C_3A barındırma oranlarına dair bir kıstas ve kısıtlama bulunmamaktadır.

Buradan da anlaşılacağı üzere atıksu arıtma tesisinde kullanılacak çimentonun daha dayanıklı olabilmesi için ya özel üretilmesi ya da doğu illerimizin imkanları da düşünüldüğünde özel üretim yerine CEM IV Puzolanik Çimento veya CEM III Portland Yüksek Fırın Cürüflu Çimentolarının kullanılması daha uygun olacaktır. Bazı şartnameler incelendiğinde, atıksu arıtma tesislerinde kullanılacak beton veya çimentoyu belirten cinsten herhangi bir açıklama bulunmamaktadır. Oysaki yanlış çimento seçimi tesis için son derece tehlikeli ve tahrip edici olabilecek alkali-agrega reaksiyonlarına sebebiyet verebilir.

2.5.4.3. Su

Betonun üretiminde kullanılacak olan maddelerden biri olan suyunun iki önemli temel amacı bulunmaktadır. İlki, toz halinde bulunan çimentoyu ve agregayı akışkan hale getirerek şekil verilebilir olmasını sağlamaktır. İkincisi de çimento ile birleşerek kimyasal reaksiyon oluşturarak işlenmiş halde olan betonun sertleşip, taşıyıcı özelliğe sahip olmasını sağlamaktır.

Beton yapımında kullanılacak olan suyun iki temel görevi vardır. Bunlar ise;

- Çimento ile birleşip, hidrasyon oluşmasını sağlamak
- Karıştırılan maddelerin (çimento, agrega, kum v.b.) yüzeylerinin ısınmasını sağlayarak ve betonu olması gereken kıvama getirerek, betona istenilen biçimin verilebilmesini sağlamayı kolaylaştırmaktır.

Beton üretiminde kullanıma seçilen suyun kirlilik oranının düşük olması şartı ile kullanıma uygun tüketimi gerçekleştirilebilir herhangi kaynaktan alınması uygundur. Suyun fazla miktarlarda asit veya başka yabancı maddeler içeriyor olması betonun dayanımını kötü olarak etkiler. Ayrıca fazlaca asidik sular ve sülfat içeriği bulunan sular ile yapılan betonda yapısal bozulmalar oluşarak,, dayanımı ile ekonomik ömrünü azaltmış olacaktır.

2.5.4.4. Katkı Maddeleri

Katkı maddesi; beton hazırlanırken ya da hazırlandıktan sonrasında çeşitli amaçlar için betondaki çimento muhteviyatının kütlece yüzde beş oranını aşmayacak biçimde eklenen, kimyasal malzemelere genel olarak verilen isimdir. Betonun farklı özelliklerini geliştirmek ya da çeşitli etkenlere karşı direncini daha da arttırmak için kullanılan katkı maddeleri yanlış kullanım durumunda betonu oldukça olumsuz etkilemektedir.

Genel olarak kullanılmakta olan kimyasal beton katkıları ise TS EN 934-2'ye göre aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- Su akışkanlaştırıcı veya azaltıcı katkıları
- Yüksek oranda su azaltıcı ya da süper akışkanlaştırıcı katkıları
- Priz hızlandırıcı
- Priz geciktirici
- Su geçirimsizliği için katkı maddeleri
- Priz hızlandırıcı katkı maddeleri

Su akışkanlaştırıcı veya azaltıcı katkıların kullanım amaçları da şu biçimdedir; akışkanlaştırıcı katkıları, kıvamı değiştirmeden yayılmayı fazlalaştıran özellikler göstermektedir. Bu katkıları işlenebilirliği arttırmak ile birlikte fazla donatı bulunan alanlarda da betonun daha rahat bir biçimde hareket edebilmesini sağlamaktadır.

Su azaltıcı katkıları da betonun ihtiyası kadar olan su miktarını azaltarak uygun şartta tatbik edildiğinde, su miktarı azaldığından dolayı daha çok dayanım elde edilir. Beton mikserinden pompalanmasını kolaylaştırmış olur.

Her iki katkının da doğru bir biçimde uygulanmaması durumunda betonun prizini alması için gereken sürenin normale göre değişiklik gösterebileceği gözlemlenebilir.

Gereğinden fazla oranda su akışkanlaştırıcı veya azaltıcı katkı maddelerin, özellikleri yukarıda belirtilmiş olan su azaltıcı veya akışkanlaştırıcı katkı maddeleri ile aynı olmak ile birlikte, betonun daha yüksek oranlarda susuzlaşması veya akışkanlaşması için kullanılır. Yüksek oranda kullanılan akışkanlaştırıcı katkı maddeleri ise betonun dayanımını bir miktar daha azaltabilir. Bu durumun aksine yüksek oranda kullanılan su azaltıcı katkıları ise betonun prizini erken almasına ve de katkısız betona kıyasla dayanımı ve geçirimsizliği daha yüksek beton elde edilmesini sağlar. Priz zamanını hızlandırdığı için de kalıp erkeden sökülebilir, bu sebeple dolaylı olarak maliyeti azaltabilir.

Priz hızlandırıcı katkıları adından da anlaşıldığı doğrultuda betonun dayanımını aldığı ve de sertleştiği süre olan, priz alma süresini azaltan katkı maddeleridir. Özellikle ısı derecesi düşük ve soğuk havalarda beton dökülmesi gerekmiş ise, betonu donmadan korumaya yardımcı olur. Unutulmaması gereken husus ise, priz hızlandırıcı katkı konulmuş betonların, diğer katkısız betonlara kıyas ile daha çabuk sertleşeceği göz önünde bulundurularak, betonun ve nakliye yerleştirilmesi gibi işlemlerin daha hızlı bir biçimde yapılması gerekir. Katkısız betonlara oranla bu betonlar daha fazla hidrasyon ısıyı ortaya çıkardığı için dökümden sonra kürleme işlemlerine dikkat edilmelidir.

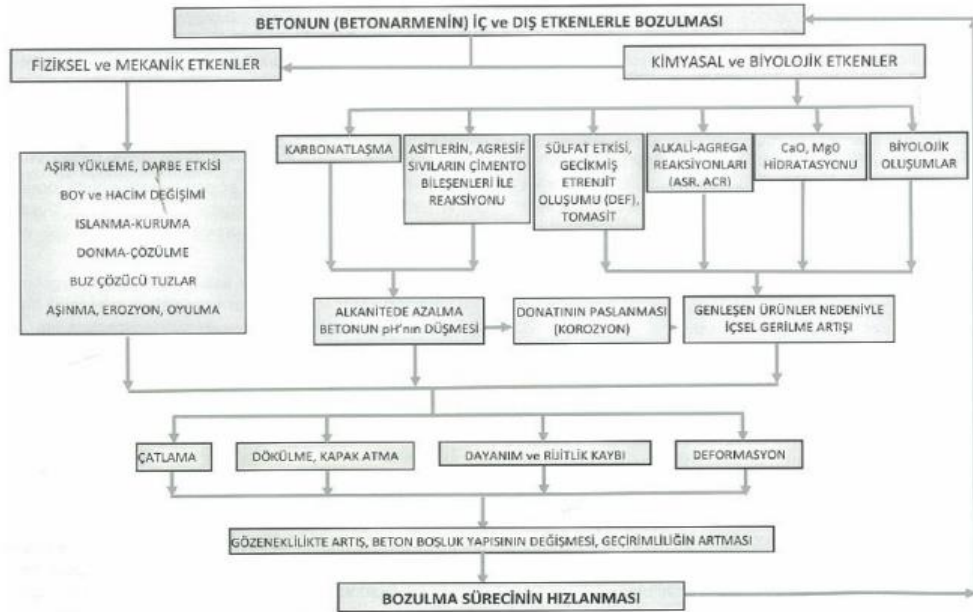
Priz geciktirici katkıları, priz hızlandırıcı katkıların tam zıttı özellik göstermektedir. Betonun normale göre daha geç prizini alması istenilen durumlarda kullanılmaktadır. Bu durum betonun işlenebilirliğini arttırmaktadır. Soğuk derz oluşması istenmediği durumda uzun süreli beton dökümlerinde kullanılabilir. Ancak, beton dayanımını etkileyerek düşürebildiği bilinmek ile birlikte priz hızlandırıcı katkıların aksine sıcak havalarda da beton dökülmesini kolaylaştırmaktadır.

Su geçirimsizlik katkıları isminden de açıkça belli olduğu üzere betonun dayanımını aldıktan sonrasında yüzeyinden suyun emilimini, betonun içine su girmesini azaltmaya yarayan katkı maddeleridir. Örnek olarak; atıksu arıtma, su depoları tesisleri v.b. Bunun haricinde gündelik yaşamda da havuzlar ve bodrum katları

benzeri yapılarda kullanılabilir. Özetlemek gerekirse betonun içerisinde ve yüzeyindeki bulunan mikro çatlakları önlemeye ve gidermeye yardımcı olarak su geçişini engellemeye karşı fayda sağlamaktadır.

2.6. Atıksu Arıtma Tesislerinin Beton Dökümünde ve İşletme Aşamasında Karşılaşılan Sorunlar

Betonda; içerdiği malzemeler cinslerinden, çevresel faktörlerden ve uygulama esnasındaki hatalardan kaynaklanan farklı sorunlar yaşanabilir. Betonarme yapıda karşılaşılan bütün sıkıntılar, betona ait özelliklerin anlaşılmasından, işçiliğin kötü ve uygulamaların yanlışlığından meydana gelmektedir. İnşaat sahasına istenilen biçim ve şartlarda ulaştırılmayan kalıplara istenilen biçimde yerleştirilmesi yapılmayan, titreşim verilerek sıkıştırılmayan, istenilen bitirme işlemi uygulanmayan ve betonun ihtiyacı olan kür gibi bakım işlemleri uygulanmayan betonların hem dalar gözlemlenir. Beton bu gibi sebeplerle, kompozit bir malzeme olan beton bu nedenlerle öteki malzemelerle kıyaslandığında; üretimi, taşınması ve uygulaması aşamalarında fazlasıyla etkiye maruz kalan malzeme cinsidir. Betondan beklenen performansın alına bilmesi için betona kalitesi, kalitesini etkileyen unsurlar tespit edilmeli ve tespitler göz önünde bulundurularak gerekli tedbir alınmalıdır.



Şekil 2.11. Betonun Bozulma Sürecine Etki Eden Faktörler [7]

2.6.1. Beton Yüzey Problemleri

2.6.1.1. Tozuma ve Nedenleri

Yüzey bitirme işlemi betonun terlemesi bitmeden yapılırsa terlemeden kaynaklı suyun buhar olmasını önleyecek sertleşmiş tabaka oluşturur. Oluşan katman terlemeden kaynaklı suyu hapsederek su/çimento değerinin yükselmesine sebep olurken dayanımı düşük yüzeye sahip bir beton oluşturur.

- Geçirimsiz ya da polietilenle kaplanmış yüzeye yapılan betonun döküm işlemlerinde böyle sorunlar yaşanabilir. Böyle bir olay betonda çok yüksek terlemeye sebep olur.
- Yetersiz kür yapıldığında yüzeyde çimento hidrasyonu için yeterli su bulunmaz ve zayıf bir tabaka oluşur.
- Betonun sıcaklığı havanın sıcaklığından düşük ise ve ortamda nem bulunuyorsa betonun yüzey kısmında yoğuşma oluşur ve yüzeydeki su/çimento değeri yükselir.
- Havalandırmasız yerlerde beton yüzeyindeki terleme olayı yavaşlar.
- Kür işleminin yeteri kadar yapılmaması betonun yüzey kısmında yüzey dayanımını düşüren zayıf bir tabaka oluşur.
- Betonun, soğuk hava koşullarında korunmaması sonucu beton donabilir ve yüzey dayanımı azalır.
- Beton priz almadan meydana gelen yağış etkisi ile yüzeyde su/çimento oranının artması.
- Uçucu külün özgül ağırlığı çimentoya oranla oldukça düşüktür. Bu nedenle uçucu kül içeriği fazla olan betonda, özgül ağırlığı düşük olan uçucu kül yoğunluğu yüzeyde fazla Bağlayıcı oranı düşük olan yüzey zayıflar.
- Betonun yeterince sıkıştırılmaması.



Şekil 2.12. Beton Yüzeyinde Tozuma [1]



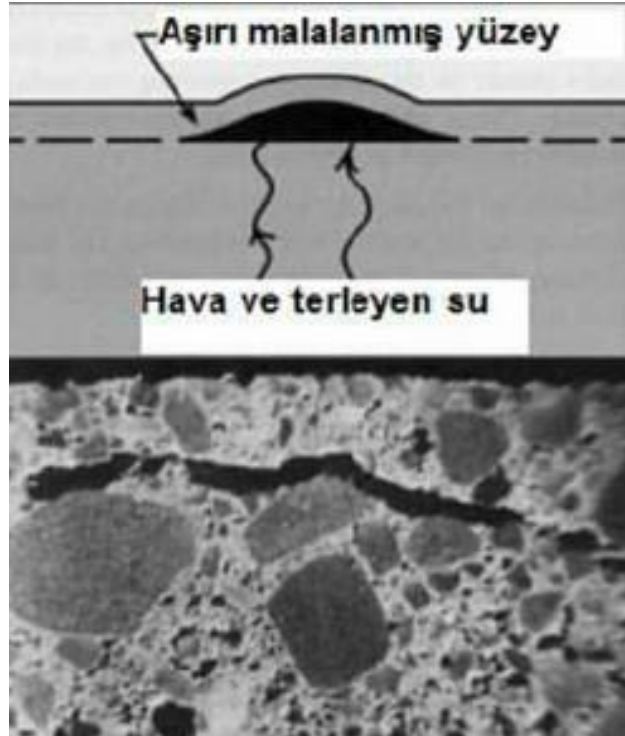
Şekil 2.13. Beton Yüzeyinde Tozuma [1]

2.6.1.2. Beton Yüzeyinde kabarcıkların oluşması ve Nedenleri

Betonun yüzeyindeki kabarcıklar, terleme olayının gerçekleşmemesinden veya betondaki havanın dışarı çıkmayarak betonun yüzeyinde birikme yapmasından kaynaklı olarak meydana gelir. Beton yüzeyinin dayanımı düşüktür. Havanın rüzgarlı

veya kuru olması bu problemi artırır. Kabarcıklar betonun yüzeyinden hemen altta meydana gelir. Betonun yük taşımaya başlamasıyla oluşan kabarcıklar parçalanır. Bu yüzden inşaat yapılırken bu sıkıntılar fark edilemez.

- Betona uygulanan titreşim işlemi tam anlamıyla yapılmaz ise ya hava içeride kalır ya da betonun yüzey kısmında kalın bir katman oluşur
- Mala işlemini istenilen özellikteki ekipmanla yapmamak.
- Bitirme işlemini erken yapmak.
- Hava oranının fazla olması.
- Su/çimento oranının yüksek olması.
- Zeminin betona nazaran ısısının düşük olması, beton yüzeyinin erkenden priz almasına neden olur ve beton hazırmış gibi görünür. Bu sebeple, betonun bitirme işlemi beton hazır olmadığı halde yapılmış olur.
- Döşemenin kalınlığı fazlaysa, betonun terleme yapması ve oluşan kabarcıkların yüzey kısma ulaşması çıkması uzun sürecektir.
- Betonun ince malzemesi ve çimentosu fazlaysa, bağlayıcılığı yüksek olacağından terlemesi yavaşça olur.



Şekil 2.14. Beton Yüzeyinde Kabarma [1]



Şekil 2.15. Beton Yüzeyinde Kabarma [1]

2.6.1.3. Betonun yüzey kısmından parça kırılması ve nedenleri

- Kullanılan agreganın suyu emme kapasitesi yüksek olması.
- Sürekli tekrarlanan donma ve çözülme olayı.
- Betondaki Alkali ile agregadaki aktif minerallerle reaksiyona girmesi.



Şekil 2.16. Beton Yüzeyinde Kopma [1]

2.6.1.4. Betonun yüzey kısmında renk değişikliği ve nedenleri

- Bitirme işlemlerinin erken veya geç yapılması.
- Yüzeyle temas eden polietilen tabakaları.
- Betonun içeriğindeki hammadde.
- Mala işlemini yapılırken farklı stillerde ve farklı malalarla yapmak.
- Kullanılan kalıplardaki yağ.
- Kürün yanlış bir şekilde yapılması sonrasında farklı yüzeylerde hidratasyon olayının değişkenlik göstermesi.
- Kalsiyum klorürü, priz hızlandırıcı olarak kullanmak.



Şekil 2.17. Beton Yüzeyinde Renk Değişikliği [1]

2.6.1.5. Çiçeklenme ve nedenleri

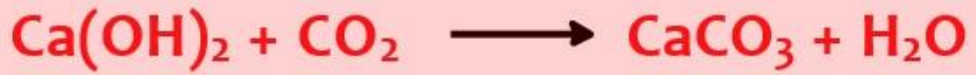
Hidratasyon sonrasında ortaya çıkan kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ve betondaki tuzların yada dış etmenlerle gelen tuzların betonun yüzey kısmına zaman içinde çıkmasıyla meydana gelen beyaz lekeler çiçeklenme denilmektedir. Çiçeklenme beton dayanımından ziyade görüntü ve estetik yönden kaliteyi düşürür. En çok da kışın yağış miktarının fazla olduğu aylarda yaşanır. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, çiçeklenme oluşumunda en önemli etmendir. Yağışlarla veya zeminden giren sular, betondaki tuz bileşiklerinin yüzey kısma taşınmasına sebep olur.



Şekil 2.18. Çiçeklenme [1]



Şekil 2.19. Çiçeklenme [1]



Denklemdede gösterildiği üzere, suyla yüzey kısmına ulaşan kalsiyum hidroksit (Ca(OH)_2) havada bulunan karbondioksitle (CO_2) reaksiyon oluşturarak kalsiyum

karbonatın (CaCO_3) oluşmasına sebep olur. Bu da, betonun yüzey kısmında beyazlık şeklindeki lekeleri oluşturur.

Suda çözüne bilen nitrat, klor, sülfat, molibden ve krom tuzları ihtiva eden yeraltındaki suların yeryüzüne doğru hareketiyle, betonarme yapıya ya da temel kısmına ulaşmasıyla da çiçeklenme olayı gerçekleşir.

Tablo 2.2. Çiçeklenmeye Yol Açan Tuzlar ve Kaynakları

Ana Çiçeklenme Tuzu		Olası kaynağı
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Kalsiyum Sülfat	Tuğla
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Sodyum Sülfat	Çimento-tuğla reaksiyonu harcı
K_2SO_4	Potasyum Sülfat	Çimento-tuğla reaksiyonu harcı
CaCO_3	Kalsiyum Karbonat	Çimento harcı veya beton
Na_2CO_3	Sodyum Karbonat	Çimento harcı
K_2CO_3	Potasyum Karbonat	Çimento harcı
KCl	Potasyum Klorür	Asitle yıkamada
NaCl	Sodyum Klorür	Deniz suyu
V_2SO_4	Vanadyum Sülfat	Tuğla
V_2Cl_2	Vanadyum Klorür	Asitle yıkama
Mn_3O_4	Mangan Oksit	Tuğla
Fe_2O_3 veya $\text{Fe}(\text{OH})_3$	Demir Oksit	Demir ile temasta
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Kalsiyum Hidroksit	Çimento

Nedenler:

- Yıkanmamış malzeme kullanılması,
- Kullanılan suyun istenilen standartlarda olmaması,
- Beton geçirgenliğinin fazla olması,
- Betonarme yapıda drenaj sisteminin az veya hiç olmaması,
- Çatlakların onarımının yapılmamış olması.
- Betonarme yapının temelinde suya karşı yalıtım yapılmaması ya da iyi olmaması
- Kullanılan sıvıların kireçli olması gibi nedenler çiçeklenmeye yol açmaktadır.

2.6.1.6. Betonun yüzey kısmında dökülmeler ve nedenleri

- Betonun maruz kaldığı ve sürekli tekrarlanan donma ve çözülme olayı,

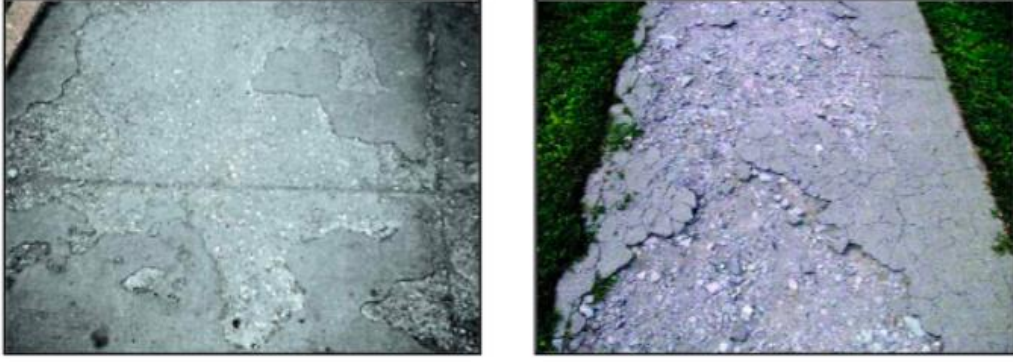
- Kaplamada yaşanan gerilmelerin büyük olması,
- İşçiliğin hatalı olması,
- Don olayı yaşanan zamanlarda tuzlama yapılması,
- Düşük hava içeriğine sahip beton kullanılması,
- Su/çimento değerinin yüksek oranda olması,
- Pas payının yetersiz olması gibi durumlar betonun yüzeyinde dökülmelere sebep olmaktadır.



Şekil 2.20. Yüzeyde Dökülme [1]

2.6.1.7. Betonun yüzey harcında bozulma ve nedenleri

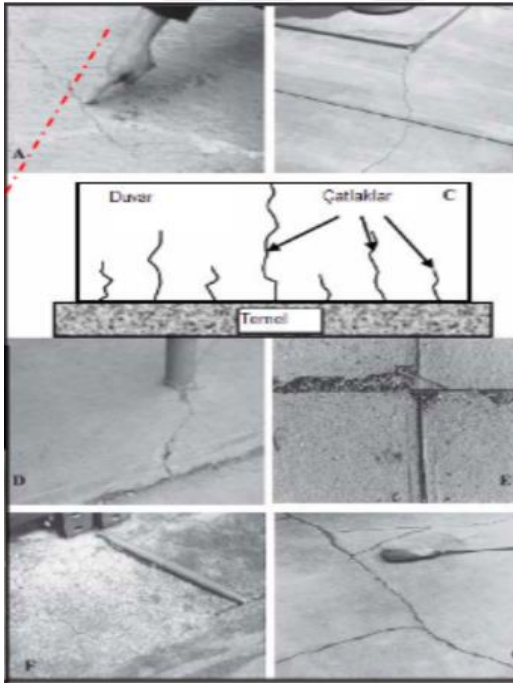
- Terlemesi tamamlanmayan betona bitirme işleminin uygulanmasıyla betonun yüzey kısmında su / çimento değeri fazlaşıp zayıf bir tabaka oluşması,
- Betona fazla bitirme işlemi uygulandığında, betonun yüzey kısmında havanın azalmasıyla direncinin düşmesi,
- Kür uygulamasının yeteri kadar yapılmaması,
- Kış aylarında yapılan tuzlamalar,
- Hava içeriği düşük beton kullanmak,
- Drenajın iyi olmaması gibi faktörler beton yüzeyinin bozulmasına neden olur.



Şekil 2.21. Yüzey Harcında Bozulma [1]

2.6.1.8. Çatlaklar ve nedenleri

Betonun; priz alması öncesi ve sonrasında yapısal, kimyasal, fiziksel, ve ya termal etkiler sonrasında yüzeyinde meydana gelen, oluş nedenlerine göre de büyüklük, uzunluk, derinlik ve şekil yönünden farklılıklar gösteren parçalanmalara çatlak denir.



Şekil 2.22. Çatlaklar [1]

- A. Plastik rötre çatlakları**
- B. Yanlış derz sonucu çatlama**
- C. Sürekli dış etkiden kaynaklanan çatlaklar**
- D. İzolasyon derzi olmamasından kaynaklanan çatlaklar**
- E. Donma-Çözülme sonucu çatlaklar**

Nedenleri:

- Kür uygulamasının yetersiz ve yanlış yapılması,
- Kullanılan malzemelerin istenilen özellikte olmaması.
- İklimin kuru ve ya sıcaklık farklarının fazla olması,

- Bitirme işleminin uygun zamanda yapılmaması.
- Kullanılan betonun su / çimento değerinin fazla olması,
- Kesitlerin kalın olması,
- Beton zeminin uygun olmaması,
- Vibrasyon işleminin yetersiz yapılması,
- Derz kesiminin yanlış yapılması,
- Beton tasarımının ve seçilen malzemelerinin yanlış olması gibi durumlarda çatlaklar meydana gelmektedir.

2.6.1.9. Soğuk Derz ve Nedenleri

Betonun döküm işinin uzunca bir süre askıya alınmasıyla meydana gelen ve önce dökülen beton kısmın sertleşmesiyle taze betonun kaynaşmasına izin vermeyen yüzeyler olarak tarif edilir. Betonun plansız bir şekilde dökülmesi en büyük nedendir. Bu durumda önce dökülerek prizini alan beton ile yeni dökülen beton arasında aderans sağlanamayarak betonun tabakaları birbirlerinden farklı çalışacaktır.

- Betonun sevkiyat sırasında gecikmesi,
- Organize edilirken hatalar yapılması,
- Sıkıştırma işleminin eksik ve hatalı yapılması,
- Beton dökülen kalıbın hasar görerek patlaması,
- Betonu sahaya sevk eden araçların geç kalması gibi durumlar soğuk derz oluşumuna neden olurlar.



Şekil 2.23. Soğuk Derz [1]



Şekil 2.24. Soğuk Derz [1]

2.6.1.10. Petek dokusu ve nedenleri

- Betondaki malzemelerin ayrışarak boşluk oluşturması,
- Vibrasyon işleminin kötü yapılması,
- Betondaki agrega gradasyonunun kötü olması

- Betonun kalıplara yüksekten dökülmesi gibi nedenler petek doku oluşumuna neden olmaktadır.



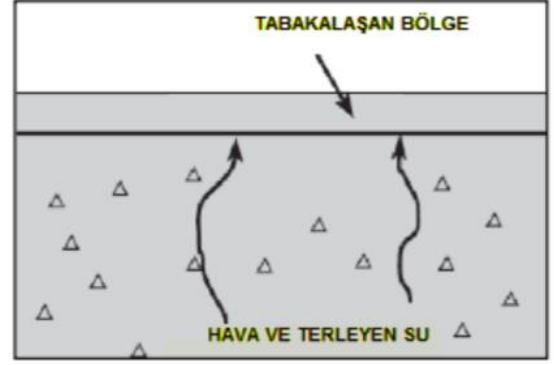
Şekil 2.25. Petek Dokusu [1]



Şekil 2.26. Petek Dokusu [2]

2.6.1.11. Tabakalaşma ve Nedenleri

- Terleme olayı bitmeden betona bitirme işlemi yapılması,
- Kullanılan betonun hava içeriğinin yüksek olması,
- Kullanılan betonun su / çimento değerinin yüksek olması,
- Döşeme kalınlığının fazla olması,
- Sıcaklığın, rüzgarın yüksek, nemin düşük olması,
- Sıkıştırma ve vibrasyon işleminin fazla yapılması ve beton yüzeyinde çimento birikerek yüzeyin zayıflaması gibi durumlar tabakalaşmaya neden olmaktadır.



Şekil 2.27. Tabakalaşma [1]

2.6.1.12. Beton Yüzeyinde Boşluklar ve Nedenleri

- Vibrasyonun kötü uygulanması,
- Düşük geçirgenlikli kalıpların betonun içerisindeki havanın geçişini engelleyerek yüzeyde sıkışıp hava boşlukları oluşturması,
- Karışımı iyi hazırlanmayan betonlar,
- Hazırlanan kalıpların kötü yağlanması gibi nedenler beton yüzeyinde boşluklara neden olur.



Şekil 2.28. Yüzeyde Oluşan Boşluklar [1]

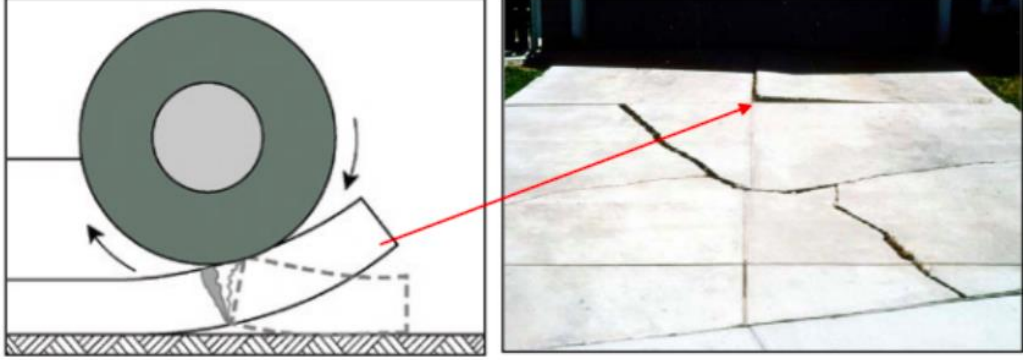


Şekil 2.29. Yüzeyde Oluşan Boşluklar [1]

2.6.1.13. Beton Yüzeyinde Kıvrılma ve Nedenleri

- Kesilen genişleme derzlerinin mesafesinin yeterli olmaması,
- Yüzey kaplamanın demir donatıya sahip olmaması,
- İnce tabakada kaplama yapılması,

- Beton kaplamaya ait alt ve üst tabakalarda sıcaklık ve nemim değişiklik göstermesi ve genleşmelerinin farklı olması gibi nedenler beton yüzeyinde kıvrılmalara neden olur.



Şekil 2.30. Yüzeyde Oluşan Kıvrılma [1]

2.6.2. Beton Dökümünde ve Yerleştirilmesinde Karşılaşılan Problemler

2.6.2.1. Betonun Kıvamını Kaybetmesi

- Sıcaklığın ve rüzgarın yüksek ve nemin düşük olması sonucunda buharlaşmanın hızlanması,
- Taşıma işleminin uzun mesafeden ve yüksek devirle yapılması,
- Malzemenin suyu emme kapasitesinin doğru hesaplanmaması ve doğru değerlendirilmemesi,
- Beton santralinde uygulanan nem düzeltme işleminin yanlış yapılması gibi faktörler betonda kıvam kaybına sebep olur.

2.6.2.2. Betondaki Agregaların Donatılar Arasından Geçmemesi

- Agregası seçimi yapılırken projenin dikkate alınmaması,
- Düşük kıvamlı betonlar kullanılması gibi faktörler beton agregasının donatı arasından geçmemesine sebep olur.

2.6.2.3. Betonun Pompalanması Esnasında Pompanın Yapılamaması

- Pompa kurulken özen gösterilmemesi ve rutin bakımlarının yapılmaması,
- Karışımda fazlaca iri veya ince malzemenin bulunması,
- Beton kıvamının düşük olması,

- Betondaki iri malzemelerin büyük ebatlarda olması ,
- İş planı yapılmadan hareket edilerek, sahaya ulaşan mikserin beklemesi sonucu betonda kıvam kaybı oluşması gibi etmenler beton pompasının betonu pompalayamaması nedenlerindedir.

2.6.2.4. Beton prizinin erken olması

- Sıcaklığın yüksek olması,
- Oran olarak çimento miktarının yüksek olması,
- Su / çimento değerinin düşük olması,
- Kullanılan çimentonun erken dayanımlı olması,
- Betondaki malzemelerin sıcaklığının fazla olması,
- Çimento sıcaklığının 75°C den yüksek olması gibi durumlar betonun erken priz almasına sebep olur.

2.6.2.5. Beton Prizinin Geç Olması

- Havanın üst üste soğuk olması (5 °C'nin altında)
- Çimento miktarının düşük olması,
- Soğuk malzemeler,
- Katkı maddesinin fazla kullanılması,
- Vibrasyonun fazla uygulanması gibi faktörler betonun geç priz almasına sebep olur.

2.6.2.6. Betonda Ayrışma (Segregasyon)

- Vibrasyonun fazla veya az yapılması,
- Hazırlanan kalıplara betonun yüksek mesafeden boşaltılması,
- Beton taşınırken hata yapılması,
- Beton harcındaki malzemelerin istenilen miktarda karıştırılmaması,
- Karışımda iri agreganın fazla olması,
- Agregaların özgül ağırlıklarında farklılık olması,
- İnce malzemelerin (İnce agrega ya da çimento) yetersiz olması gibi durumlar ayrışmaya neden olur.

2.6.3. Betonun Olumsuz Etkileyen Dış Faktörler

2.6.3.1. Sülfat Etkisi

Sülfat, kaynak sularında veya atıksularda bir miktar bulunur. Özellikle, yeraltındaki sularda fazla miktarda sülfatlarla karşılaşılır. Sülfatların betona geçmesi, çimentonun hidratasyonu sonucu ortaya çıkan Ca(OH)_2 ve kalsiyum alüminat hidratlarla tepkime oluşturarak, etrenjit ve alçı taşı oluşturur. Bunun sonucunda da genleşmeler artarak beton yüzeyinde çatlaklıklar meydana gelir.

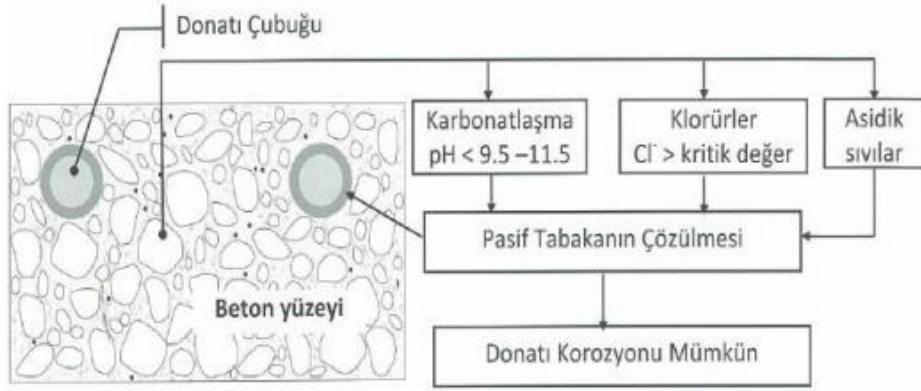
Trikalsiyum alüminat (C_3A) oranı az olan (en fazla % 5 oranında) çimentolar kullanılarak bu etkiler azaltılabilir. Sülfata dayanıklı çimentolar, bu çimentolardır.



Şekil 2.31. ASR ye Maruz Kalmış Beton [2]

2.6.3.2. Karbonatlaşma Etkisi

Betonun hidratasyonu sonrasında meydana gelen Ca(OH)_2 ile havada bulunan karbondioksit (CO_2) tepkimeye girerek CaCO_3 oluştururlar. Reaksiyon sonrasında pH değeri 12 – 13 aralığından, 8 – 9 aralığına düşerek betonun sahip olduğu baziklik özelliği düşer. Bu durum da donatıların korozyona uğrama olasılığını artırır.



Şekil 2.32. Karbonatlaşma ve Klorür İyonları Etkisiyle Korozyondan Korunma Etkisinin Kaybolması [7]

Karbonatlaşma etkisini düşürmek için betonun geçirimsizliğini arttırmak gereklidir. Düşük su / çimento oranıyla geçirimsizlik artırılabilir. Bunun yanı sıra iyi vibrasyon uygulanması, uygun kür uygulaması ve gradasyonla da geçirimsizlik artırılabilir. Pas payını fazla olması da ayrıca önemlidir.



Şekil 2.33. Korozyona Maruz Kalmış Betonarme Elektrik Direği [2]

2.6.3.3. Deniz suyu etkisi

Denizin suyu, betondan ziyade donatılar açısından zarar oluşturur. Betondaki donatılar oksitlenerek hacminde artma yaşanır ve bu şekilde betonun içinde gerilemeler meydana gelir. Hem donatıların korozyon sonucu dayanımı düşer hem de betonda meydana gelen çatlaklıklar betonun dış etmenlere karşı direncini düşürür.



Şekil 2.34. Deniz Kenarındaki Donatının Tuz Etkisi ile Korozyonu [7]

2.6.3.4. Donma-Çözülme Etkisi

Betonda, suya doygunluğun ya da doygunluk derecesine yaklaştığı hallerde donma-çözülme olayının yinelenmesi istenmeyen durumları meydana getirir. Bu durumda beton, kısa bir zamanda parçalanabilir. Bu sebeple, gerekli tedbirler alınmazsa donma-çözülme etkisiyle kısa sürede dağılabilen betonların kullanım alanı olan yol kaplama, baraj yapımı ve temellerin atılması vb. durumlarda tehlikeye sebep olur.

Su, donduğu zaman hacmi genişler. Don etkisiyle betonun gözeneklerinde bulunan su genişleme yaparak bulunduğu boşluk ve gözenek duvarlarına basınç uygulayarak mikro çatlakların oluşumuna sebebiyet verir. Betonda, hava sürükleyici katkı maddeleri kullanılması durumunda, içsel gerilmelere karşı koruyucu bariyer vazifesi yapar. Betondaki su, hava kabarcıklarının içini doldurarak iç gerilme etkisini ortadan kaldırır.

Beton harcının karışımı esnasında katılan hava sürükleyici katkı maddesi, betonda yaklaşık 0,2 mm ebatlarında birbiriyle bağlantılı olmayan hava kabarcıkları meydana getirir. Bu hava kabarcıkları priz tamamlandıktan sonra da beton içinde kararlı bir yapıda kalırlar. Donma-çözülme etkisi altında betonun gerilmeye karşı direncini yükseltmek için hacimce % 4 ila 8 oranında hava bulundurulması tavsiye edilir.

2.6.3.5. Yangın

Betonun içeriğindeki çimentodaki hidrate tanecikler, sıcaklığın tesiriyle dehidrate olarak betonun dayanımını düşürür. Çimento taneleri kadar hassas olmamalarına rağmen agregalarda ısıyla bozulurlar. Portland çimentosunun sıcaklık dayanımı 200 ila 300 °C arasındadır.

Düşük geçirime sahip betonlar, sıcaklığın tesiriyle buhar formuna geçmeye çalışan su tanecikleri yeteri kadar yer bulamadıklarından dolayı ani genişlemeye sebep olan aşırı sıcaklık sonucu betonun içerden parçalanmasına sebep olur. En çok da tünellerde meydana gelen yangınların sonucunda böyle hasarlarla karşılaşılır. Bu sebeple, geçirimi düşük olan betonlara polietilen elyaf tarzında, daha düşük ısılarda eriyerek, betonun içine yolların açılmasını sağlayacak maddeler kullanılmalıdır.

2.7. İnşaatı Biten Atıksu Arıtma Tesislerinin Faaliyete Geçirilmesi

Yeni tamamlanmış bir atıksu arıtma projesi; ilk olarak su alınmadan çalıştırılma, su alarak çalıştırılma, daha sonra da tüm ekipmanların devreye alınması ve gerekli testlerden olumlu sonuçlar çıkmasından sonra arıtma tesisi faaliyete başlatılır. Bütün mekanik donanım, ilk olarak tek tek tesise su alınmadan çalıştırılarak kontrol edilir. Tüm mekanik aksamın çalıştığından emin olmak amacıyla bu işlem yapılır. Daha sonra girişler, çıkışlar ve diğer ünitelerin sızdırmazlığını kontrol etmek amacıyla havuzlar temiz suyla doldurulup gerekli kontroller yapılır. Bütün testlerden sonra, artık atıksu giriş kapakları açılarak tesise suyun girişi sağlanarak faaliyet başlar. Bütün donanım bu esnada faaliyete alınmış olmalıdır. Bazı üniteler için, kimyasalların kullanımı gerekli ise o eklemelerde yapılır. Sudaki çözünmüş organik maddelerin giderimini sağlayan bakterilerin (biyolojik havalandırma sistemlerinde, damlatmalı filtre sistemlerinde) yeterli miktara ulaşması için 6 ila 8 hafta belki de

daha fazla bir zamana ihtiyaç duyulabilir. İşletme faaliyete geçtikten sonra, proseslerin performansını görebilmek için deneylerle testler yapılır. Havuzlardan ve çıkışlardan numuneler alınarak laboratuvarında analizler yapılır ve giriş değerleriyle kıyaslanarak verim hesaplanır. Verim düşük ya da standartlara uygun değilse gerekli önlemler alınır.

2.8. Atıksu Arıtma Tesislerinin Peyzaj Çalışması

Atıksu tasfiye tesislerinin yapımı bittikten sonra gerekli kontrolleri de yapıldıktan sonra ihtiyaç duyulan alanları doldurulması işlemi başlar. Dolgu maddesiyle teması bulunan betonun yüzeyi üç kat bitümlü malzeme ile kaplanarak nem alması engellenir. Kazı çalışmasından çıkan malzeme, dolgu malzemesi olarak, tabakalar halinde sıkıştırılıp kullanılır. Dolgu maddesi organik madde içermemelidir. Atıksu arıtma tesisi projelerinin en önemli kısımlarından biri de tesisin peyzajı ve çevre düzenlemesidir.

Tesisin peyzajı yapılırken, ağaçların yeri, konumu ve bitki türleri araziye ve bölgeye göre seçilmesi çok önemlidir. Çünkü bazı ünitelerin çalışma şekli, sürünge bitki türlerinden, yabancı otlardan, dökülmesi ihtimal yapraklardan etkilenerek tesisin verimini düşürmektedir.

2.9. Türkiye'deki Mevcut Durum

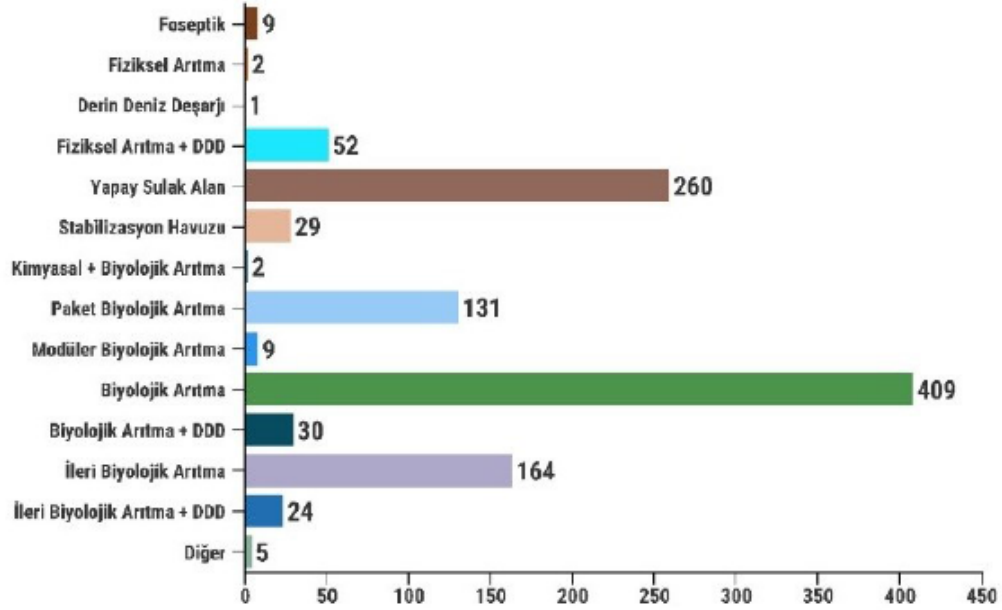
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile görüşülerek; Türkiye'deki mevcut Atıksu Arıtma Tesislerinin 77 ilde olduğu, işletmede, atıl durumda ve inşası devam eden toplam 1127 atıksu arıtma tesisi bulunduğu bilgisi alınmıştır.

Tablo 2.3.'de Türkiye'de Atıksu Arıtma Tesislerine sahip iller ve Atıksu Arıtma Tesisi sayıları, Şekil 2.35.'de Türkiye'deki Atıksu Arıtma Tesislerinin illere göre dağılım grafiği, Şekil 2.36.'da ise Türkiye'deki Atıksu Arıtma Tesislerinin tipleri verilmiştir.

Tablo 2.3. Tüm Türkiye’deki Mevcut Atıksu Arıtma Tesislerinin İllere Göre Dağılımı

İL	AAT	İL	AAT	İL	AAT
BURSA	103	EDİRNE	14	KAHRAMANMARAŞ	4
İSTANBUL	83	ZONGULDAK	13	KARABÜK	4
KONYA	75	HATAY	12	OSMANİYE	4
İZMİR	64	MERSİN	12	SİNOP	4
DENİZLİ	54	AKSARAY	11	BİNGÖL	3
ORDU	42	KÜTAHYA	11	BOLU	3
AYDIN	37	GAZİANTEP	10	DÜZCE	3
YOZGAT	35	ISPARTA	10	ELAZIĞ	3
ANTALYA	34	KASTAMONU	10	ERZURUM	3
MUĞLA	31	ADANA	8	UŞAK	3
ANKARA	28	KARAMAN	8	DİYARBAKIR	2
TOKAT	26	NEVŞEHİR	8	KIRIKKALE	2
ÇORUM	21	NİĞDE	8	KIRŞEHİR	2
KOCAELİ	21	VAN	7	MALATYA	2
TEKİRDAĞ	19	ERZİNCAN	7	ARDAHAN	1
BALIKESİR	18	ŞANLIURFA	7	ARTVİN	1
MANİSA	17	ADİYAMAN	6	BATMAN	1
ÇANAKKALE	17	BURDUR	6	BAYBURT	1
GİRESUN	17	SAKARYA	6	KARS	1
SAMSUN	17	AMASYA	5	KİLİS	1
SİVAS	16	BARTIN	5	SİİRT	1
TRABZON	16	BİLECİK	5	ŞİRİNAK	1
ÇANKIRI	15	RİZE	5	TUNCELİ	1
KAYSERİ	15	YALOVA	5	AĞRI	0
KIRKLARELİ	15	BİTLİS	4	HAKKARİ	0
MARDİN	15	ESKİŞEHİR	4	İĞDIR	0
AFYONKARAHİSAR	14	GÜMÜŞHANE	4	MUŞ	0

TÜRKİYE'DEKİ ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN TİPLERİ



Şekil 2.36. Türkiye'deki Atıksu Arıtma Tesislerinin Tiplerine Göre Dağılımı [9]

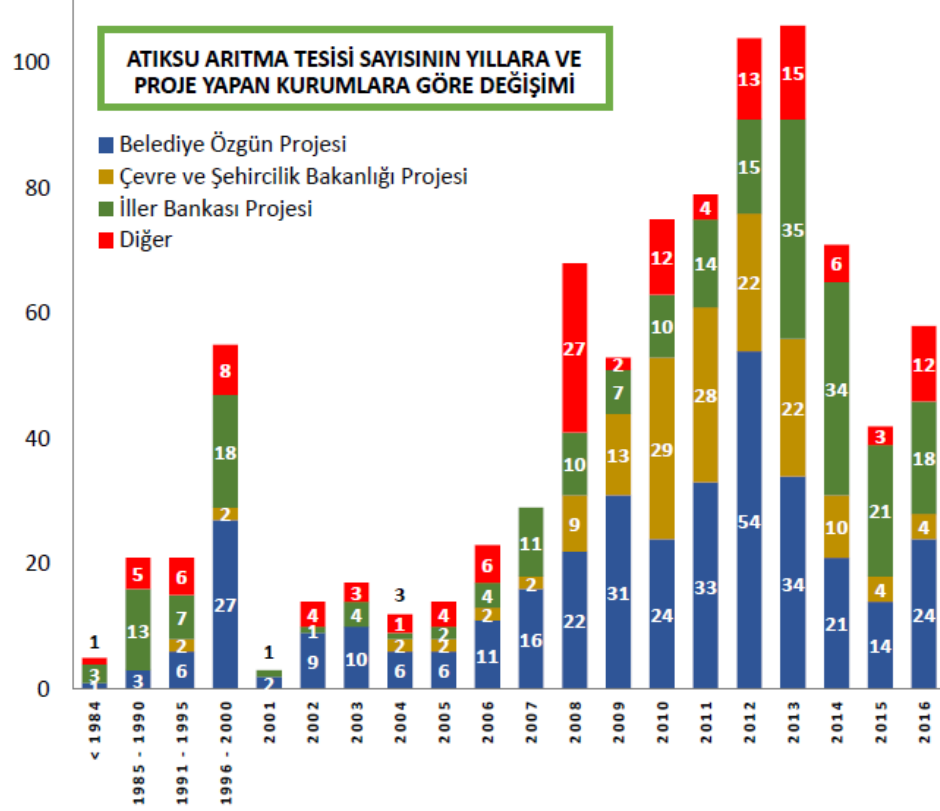
Ülkemizde Atıksu Arıtma Tesisi Projelerinde 3 farklı kurumun (Belediyeler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İLBANK) farklı tarihlerde öne çıktığı belirlenmiştir. (Şekil 2.36.)

Türkiye genelinde 250 Atıksu Arıtma Tesisi projesi İLBANK tarafından yaptırılmış (İLBANK Özgün projeleri ve tip projeleri toplamı), 433 Atıksu Arıtma Tesisi Projesi Belediyeler tarafından yaptırılmış ve 191 Atıksu Arıtma Tesisi Projesi de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yaptırılan ve belediyelere verilen tip atıksu arıtma tesisi projeleridir (Tip biyolojik ve tip doğal atıksu arıtma tesisleri toplamı).

Ayrıca diğer kurumların (Devlet Su İşleri, Kültür ve Turizm Bakanlığı, İl Özel İdaresi vb.) 253 AAT projesi bulunmaktadır. Şekil 2.15.'de Türkiye genelinde tespit edilen 1127 Atıksu Arıtma Tesisinin projesini yapan kurumların yıllara göre değişimi verilmektedir.

Yine Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile yapılan görüşmede; ülke genelinde 260 adet doğal arıtma tesisi uygulaması yapıldığı ve bunlardan 103'ünün atıl ve inşaatı tamamlanmamış durumda olduğu, en fazla tip doğal arıtma tesisi uygulaması yapılan

iller Yozgat, Tokat ve Konya olduğu, bunun yanında atıl doğal arıtma tesisi en fazla bulunan illerin ise Yozgat ve Çankırı olduğu öğrenildi.



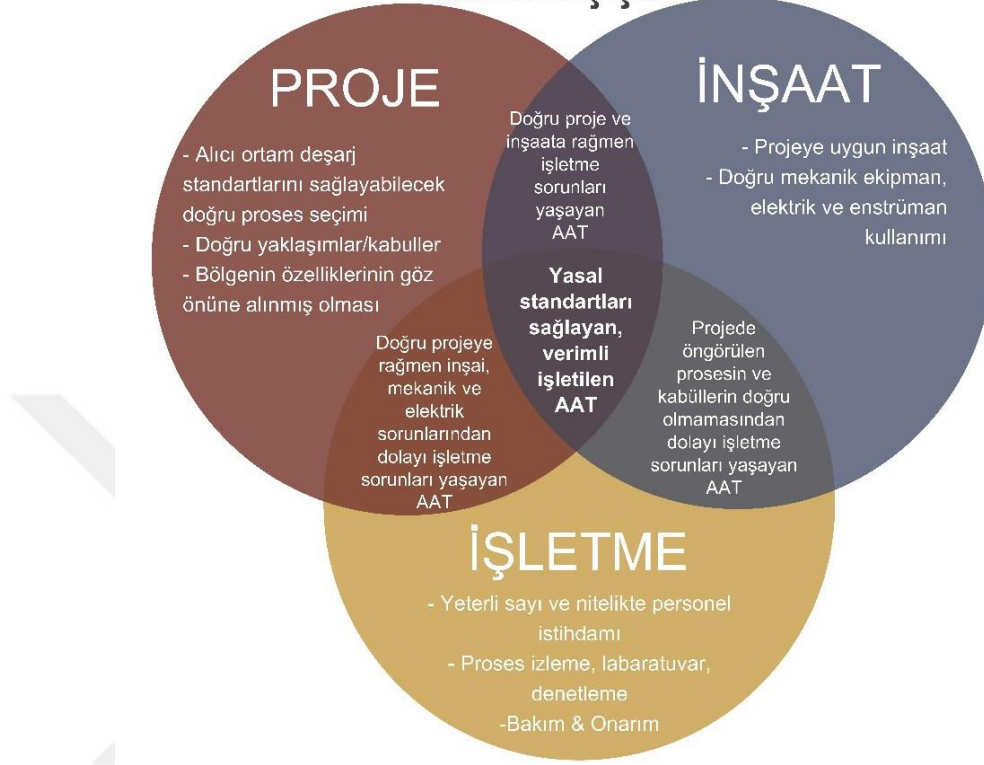
Şekil 2.37. Atıksu Arıtma Tesisi Sayısının Yıllara Ve Proje Yapan Kurumlara Göre Değişimi [9]

Ülkemizde atıksu yönetiminde başarıya ulaşabilmek için; “doğru proje”, projeye uygun “kaliteli inşaat” ve “iyi işletme” bileşenlerinin her üçünün de birlikte yürütülmesi gerekmektedir.

Bu 3 bileşenin de bir araya gelmesi durumunda yasal mevzuata uygun, deşarj standartlarını sağlayabilen atıksu arıtma tesisleri elde edilir. (Şekil 2.38.)

ATIKSU ARITMA TESİSİ

"DOĞRU SONUÇ İÇİN"



Şekil 2.38. Atıksu Arıtma Tesislerinde Başarıya Ulaşabilmek İçin Gerekli Şartlar [9]

Genel olarak projelendirme, inşaat ve işletme aşamalarında aşağıdaki asgari şartların yerine getirilmesi gerekmektedir.

Atıksu Arıtma Tesisi Projelendirme Aşamasında;

- Alıcı ortam deşarj standartlarını sağlayabilecek güvenilir, teknolojisini ispatlanmış proses seçimi
- Proses tasarımında doğru yaklaşımlar ve kabüllerin yapılmış olması
- Kaliteli ekipmaların ve uygun kapasitelerin seçilmesi
- Atıksu Arıtma Tesisi yapılacak bölgenin özelliklerinin (kanalizasyon şebekesi durumu, sızma debisi, iklim, zemin özellikleri, arazi durumu, Atıksu Arıtma Tesisi yer seçimi vb) göz önüne alınmış olması
- İlk yatırım maliyeti
- İşletme maliyeti ve bu maliyetin ilgili belediye tarafından karşılanabilme durumu

- Projelendirilen tesisin nitelikli personel ihtiyacı ve ilgili belediyenin bu nitelikteki personeli istihdam edebilmesi göz önüne alınmalıdır.

Atıksu Arıtma Tesisi İnşaat Aşamasında;

- Projeye uygun olarak tüm inşai unsurların doğru inşa edilmesi
- Zemin etüd raporuna göre uygun inşaatın yapılması ve havuz sızdırmazlıklarının sağlanması
- Mekanik ekipmanların, elektrik işlerinin ve enstrümanların doğru olarak montajı

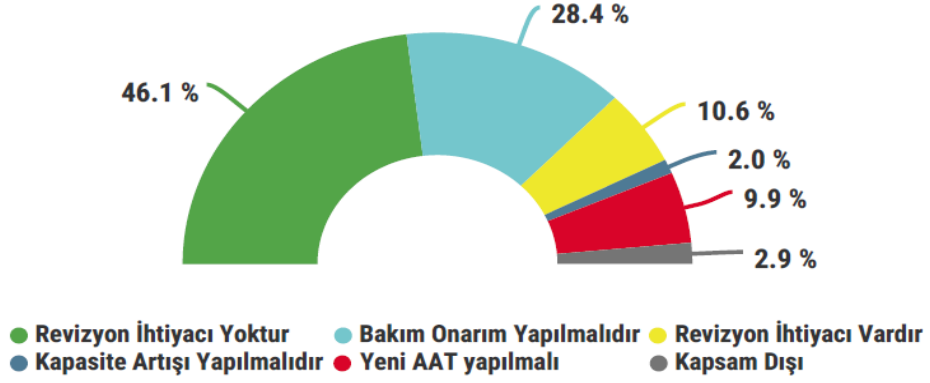
Atıksu Arıtma Tesisi İşletme Aşamasında;

- Yeterli sayı ve nitelikte personelin istihdam edilmesi
- Tesisin büyüklüğüne göre; proses verimini izlemek üzere bir laboratuvar kurulması
- Tesis bakım ve onarımının düzenli olarak yapılması
- İşletme giderlerinin karşılanması için bütçe ayrılması gerekmektedir.

Bu üç bileşenden birinde hata yapıldığında işletme sorunları yaşanan veya atıl bir atıksu arıtma tesisi ile karşılaşılır.

Atıksu arıtma yöntemi olarak ülkemizde; ön arıtma, mekanik arıtma (birincil), biyolojik arıtma (ikincil) ve ileri arıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Ön arıtma işlemi genellikle derin deniz deşarjı şeklinde planlanan atıksulara uygulanmaktadır. Deniz kıyısında kurulmuş olan atıksu arıtma tesisleri bu prosesi kullanmaktadır. Zaten mevzuatta da kirlilik yüklerinin giderilmesi ya da azaltılması şartını yerine getirebilen bir arıtma yöntemidir. Ülkemizdeki en çok uygulanan atıksu arıtma tesisiyse biyolojik arıtma yöntemidir. Ön arıtma sistemi; atıksuyla gelen ve ızgaralarda toplanan atıkların, çakılın, yağın ve kumun uzaklaştırılmasından oluşmaktadır. Mekanik arıtma sistemi ise; ön arıtma ünitesine ek sudaki yüzebilen ve çökebilen küçük maddelerin uzaklaştırılmasını sağlayacak ön çökeltme ünitesinden oluşmaktadır. Biyolojik arıtmaysa, mekanik arıtma sistemi ve sudaki organik maddelerin bakteriler tarafından ya da kimyasallarla uzaklaştırılmasından sonra faaliyet gösteren son çökeltme havuzlarından meydana gelmektedir.

ÜLKE GENELİNDEKİ ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN MEVCUT DURUMU



Şekil 2.39. Ülke Genelindeki Atıksu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumu

Tespit Edilen AAT Sayısı	1127
Revizyon İhtiyacı Yoktur	520 AAT
Bakım Onarım Yapılmalıdır	320 AAT
Revizyon İhtiyacı Vardır	120 AAT
Yeni AAT Yapılmalıdır	112 AAT
Kapsam Dışı	33 AAT
Kapasite Artışı Yapılmalıdır	22 AAT

Şekil 2.40. Ülke Genelindeki Atıksu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumuna Göre Dağılımı [9]

Gelecek açısından bakıldığında; mevcuttaki 1127 Atıksu Arıtma Tesisinden 320 tanesine bakım onarım, 120 tanesine revizyon, 22 tanesine kapasite artışı yapılmalı ve 112 tanesinin de yeniden yapılması gerekmektedir. Ayrıca, Havza Koruma Eylem Planı'na göre 2023 yılına kadar 591 adet ikincil ve ileri arıtma tesisi, 591 adet paket arıtma tesisi ve 371 adet doğal arıtma tesisi yapılması planlanmaktadır.

3. BÖLGEMİZDE BULUNAN BAZI ARITMA TESİSLERİNİN YAPISAL KUSURLARININ ARAŞTIRILMASI

3.1. Çalışmanın Amacı

Hızlı nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak, artmakta olan çevre kirliliği gerek Dünya’da gerekse de Türkiye’de önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle bu günlerde iyice etkisini gösteren iklim değişikliği ve buna bağlı yaşanan çevre sorunları, gelişen çevre sağlığı bilinci ve mevzuatlar doğrultusunda atıksuların hiçbir işlem görmeden doğrudan alıcı ortama deşarj edilmesi mümkün olmamakta ve çeşitli yaptırımlarla oluşan evsel veya sanayi kaynaklı sıvı atıkların kirlilik yüküne göre tasarlanmış atıksu arıtma tesislerinde arıtılması gerekmektedir. Bu amaçla belediyeler ve endüstriyel kuruluşlar atıksularını arıtmaya yönelik tesisler yapmışlar veya yapmak üzere programlarına almışlardır. 2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun Üçüncü Bölüm - Çevre Korunmasına İlişkin Önlemler ve Yasaklar- Madde 8. Kirlenme Yasağı ve Madde 9. Çevrenin Korunması kısımlarında belirtilen, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamak amacıyla; en az 2000 kişi nüfusa sahip il, ilçe, kasaba ve köyler Atıksu Arıtma Tesisi yaptırmak zorundadır.

Bu çalışma da, Bölgemizde bulunan Atıksu Arıtma Tesislerindeki yapısal hasarlar tespit edilerek, arıtma tesislerinde en çok kullanılan yapı malzemesi olan betonun geliştirilebilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma ile atıksu arıtma tesislerinde kullanılan betonun evsel atıksulardaki zararlı etmenlere karşı daha dayanıklı olabilmesi ve betonarme uygulamada karşılaşılan hatalara karşı bir çözüm önerisi sunabilmek, en azından hususlara dikkat çekmek hedeflenmektedir. Genel olarak bu araştırmada; evsel atıksuların özellikleri, betonarme yapıda karşılaşılan yüzey problemleri, işçilik hataları ve bölgemizde en çok karşılaşılan hatalar ele alınmakta olup mümkün olduğunca bu hususlara dair tavsiyeler verilmektedir.

3.2. İnceleme ve Araştırma Yapılan Atıksu Tesisleri

3.2.1. Yozgat Atıksu Biyolojik Arıtma Tesisi



Şekil 3.1. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi Genel Görünüşü

Tarihçesi; 2872 sayılı kanununun 8. maddesi ile her türlü atık ve atığın, çevreye zarar verecek şekilde ilgili yönetmeliklerde belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan veya dolaylı yönden alıcı ortama verilmesi, depolanması ve uzaklaştırılması yasaklanmış olup kirlenme ihtimalinin bulunduğu durumlarda ilgililer kirlenmeyi önlemekle, kirlenmemin meydana geldiği hallerde kirlenmeler kirlenmeyi durdurmak, kirlenmenin etkilerini gidermek veya azaltmakla yükümlü kılınmışlardır.

Avan projeye göre 1. kademede yapılacak ünitelerin keşfi 1987 yılı birim fiyatları ile 1 457.833.075,00 TL dir. 27.08.1991 tarihinde belediyemiz tarafından İller Bankası Genel Müdürlüğüne gönderilen yazımızda Yozgat Merkez Atıksu Arıtma Tesisinin yapılması istenmiştir. İlgili tarihte atıksu arıtma tesisi, ihalesini alan firmaya verilmiş, Ankara – Yozgat karayolu üzerinde, Bendilli mevkiinde yaklaşık 2 hektarlık alanda inşasına başlanmış ve işi alan firma işi tamamlamadan bırakmıştır.

Yozgat (merkez) Atıksu Arıtma Tesisi başka bir müteahit firmasına ihale edilmiş ve 12.06.1997 tarihinde sözleşme imzalanmıştır. Müteahit, konusuna giren tüm işler

30.06.2000 tarihine kadar tamamlayıp geçici kabule hazır hale getirmekle yükümlüdür. Bilahare söz konusu atıksu arıtma tesisi işi, İller Bankası Yönetim Kurulu tarafından başka bir şirkete devrolunmuştur. Aradan geçen 14 yıl içerisinde işi alan firmalar işi bitirememiştir. Proje bugünkü karşılığı ile yaklaşık 15 milyon TL dir. En fazla 2 yılda bitirilmesi gereken arıtma tesisi uzun yıllardır bitirilemediğinden belediyemiz maddi ve sosyal açıdan büyük sıkıntılara girmiştir. 1998 yılında Çevre Kanununa dayanılarak çıkartılan 19919 sayı ve 04.09.1998 tarihinde yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde evsel ve endüstriyel atıksular için alıcı ortam deşarj standartları getirilmiş olup, bu limit değerlere ulaşılabilmesi için arıtma tesisi zorunluluğu getirilmiştir. Yeni Belediyeler Kanunu gereği, söz konusu tesisin tamamlanıp işletmeye alınması gerekli görüldüğünden dolayı, 03.03.2005 tarih ve 34 nolu Belediye Meclis Kararı ile bu yetkinin İller Bankası'ndan alınıp tespit olunan eksikliklerin Belediye tarafından tamamlanması öngörülmüştür. İller Bankası Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı'nın 03.08.2005 tarih ve 4440 sayılı onayıyla devir işlemi tamamlanmıştır.

Yozgat Atıksu Arıtma Tesisinin 24.01.2006 tarihinde ihalesi yapılarak 15.06.2006 tarihinde deneme amacıyla tesise ilk su girişi yapılmıştır. 10.01.2008 tarihinde de Çevre Orman Müdürlüğünden deşarj izni alınmıştır. Tesis yönetmeliğe uygun bir şekilde işletilmekte ve çıkış suyu değerleri standartları sağlamaktadır.

Tesis klasik aktif çamur prosesi esasına göre projelendirilmiştir. Tesisteki üniteler:

1. Manuel kaba ızgara
2. Otomatik ince ızgara
3. Kum giderme ünitesi
4. Kum biriktirme haznesi
5. Parshall savağı
6. Ön çökeltme havuzları
7. Havalandırma havuzları
8. Son çökeltme havuzları
9. Geri devir ve fazla çamur pompa istasyonu
10. Çamur yoğunlaştırma havuzları

11. Aerobik çürütücüler
 12. Çamur susuzlaştırma ünitesi
 13. İdari bina
 14. Trafo
 15. Güvenlik kulübesi
- Tasarım depisi ve performansı;

Tablo 3.1. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi Tasarım Debileri

DEBİLER	Proje Debisi	Maksimum Debi	Ortalama Debi	Minimum Debi
	m ³ /gün	m ³ /gün	m ³ /gün	m ³ /gün
1. Asama	26.000	30.600	17.450	12.700
87.000 Eşdeğer Nüfus				
2. Aşama	47.690	62.800	34.900	25.400
15.7000 Eşdeğer Nüfus				

Genel bilgi;

- Arıtma tesisi Bendilli mevkiinde olup 2 hektarlık alan üzerine kurulmuştur.
- İlk aşama 2005 yılı, ikinci aşama ise 2025 yılı nüfusları esas alınarak projelendirilmiştir.
- Atıksu arıtma tesisi, klasik aktif çamur prensibine göre projelendirilmiştir.
- Atıksu arıtma tesisi karbon giderimi yapmaktadır.

- Atıksu arıtma tesisinde oluşan ön ve biyolojik çamur, aerobik çürütme işlemi görmektedir.
- Çamurun stabilizasyonu sağlanmakta ve hacmi azaltılmaktadır.
- Arıtılmış su Baltaözü deresine deşarj edilmektedir.

Tablo 3.2. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi Tasarım Kirlilik Yükleri

PARAMETRELER		KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)	BOİ ₅ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı)	AKM (Askıda Katı Madde)
GİRİŞ	mg/l	350	203	300
	kg/gün	6100	3540	5235
ÇIKIŞ	mg/l	75	30	30
	kg/gün	1300	520	520
VERİM	%	80	85	90

Atıksu Arıtma Tesis İş Akım Şeması Açıklanması;

1. Atıksu Girişi

2. Kaba ve İnce Izgara

Tesise giren atıksudaki; ağaç parçaları, paçavra, çaput, teneke kutular vb. büyük parçalar kaba ızgarada, daha küçük parçalar ise ince ızgarada tutulur ve katı atık düzenli depolama alanına götürülür. Daha sonra su Kum Tutucu Havuzlarına girer.

3. Kum Tutucu Havuzlar

Kum ve çakıllar giderilir. Biriktirilen kum ve çakıllar katı atık düzenli depolama alanına götürülür. Daha sonra su Parshal Savağına iletilir.

4. Parshal Savağı

Tesise giren atıksuyun miktarı ölçülür ve debi kaydedilerek Ön Çökeltme Havuzuna iletilir.

5. Ön Çökeltme Havuzları

Atıksudaki çökebilen ve yüzebilen maddeler giderilir. Giderilen çamur, yoğunlaştırma havuzuna atıksu ise havalandırma havuzuna iletilir.

6. Havalandırma Havuzları

Atıksudaki askıdaki ve çözülmüş organik maddeler bakteriler tarafından parçalanılarak giderilir. Ve atıksu Son Çökeltme Havuzuna iletilir.

7. Son Çökeltme Havuzları

Atıksu dinlendirilerek çöken çamur alınır su ise alıcı ortama verilir. Çekilen çamur geridevir ünitesine aktarılır.

8. Yoğunlaştırma Havuzu

Ön Çökeltme Havuzundan alınan çamur burada yoğunlaştırılarak Çamur Çürütme Havuzuna gönderilir. Üst kısımdan süzülen su ise Geri Devir Ünitesine iletir.

9. Çamur Çürütme Havuzu

Çamur, aeratörler yardımıyla çürütülerek dekantöre iletir.

10. Dekantör Ünitesi

Gelen çamur dekantör ünitesinden geçirilerek susuzlaştırılarak çamur keki oluşturulur. Sıkışma suyu depoda biriktirilerek Ön Çökeltme Havuzuna geri gönderilir. Çamur keki ise katı atık düzenli depolama alanına götürülür.

11. Sıkışma Suyu Deposu

Dekantör çıkan suyun biriktirilip tekrar Ön Çökeltme Havuzuna iletildiği depodur.

12. Geri Devir Ünitesi

Son Çökeltme Havuzlarından çekilen çamur bu üniteye biriktirilerek 2 adet 20kW gücündeki pompalarla Havalandırma Havuzuna geri devredilir. Fazla Çamur ise 1 adet 15kW pompa ile Yoğunlaştırma Havuzuna basılır.

3.2.1.2. Atıksu Arıtma Tesisinin Prosesleri

3.2.1.2.1. Giriş Yapısı, Izgaralar ve Kum Tutucu Ünitesi

Atıksular, 2 ana kollektörle tesis girişine gelmektedir. Giriş yapısında, By-pass odası bulunmaktadır. Tesis kapasitesinin üstünde atıksu gelmesi durumunda ya da tesisin işletmesini aksatacak kalitede bir atıksu gelmesi durumunda, atıksu bu hattan alıcı ortama verilmektedir.



Şekil 3.4. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi - Giriş Kanalı



Şekil 3.5. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi - By-Pass Hattı

By-pass odasının devamında 9 cm çubuk aralıklı manuel kaba ızgaraya bulunmaktadır. Suyun hızı ızgaralardan geçerken 0,5 m/sn - 1 m/sn arasında tutulmalıdır. Atıksu ile birlikte gelen kaba pislikler bu ızgaralarda tutulmaktadır. Ve tutulan atıklar, bir konteynırda biriktirilerek Katı Atık Bertaraf Tesisine gönderilip, bertarafı sağlanmaktadır. Ardından atıksular 2,5 cm aralıklı otomatik ince ızgaradan geçirilmektedir. Kaba ızgaradan geçebilen, işletmeyi aksatabilecek yapıdaki küçük atıklar da bu ızgaralarda tutularak uzaklaşmaktadır. Yine kaba ızgaradan tutulan atıklar gibi bu atıklarda ayrı biriktirilerek Katı Atık Bertaraf Tesisine gönderilip, bertarafı sağlanmaktadır.



Şekil 3.6. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi - Kaba Izgara



Şekil 3.7. Yozgat Atıksu Arıtma - Tesisi İnce Izgara



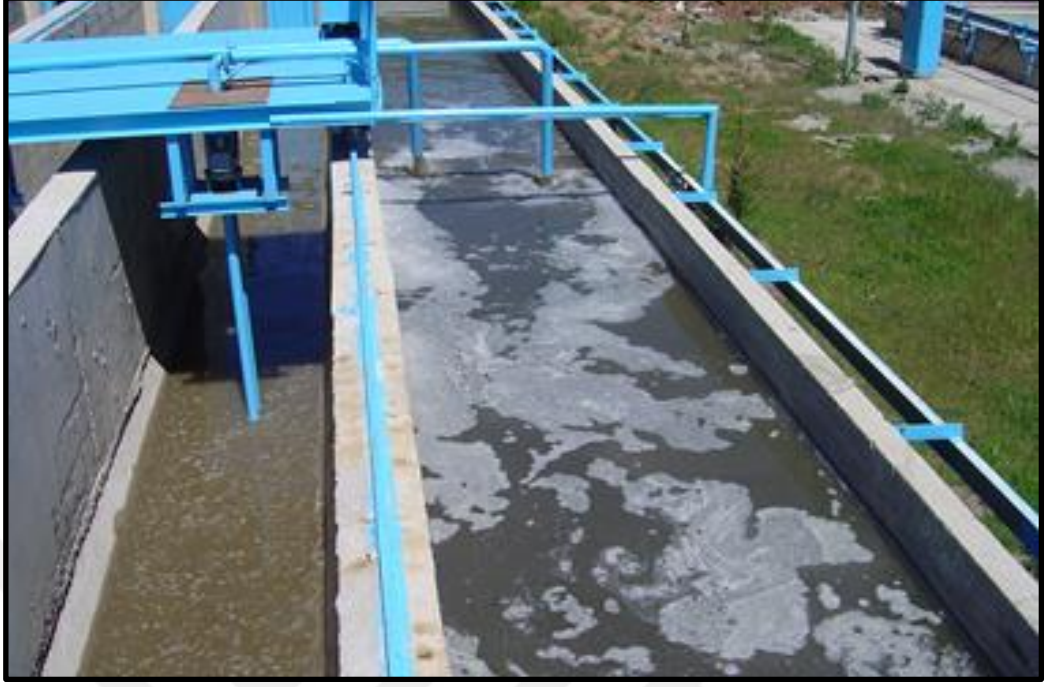
Şekil 3.8. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi - İnce Izgara

İnce ızgaralardan geçerek temizlenen atıksu daha sonra Kum Tutucu Havuzlardan geçirilir. Kum tutucu ünitesinde 2 adet havuz bulunmaktadır. Havuzların üzerinde, sürekli hareket eden köprüye monte edilmiş düşey milli 2 adet kum pompası yardımıyla, atıksuyla gelen çakıl, kum gibi belirli bir ağırlığı bulunan ve rahatça çökelebilen maddelerin ileriki ünitelerde herhangi bir probleme (pompaların zarar görmesine, kanallar, borular ve çökeltme havuzlarında tıkanmaların oluşmasına) neden olmaması amacıyla sudan uzaklaştırılmaktadır. Suyun hızı bu havuzlarda 0,2 m/sn ile 0,4 m/sn arasında tutulmaktadır. Tutulan kumlar kum helezonundan geçirilerek diğer atıklarda olduğu gibi ayrı bir konteynırda biriktirilerek Katı Atık Bertaraf Tesisine gönderilip, bertarafı sağlanmaktadır.



Şekil 3.9. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Kum Tutucu Havuzlar

Kum tutucudan geçen sular, Parshall Savağından geçirilerek tesise giriş yapan su debisi her an ölçülmektedir. Günlük olarak bu verilerde kayıt altına alınmaktadır.



Şekil 3.10. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Parshall Savağı

3.2.1.2.2. Ön Çökeltme Havuzları

1. aşama için 2 adet ön çökeltme havuzu bulunmaktadır. 2. aşama için 2 adet havuz planlanmıştır. Havuzlarda; çamur ve köpük sıyrıcı, 2 adet hareketli köprü bulunmaktadır. Bu havuzda, sudaki yüzebilen ve çökebilene küçük parçacıklar uzaklaştırılır. Şekil 3.10.'da görülen savaklar yardımıyla da su havalandırılarak azot giderimi sağlanır.

- Beher Havuz Uzunluğu : 41 m
- Beher Havuz Genişliği : 7 m
- Beher Havuz Derinliği : 2,8 m
- Beher Havuz Hacmi : 800 m³



Şekil 3.11. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Ön Çökeltme Havuzu

3.2.1.2.3. Havalandırma Havuzları

1. aşama için 2 adet ön havalandırma havuzu bulunmaktadır. 2. aşama için 2 adet daha havuz planlanmıştır. Havuzlarda 2 şer adet 37 kW gücünde yüzeysel havalandırıcı bulunmaktadır. Bu havuzlarda atıksudaki çözülmüş organik maddelerin bakteriler yardımıyla parçalanması sağlanarak organik kirlilik giderilmektedir.

- Beher Havuz Uzunluğu :32 m
- Beher Havuz Genişliği : 16 m
- Beher Havuz Derinliği : 3,8 m
- Beher Havuz Hacmi :1950 m³



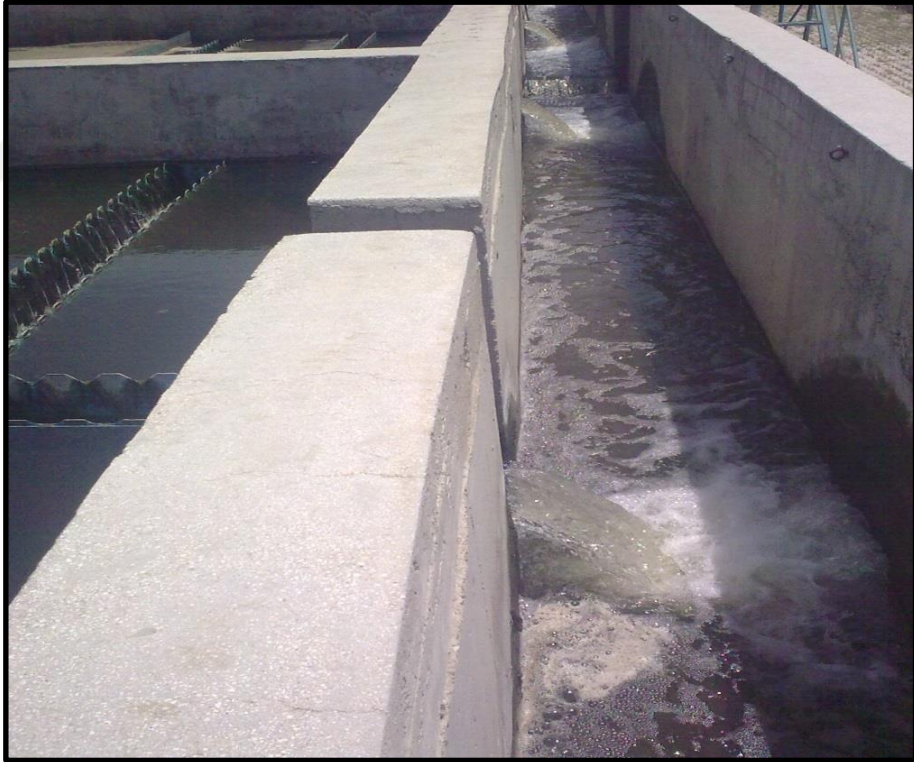
Şekil 3.12. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzu

3.2.1.2.4. Son Çökeltme Havuzları

1. aşama için 4 adet son havalandırma havuzu bulunmaktadır. 2. aşama için 4 adet daha havuz planlanmıştır. Her havuzda sürekli hareket eden yatay sıyırıcılar bulunmaktadır. Bu havuzda, havalandırma havuzundan gelen atıksu dinlendirilmektedir. Dinlenen su yüzey savaklarından alıcı ortama deşarj edilmektedir.



Şekil 3.13. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzu



Şekil 3.14. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzu Çıkış Suyu



Şekil 3.15. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzu Çıkış Suyunun Alıcı Ortama Deşarj Edilen Noktası

- Beher Havuz Uzunluğu : 41 m
- Beher Havuz Genişliği : 7 m
- Beher Havuz Derinliği : 2,9 m
- Beher Havuz Hacmi : 830 m³

3.2.1.2.5. Çamur Yoğunlaştırma Havuzları

1. aşama için 1 adet çamur yoğunlaştırma havuzu bulunmaktadır. 2. aşama için 1 adet daha havuz planlanmıştır. Havuzda 1 adet dairesel sıyırıcı bulunmaktadır.



Şekil 3.16. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Yoğunlaştırma Havuzu

- Havuz Çapı : 14 m
- Havuz Alanı : 154 m²
- Havuz Derinliği : 3.5 m
- Havuz Hacm : 547 m³

3.2.1.2.6. Aerobik Çürütme Havuzları

1. aşama için 1 adet aerobik çürütücü havuzu bulunmaktadır. 2. aşama için 1 adet daha havuz planlanmıştır. Havuzda 3 adet 30 kW gücünde yüzeysel havalandırıcı bulunmaktadır.

- Havuz Uzunluğu : 39 m
- Havuz Genişliği : 13 m
- Havuz Derinliği : 3.5 m
- Havuz Hacmi : 1775 m³



Şekil 3.17. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Çürütme Havuzu



Şekil 3.18. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Çürütme Havuzu

3.2.1.2.7. Çamur Susuzlaştırma Ünitesi

1. ve 2. aşamalar için 1 adet dekantör binası bulunmaktadır. Binada 1 adet dekantör bulunmaktadır. 3600 devirle çalışmaktadır. Çamur çürütme havuzundan gelen su, dekantörden geçirilerek susuzlaştırılmaktadır. Çıkan susuz çamur ayrı bir konteynırda biriktirilerek Katı Atık Bertaraf Tesisine gönderilmektedir.



Şekil 3.19. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi – Dekantör



Şekil 3.20. Yozgat Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Çürütme Havuzu

3.2.2. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi



Şekil 3.21. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Genel Görünüşü

3.2.2.1. Tesis Hakkında Genel Bilgi

Atıksu arıtma tesisi Nevşehir ili sınırlarında Nar ve Burgaz ilçeleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Arıtma tesisinin seçilen alanı yaklaşık 40.000 m² yi kapsamaktadır. Alıcı ortam olan Karaağaç Deresi Arıtma Tesisinin Kuzeyinde kalmaktadır.

Nevşehir AtıkSu Arıtma Tesisi, AB projesi olarak hazırlanmıştır. Toplam bütçe 6.653.356 avro olup, 4.990.017 Avrosu AB tarafından finanse edilmiştir. Çalışmalar Ocak 2008 de başlayıp, Kasım 2011 de bitirilerek tesis faaliyete alınmıştır.

Arıtma Tesisinin faaliyete alınması sayesinde Arıtılan atıksuyun kirlilik yükünün azaltılması suretiyle Karaağaç Deresi ve Kızılırmak Nehrinin çevresel durumunu iyileştirmektedir.

Arıtma Tesisi, 1. aşamada 9.000 endüstriyel tesis ve 125.000 kişilik bir nüfusu kapsayan, fiziksel ve biyolojik aşamalı mekanik-biyolojik plandan oluşmaktadır.

Arıtma Tesisi, 2. aşaması tamamlandığında toplamda 14.000 endüstriyel tesis ve 170.000 kişilik bir nüfusun atıksularını arıtmaktadır.

Arıtma tesisine gelen kanalizasyon hattı ayırık sistemdir ve ana kolektör 1.000 mm çapa sahiptir.

Proje için havuz tasarım verileri olan Hidrolik yükler ve Kirlilik yükleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Kirlilik yükleri;

Çıkış suyu standartları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.3. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Kirlilik Yükleri

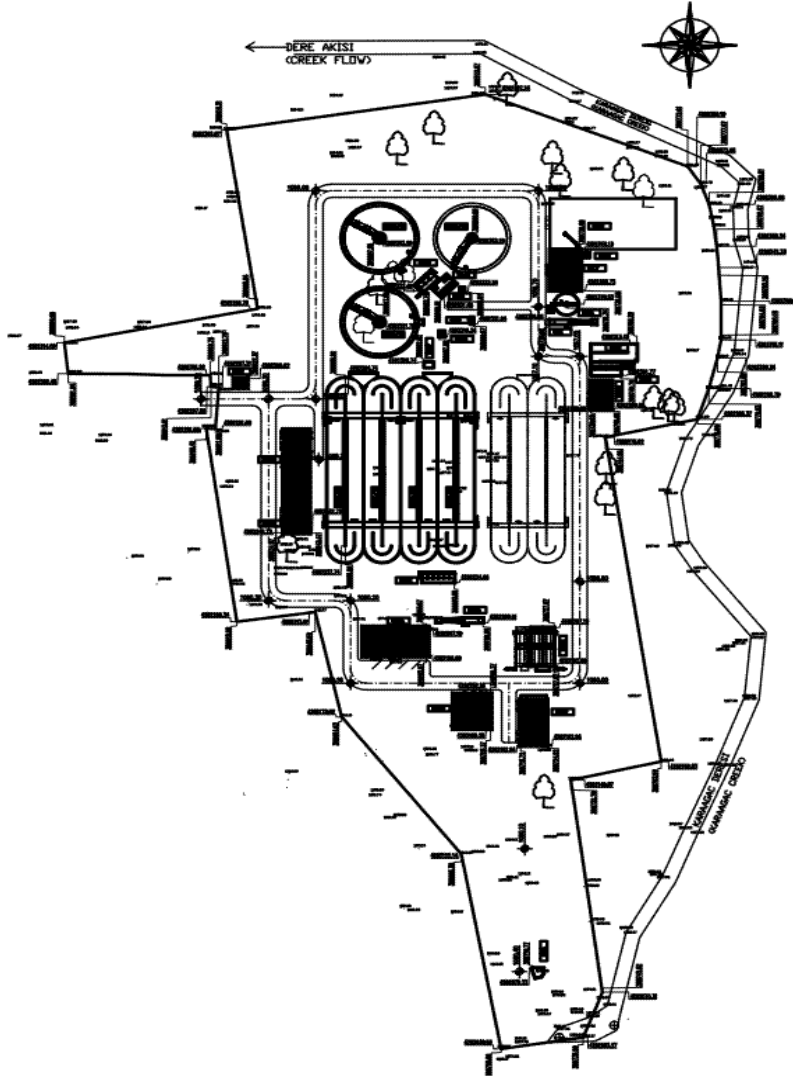
BOI ₅	< 20 mg/ l
KOI (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)	< 90 mg/ l
AKM (Askıda Katı Madde)	< 20 mg/ l
NH ₄ - N	< 2 mg/ l
O ₂	> % 60 doygunluk
Koliform Bakteriler (E.coli)	< 500 nos./ 100 ml

Hidrolik yükler;

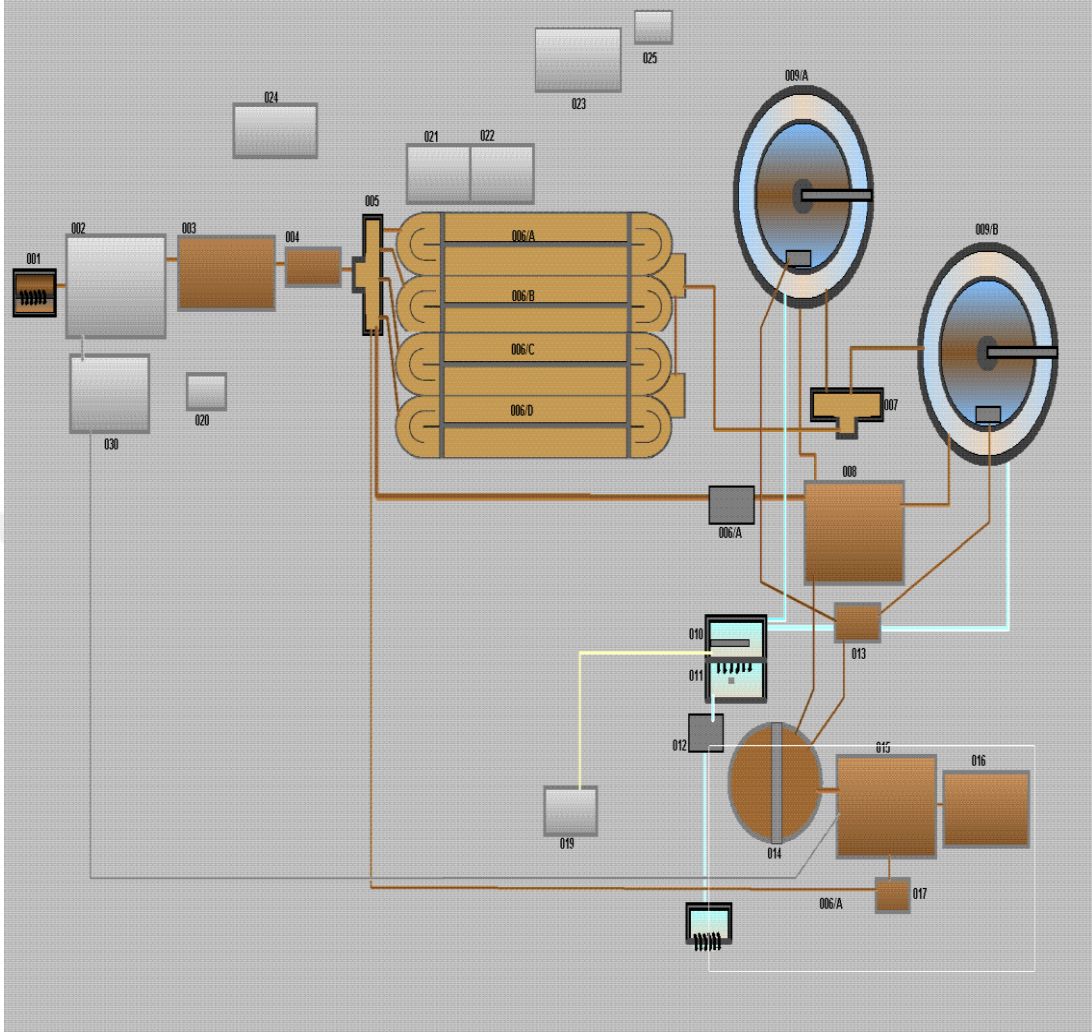
Tablo 3.4. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Tasarım Debileri

	Hidrolik proje akım hızları (m ³ / saat)	
	1.Kademe (2020)	2. Kademe (2035)
Minimum Debi	413	613
Günlük Ortalama Debi	656	976
Maksimum Debi	1.412	2.109

3.2.2.2. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Vaziyet Planı ve İş Akım Şeması



Şekil 3.22. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Vaziyet Planı



Şekil 3.23. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi İş Akım Şeması

3.2.2.3. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Prosesleri

002		
IZGARALAR VE POMPA İSTASYONU (SCREENS AND PUMP STATION)		
002-MEK-001/1/2/3	PENSTOCK	L=1200mm W=800mm
002-MEK-002/1/2	MEKANİK KABA İZGARA (MECHANICAL COARSE SCREEN)	Q=1055m ³ /h D=50mm
002-MEK-003	MANUEL KABA İZGARA (MANUAL COARSE SCREEN)	Q=1055m ³ /h D=50mm
002-MEK-004/1/2	MEKANİK İNCE İZGARA (MECHANICAL FINE SCREEN)	Q=1055m ³ /h D=5mm
002-MEK-005/1/2	KONVEYOR (CONVEYOR)	W=600mm V=0.2-0.5m/sec
002-MEK-006	İZGARA PRES (SCREEN PRESS)	Q=30m ³ /h
002-MEK-007/1/2	KONTEYNER (CONTAINER)	V=5m ³
002-MEK-008/1/2/3/4	GİRİŞ TERFİ POMPALARI (INLET PUMPS)	Q=530m ³ /h H=8.0m
002-MEK-009	MONORAY (MONORAIL)	1 TON

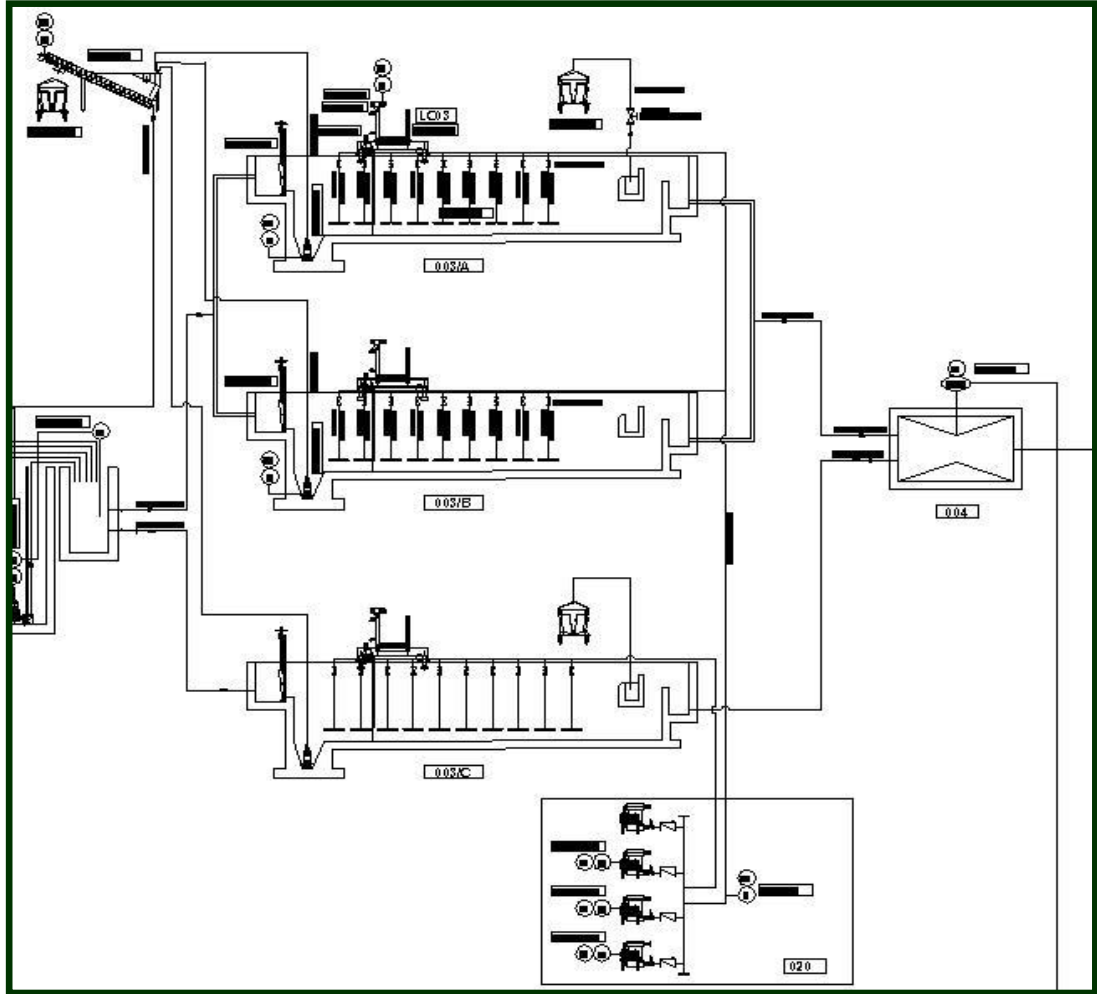
Şekil 3.24. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Izgara ve Pompa Verileri

003		
HAVALANDIRMALI KUM VE YAG TUTUCU HAVUZU (AERATED GRIT & GREASE CHAMBER)		
003-MEK-001/1/2	PENSTOCK (PENSTOCK)	L=1000mm W=800mm
003-MEK-002/1/2	KUM POMPALARI (GRIT PUMP)	Q=36m³/h H=5m
003-MEK-003	SIYIRICI KOPRU (SCRAPPER BRIDGE)	L=8.0m
003-MEK-004/1/2	KONTEYNER (CONTAINER)	V=5m³
003-MEK-005	BORU TIP DIFIZOR (DIFFUSER BLOCKAGE)	Q=8m³/h
003-MEK-006	KUM AYIRICI (GRIT CLARIFIER)	Q=36m³/h
004		
PARSHALL SAVAGI (PARSHALL FLUME)		
004-ENS-001	ULTRASONIK DEBİMETRE (ULTRASONIC FLOWMETER)	Q=36m³/h

Şekil 3.26. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırmalı Yağ ve Kum Tutucu Havuzu Verileri

3.2.2.3.2. Havalandırılmalı Yağ ve Kum Tutucu

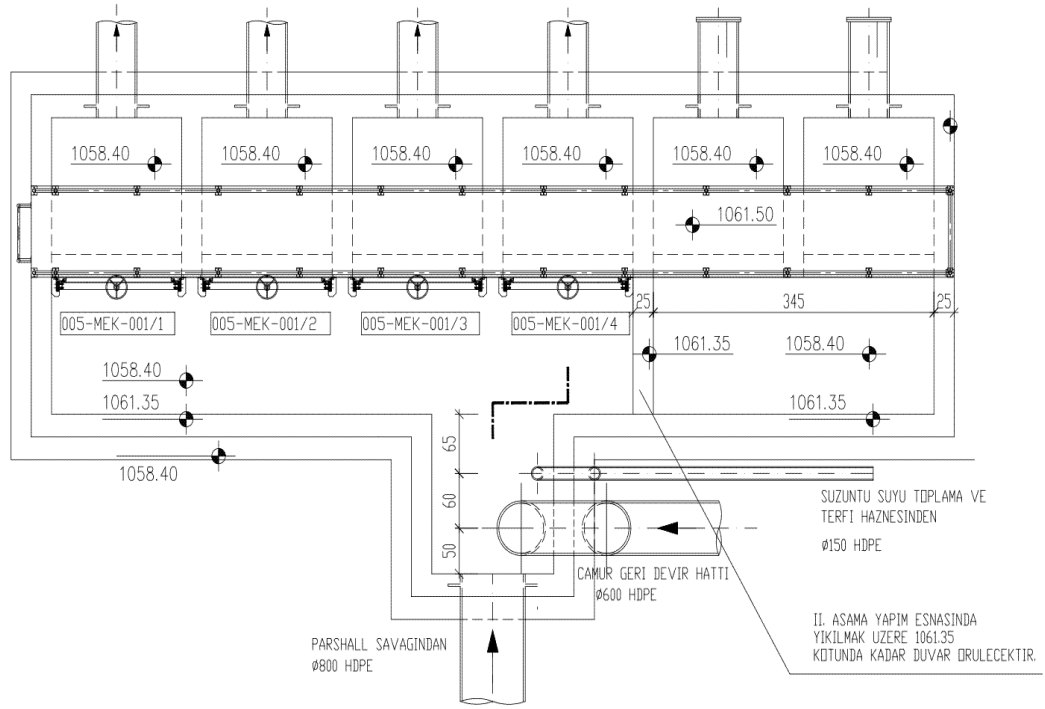
Pompa istasyonunda terfi ettirilen ham atıksu, organik olmayan katı maddelerin ve yağların uzaklaştırılmasının sağlanacağı iki kanallı havalandırılmalı kumu tutan havuza alınır. Çöken tanecikler sıyrıcı ile sıyrılarak kum haznesinde biriktirilir. Kum haznesinden de pompa ile kum ayırıcıya iletilir. Kum ayırıcıdan çıkan tanecikler yıkama işlemine tabi tutulduktan sonra konteynırlara boşaltılır. Kum yıkama suyu ham su pompa istasyonu haznesine verilmiştir. Yağ tutucu sistem, kum tutucu ünitesinin yan savaklarında toplanıp, hareket edebilen sıyrıcı köprüye bağlı bulunan sistemden sistemden ayrılarak, yağ biriktirme konteynırına iletecek şekilde tasarlanmıştır. Atıksu daha sonra cazibe ile parshall savağına geçecektir.



Şekil 3.27. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırılmalı Kum ve Yağ Tutucu Havuzlar Şeması

005		
HAVALANDIRMA HAVUZU DAGITIM YAPISI (AERATION TANKS DISTRIBUTION CHAMBER)		
005-MEK-001/1/2/3/4	PENSTOCK	L=1600mm W=500mm
006		
HAVALANDIRMA HAVUZU (EXTENDED AERATION TANKS)		
006-MEK-001/1/2/3/4/5/6/7/8	MIKSER (MIXER)	N=5.3kW D=41 d/d
006-MEK-002	DISK DIFIZOR (DISC DIFFUSER)	Q=5m ³ /h
022		
BLOWER BINASI (BLOWER BUILDING)		
022-MEK-001/1/2/3	BLOWER (BLOWER)	Q=7500m ³ /h H=700mBar
022-MEK-002	VİNÇ (CRANE)	3 TON

Şekil 3.29. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Giriş Parshall Savağı Verileri

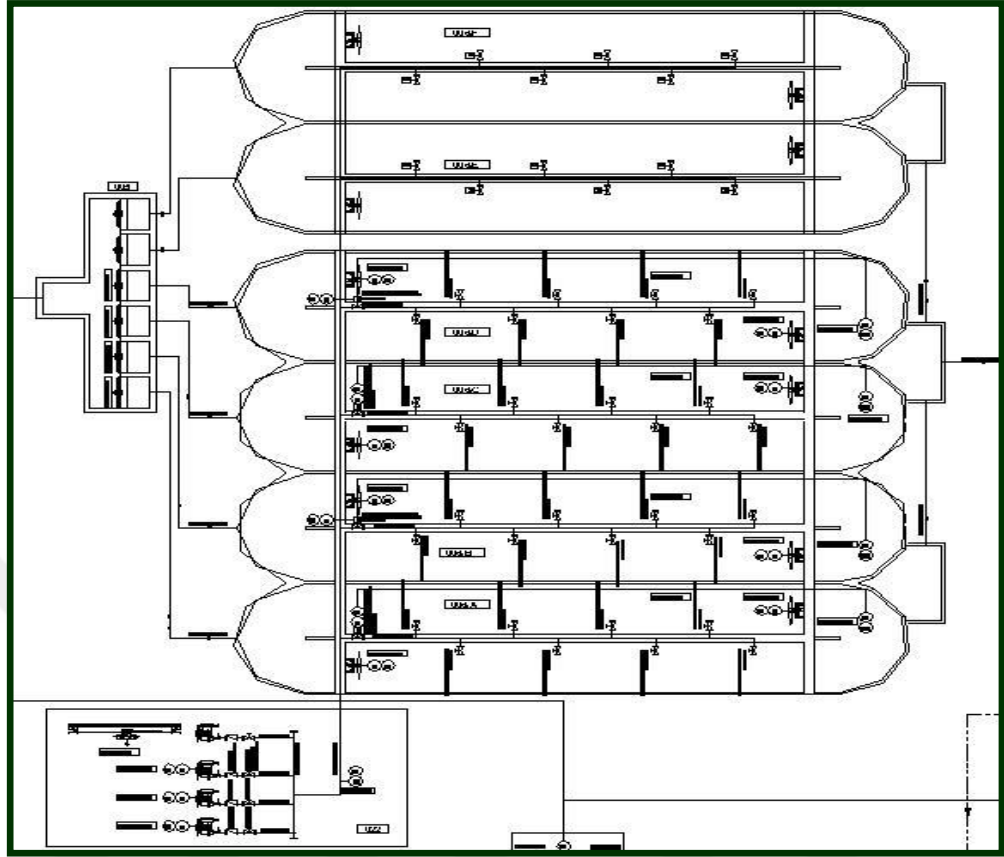


Şekil 3.30. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzu Dağıtım Yapısı

3.2.2.3.5. A/B/C/D Havalandırma Havuzları

Havalandırma havuzları Carrousel tip 4 hazneli oksidasyon hendekli aktif çamur sistemi olarak tasarlanmıştır. Mikroorganizmaların büyümesi için gerekli hava blower+difüzör sistemi ile havuzdaki yatay hız ise muz tipi dalgıç karıştırıcılar ile sağlanmaktadır. Havalandırma havuzları atıksudaki karbon ve amonyağın giderilmesi için tasarlanmıştır. Havalandırma havuzlarından çıkan sular ön çöktürme havuzuna iletilir.

Aerobik atıksu arıtma, organik maddelerin (besinlerin) inorganik maddelere çevrimi prensibine dayanmaktadır. Bu çevrim mikroorganizmalarca, daha çok bakterilerce gerçekleştirilmektedir. Atıksudaki kirleticiler bakteriler tarafından CO₂ ve H₂O gibi inorganik maddelere dönüştürülürken, bu işlem için bakterinin oksijene ihtiyacı vardır.



Şekil 3.31. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzları Şeması

Diğer bütün biyolojik proseslerde olduğu gibi aerobik indirgeme de enzimler tarafından kontrol edilir, birçok biyokimyasal reaksiyon arka arkaya meydana gelmektedir. İlkinin ürünleri ondan sonrakinin besinleridir. Bu indirgeme reaksiyonları; adsorbsiyon, resorbsiyon, asimilasyondur.

Aerobik indirgemedede ilk adım besinlerin adsorbsiyonudur. Adsorbsiyon bakteri hücrelerinin yüzeylerinde meydana gelmektedir. Sonra küçük besin molekülleri hücrelerce emilip, uzun zincirli besin molekülleri hücre dışında eksoenzimlerce indirgenmektedir. Böylece emilebilecek daha küçük moleküller oluşmaktadır.

Hücre içinde bu maddeler, hücrenin hayatını sürdürebilmesi, yeni hücreler oluşturabilmesi için gerekli biyokimyasal proseslerin gerçekleştirilmesi için enerji kazanma amacıyla kullanılmaktadır. Hücre işlevini sürdürmek için gerekli enerji endogenous(enerji alan) metabolizmadır. Daha fazla enerji elde edilebilirse hücreler büyümeye, çoğalmaya başlar, bu da asimilasyon diye adlandırılmaktadır.

Aerobik atıksu arıtımında; oluşturulan biyokütle aktif çamur içinde yer almaktadır. Aktif çamur inorganik katılar ve organik maddeler içerir. Organik maddeleri; canlı bakteri hücreleri, ölü bakteri hücreleri ve organik makro moleküller oluşturmaktadır. Canlı bakteri hücreleri, atıksudaki kirliliği yok edecek ve hücrenin yaşamasını, çoğalmasını sağlayacak enzimleri içeren biokütledir.

Atıksu kompozisyonu ve arıtma prosesi; aktif çamurun fiziksel, kimyasal, ve biyolojik yapısını etkiler. Bu yüzden tesisten tesise ve zamana bağlı olarak değişiklikler görülebilir.

Aktif çamur prosesi yoluyla biyolojik atıksu arıtmanın ön şartı son çöktürme tankını kullanarak aktif çamur tankındaki bakterilerin (biyokütlenin) zenginleştirilmesidir. Aktif çamur tankında biyokütle ve atıksu tamamıyla karışmaktadır. (UAKM, aktif çamur tankı askıda uçucu katı madde). UAKM aktif çamur tankından devamlı bir şekilde son çöktürme tankına gönderilmekte ve burada, daha ağır olan biyokütle temiz sudan çökme yoluyla ayrılmaktadır. Çöken biyokütle pompalar vasıtasıyla aktif çamur tankına, aktif çamur tankındaki son biyokütle konsantrasyonu elde edilene dek geri gönderilmektedir. Son olarak fazla çamur sabit olarak sistemden uzaklaştırılmaktadır.

3.2.2.3.6. Son Çöktürme Havuzları Toplama Dağıtım Yapısı

Havalandırma havuzlarından geçen atıksular yine cazibe ile Son Çöktürme Havuzları Dağıtım yapısına gelecektir. Dağıtım yapısında bulunan kapaklar vasıtasıyla atıksu Son Çöktürme Havuzlarına yönlendirilecektir.

3.2.2.3.7. Çamur Geri Devir Ve Fazla Çamur Pompa İstasyonu

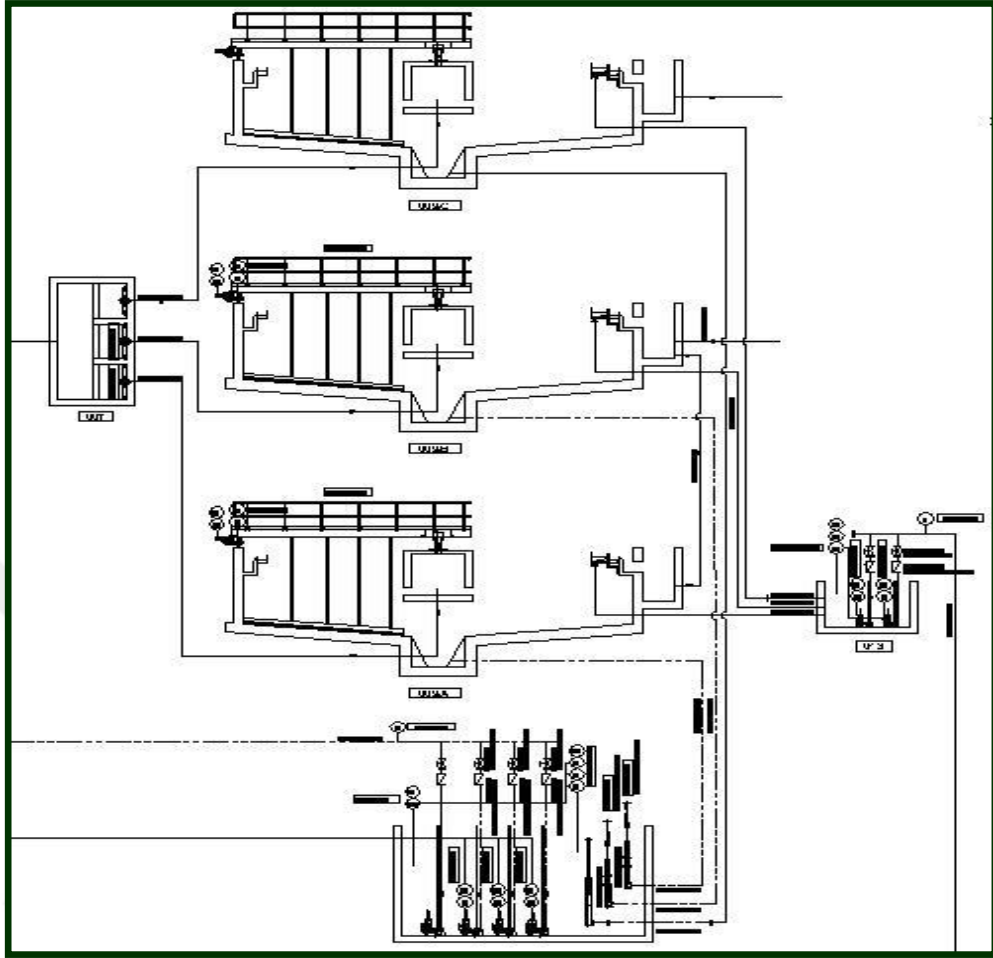
Son çöktürme havuzları dip çamurları bu hazneye iletilir çamurun bir kısmı havalandırma havuzlarındaki mikroorganizma konsantrasyonunu sabit tutmak amacı ile geri devredilirken fazla çamur susuzlaştırılmak üzere mekanik yoğunlaştırma ünitesine basılır.

3.2.2.3.8. A/B/V Son Çöktürme Tankı

Son çöktürme havuzunda durgun hidrolik koşullarda atıksu içerisindeki askıda katı maddelerin çökmesi sağlanacaktır. Çöken katı maddeler merkezi tahrikli dairesel yarım köprü sıyrıcının alt sıyrıcıları ile toplanarak Çamur Geri Devir ve Fazla Çamur Pompa İstasyonuna iletilecek, yüzer maddeler ise üst sıyrıcı ile toplanıp köpük toplama haznesine iletilecektir. Savaklanan sular çıkış toplama yapısına iletilecektir.

007		
SON ÇÖKTÜRME H. TOPLAMA DAĞITMA YAPISI (COLLECTION&DISTRIBUTION CHAMBER OF S. CLARIFIER)		
007-MEK-001/1/2	PENSTOCK	L=700mm W=700mm
008		
CAMUR GERİ DEVİR VE FAZLA CAMUR POMPA İSTASYONU (RETURN SLUDGE & SURPLUS SLUDGE PUMP STATION)		
008-MEK-001/1/2/3	CAMUR GERİ DEVİR POMPASI (RETURN SLUDGE PUMP)	Q=350m³/h H=7.00m
008-MEK-002/1/2	TELESKOPIK VANA (TELESCOPIC VALVE)	D=400mm
009		
SON ÇÖKTÜRME HAVUZU (SECONDARY CLARIFIER)		
009-MEK-001/1/2	SIYIRICI KOPRU (SCRAPPER BRIDGE)	L=14.0m
013		
KÖPÜK TOPLAMA VE TERFİ HAZNESİ (SCUM COLLECTION AND PUMP SUMP)		
013-MEK-001/1/2	KÖPÜK POMPASI (SCUM PUMP)	Q=10m³/h H=5m

Şekil 3.32. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çöktürme Havuzları Toplama Dağıtım Verileri



Şekil 3.33. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzları Şeması.

3.2.2.3.9. Kaskat Havalandırma Havuzu

Dezenfekte edilmiş arıtılmış su kaskat havalandırmadan geçirilerek deşarj öncesi oksijen içeriğinin artırılması sağlanır.

3.2.2.3.10. Akış Ölçer Odası

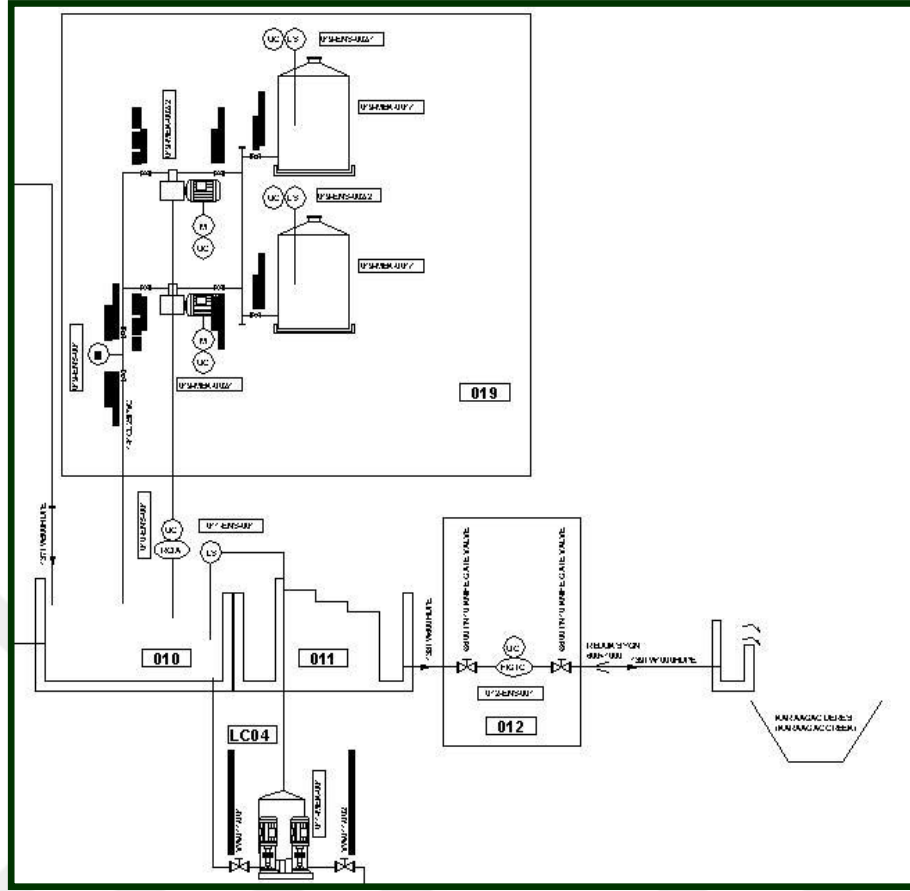
Akış ölçer odasına yerleştirilecek bir elektromanyetik debimetre vasıtasıyla arıtma tesisinden çıkan atıksu miktarı takip edilecektir.

010		
KLOR TEMAS HAVUZU (CHLORINE CONTACT BASIN)		
011		
KASKAT HAVALANDIRMA UNITESI (CASCADE AERATION UNIT)		
011-MEK-001	FILTRE BESLEME HIDROFORU (FILTER F. HYDROPHORE)	Q=40m ³ /h H=4.0Bar
012		
AKIS OLCER ODASI (FLOWMETER CHAMBER)		
019		
KLOR TEMAS HAVUZU (CHLORINE CONTACT BASIN)		
019-MEK-001/1/2	TANK (TANK)	V=5000lt Malz: POLIYETILEN
019-MEK-002/1/2	DOZAJ POMPASI (DOSAGE PUMP)	Q=15lt/h H=4.0Bar

Şekil 3.34. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Klor Temas Havuz Verileri

3.2.2.3.11. Köpük Toplama ve Terfi Haznesi

Son çöktürme havuzları yüzeydeki köpükler bu hazneye iletilir daha sonra pompa ile Çamur Dengeleme Tankına iletilir.



Şekil 3.35. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Klor Temas Havuzları Şeması

3.2.2.3.12. Çamur Dengeleme Tankı

Fazla çamurun beltpreslere basılmadan önce depolandıkları tanktır. Tankta çamur bir dalgıç mikser vasıtasıyla karıştırılmaktadır. Biyolojik çamur daha sonra susuzlaştırılması için pompa ile Beltpreslere basılır.

014		
ÇAMUR Dengeleme Tankı (SLUDGE BUFFER TANK)		
014-MEK-001	MIKSER (MIXER)	N=2.3kW D=1370rpm

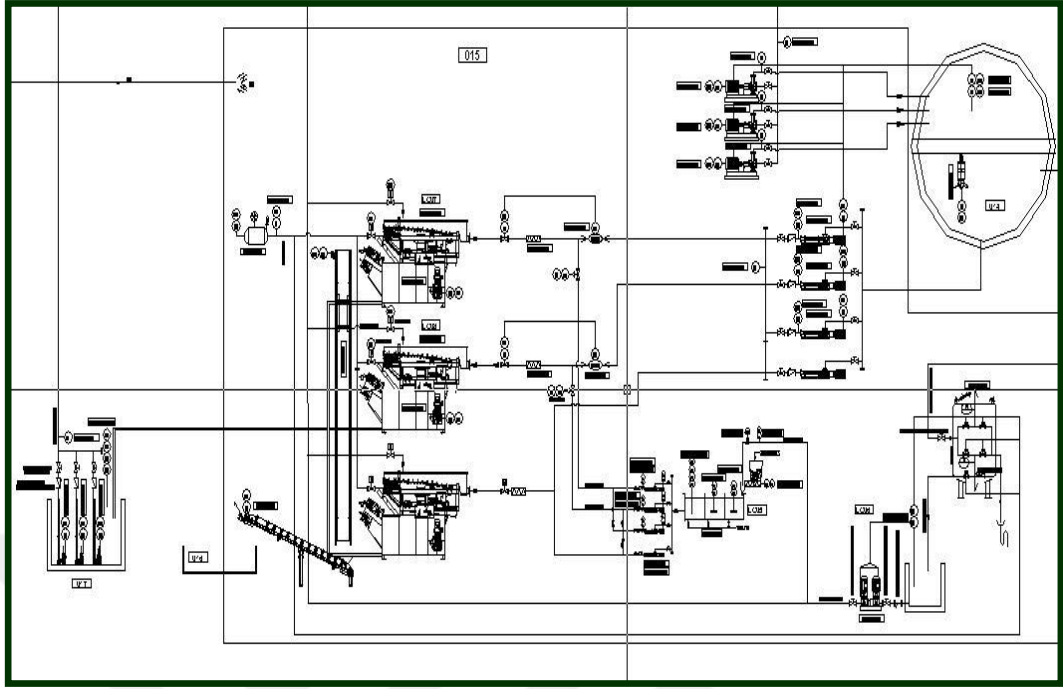
015		
ÇAMUR SUSUZLAŞTIRMA ÜNİTESİ (SLUDGE DEWATERING UNIT)		
015-MEK-001/1/2/3	CAMUR BESLEME POMPALARI (SLUDGE FEEDING PUMP)	Q=16m ³ /h H=4.0Bar
015-MEK-002/1/2	STATİK MIKSER (STATIC MIXER)	D=100mm
015-MEK-003/1/2	MEKANİK YOGUNLAŞTIRICI (MECHANICAL THICKENER)	Q=16m ³ /h KM=130kg/h
015-MEK-004/1/2	BELT FİLTRE PRES (BELT FILTER PRESS)	Q=4m ³ /h KM=130kg/h
015-MEK-005	KOMPRESOR (COMPRESSOR)	Q=50lt/dk H=8.0Bar
015-MEK-006	KONVEYÖR (CONVEYOR)	W=600mm V=0.2-0.5m/sn
015-MEK-007	KONVEYÖR (CONVEYOR)	W=600mm V=0.2-0.5m/sn
015-MEK-008	POLİHAZIRLAMA TANKI (POLYELECTROLIT TANK)	Q=2000lt/h
015-MEK-009/1/2/3	POLİDOZAJ POMPASI (POLY. DOSING PUMP)	Q=650 lt/h H=4.0Bar
015-MEK-010/1/2/3	FAZLA CAMUR POMPASI (SURPLUS PUMP)	Q=25m ³ /h H=7m
015-MEK-011	KUM FİLTRESİ (SAND FILTER)	D=1.9m
015-MEK-012	KULLANIM HİDROFORU (USING HYDROPHORE)	Q=40m ³ /h H=6.0Bar

017		
SUZUNTU SUYU TOPLAMA VE TERFİ HAZNESİ (EXCESS WATER DISTRIBUTION & PUMP SUMP)		
017-MEK-001/1/2/3	SUZUNTU SUYU POMPALARI (EXCESS WATER PUMPS)	Q=22m ³ /h H=12m

Şekil 3.38. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Dengeleme Tankı Verileri

3.2.2.3.13. Çamur Susuzlaştırma Sistemi

Çamur Dengeleme Tankından alınan çamurlar susuzlaştırılmak üzere beltpres ünitesine verilir. Beltpres çıkışında katı madde yoğunluğunun artırılması için beltpres besleme hattına katyonik polimer dozajı uygulanacaktır. Beltpresden çıkan, katı madde içeriği artırılmış çamur kekleri bir konveyör sistemi ile çamur depolama alanına aktarılacaktır. Beltpres süzöntü suları ise cazibeyle süzöntü suyu havuzuna iletilir.



Şekil 3.36. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Dengeleme Tankları Şeması

3.2.2.3.14. Çamur Depolama Sistemi

Beltpreslerden çıkan susuzlaştırılmış çamurun depolanacağı alandır.

3.2.2.3.15. Süzüntü Suyu Toplama ve Pompa İstasyonu

Çamur Dengeleme Tankı, Beltpres Ünitesi, Çamur Depolama Alanı süzüntü suları bu havuza gelecek, buradan pompa ile Ön Çöktürme Havuzu Dağıtım Yapısına iletilecektir.

3.2.2.3.16. Akış Ölçer Odası

Akış ölçer odasına yerleştirilecek bir elektromanyetik debimetre vasıtasıyla geri devir debisi takip edilecektir.

3.2.2.3.17. Çıkış Haznesi

Kaskat havalandırma sonrası suyun geldiği haznedir. Bu hazneden çıkış suyu kalitesinin ölçümü için numune alınır.

3.2.3. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi



Şekil 3.38. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Genel Görünüşü

3.2.3.1. Tesis Hakkında Genel Bilgi

Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi, Kırşehir ili sınırları içinde, Kuşdilli Mahallesi Demirci Deresi Mevkii'nde, şehir merkezine yaklaşık 9 kilometre uzaklıkta inşa edilmiştir.

2008 yılı içerisinde ihalesi yapılmış olup 2011 yılında tamamlanmış ve 2012 yılında faaliyete alınmıştır.

Günlük 25 bin metreküp atıksuyu arıtma kapasite ile 155 bin kişilik nüfusa hizmet vermektedir.

Kırşehir Arıtma Tesisi'nin tasarım değerleri aşağıda belirtilmiştir.

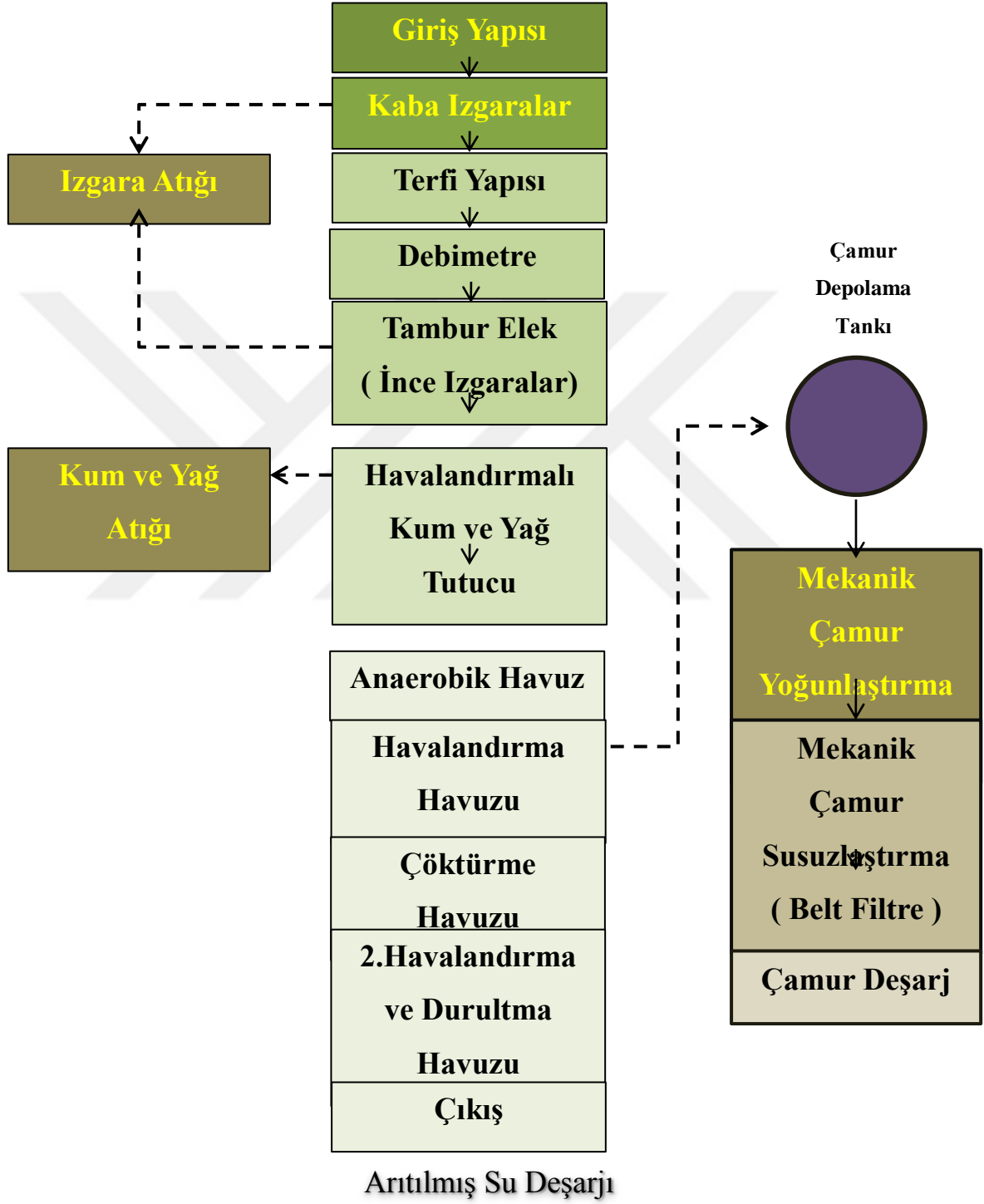
Tablo 3.5. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Tasarım Değerleri

TASARIM DEĞERLERİ	
Tasarım Nüfusu	122.000 E.N
Tesis Debisi	25.000 m ³ /gün
Tasarım Standardı	ATV-DVWK 131 E Standartları
Çamur Yaşı	20 gün (15 °C)
Geri Devir Oranı	80%
SVI	100 l/kg
MLSS	4,00 kg/m ³
F/M	0,065 kg BOİ5/kg MLSS-gün
Hava İhtiyacı	12000 m ³ /sa
Tesis Alanı (Telçit İçi)	24,40 Dönüm

Tablo 3.6. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Verimi Değerleri

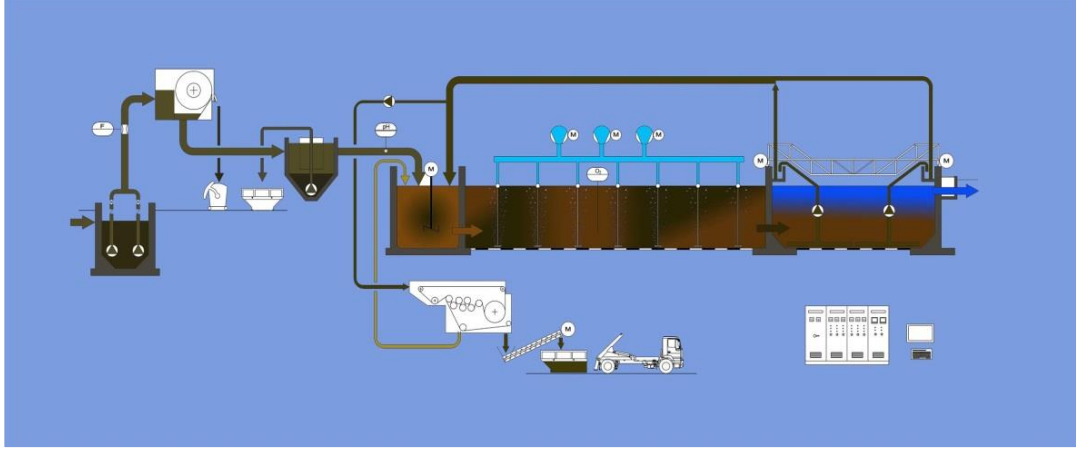
ARITMA VERİMİ			
PARAMETRELER	GİRİŞ DEĞERLERİ	ÇIKIŞ DEĞERLERİ	İŞLETME ÇIKIŞ DEĞERLERİ
BOİ 5	300 mg/l	25 mg/l	7-10 mg/l
KOİ	600 mg/l	125 mg/l	15-20 mg/l
AKM	300 mg/l	35 mg/l	7-10 mg/l
TOPLAM AZOT	50 mg/l	10 mg/l	4-5 mg/l
TOPLAM FOSFOR	8 mg/l	1 mg/l	0,5-1 mg/l

TESİS AKIM ŞEMASI



Şekil 3.39. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması

TESİS AKIM ŞEMASI



Şekil 3.40. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması [20]

3.2.3.2. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi Prosesleri

3.2.3.2.1. Giriş Yapısı, Izgaralar, Debimetre ve Havalandırmalı Kum-Yağ Tutucular

Tesisin 2. kademesi düşünülerek; 1. Kademe için 1 asıl – 1 yedek, 2. Kademe için 1 asıl – 1 yedek kanal yapısı bulunmaktadır.

Tesisin 1. Kademesinde; Giriş kanalları için 4 adet motorlu kapak, 1 adet önden temizlemeli Çubuk aralığı: 40 mm, Çubuk kalınlığı : 10 mm ölçülerinde mekanik kaba ızgara, 1 adet bant konveyör, 1 asıl – 1 yedek olmak üzere 1100 m³/h lik 2 adet tefi pompası, 1 adet 2 tonluk monoray vinç bulunmaktadır.

Tesise gelen su miktarını ölçmek için 1 adet DN500 Elektromanyetik debimetre bulunmaktadır.

Tesise gelen atıksu içindeki inci pislikleri bertaraf etmek için 3 adet Tambur genişliği: 2 m, Tambur aralığı: 1 mm ölçülerinde tambur elek bulunmaktadır.

Terfi pompasından basılan su tambur eleklerle DN 355 lik 2 adet HDPE boru ile gelir. Tambur eleklerle gelen atıksu 1 mm aralıklı tamburun içinden geçerek kanala dökülür. 1 mm den büyük pislikler tamburun üzerine yapışarak ön taraftaki sıyırıcıdan helezon konveyöre dökülerek bertaraf edilir.



Şekil 3.41. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Giriş Yapısı



Şekil 3.42. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Debitre



Şekil 3.43. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Izgaralar



Şekil 3.44. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Izgaralar

Havalandırılmalı Kum Yağ Tutucu Havuzunda Bulunan Ekipmanlar :

Sıyırıcı Köprü

Kum Pompaları

Uzunluk : 8,4 m

Q :12,5 m³/h

Yürüme Motoru : 2 x 0,55 kW

H : 7,5 mss

Sıyırıcı Motoru : 4 x 0,37 kW

3.2.3.2.2. Havuzlar



**ANAEROBİK
HAVUZ**

**HAVALANDIRMA
HAVUZU**

**ÇÖKTÜRME
HAVUZU**

**2. HAVALANDIRMA
VE
DURULTMA HAVUZU**

Şekil 3.45. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havuzlar

Tesise gelen atıksu mekanik arıtma sonrası anaerobik havuza alınır. Havuzda gelen atıksu ile birlikte sistemde oluşturulan çamur 4 adet dalgıç karıştırıcılar sayesinde homojenize bir karışım elde edilir.

Havuzlar arası geçiş havuz perdelerindeki gözler ile olduğundan havuzlar arası borulama maliyeti yoktur. Havuzlar bitişik olduğundan dolayı tesisin bütünüün kapladığı alan diğer tesislere nazaran % 60 daha azdır.



Şekil 3.46. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzları

Havalandırma havuzunun içindeki difüzör boruların başında bulunan aktivatörlü vanaların otomatik olarak açılıp kapatılmasıyla havuzdaki nitrifikasyon – denitrifikasyon otomatik olarak ayarlanmaktadır.

Havalandırma havuzu içindeki difüzör borularının yaptığı salınıp hareketiyle havalandırma havuzunun yaklaşık % 100 üzünde havalandırma yapılmaktadır.

Tesiste oluşturulan çamur çöktürme havuzundaki köprü ile anaerobik havuza açık kanal vasıtasıyla iletilerek geri devir yaptırılır. Köprüde bulunun sıyrıcı sayesinde dibe çöken çamur sıyrılır ve köprü üzerindeki 4 adet kolon tipi dalgıç pompa ile geri devir yaptırılır.



Şekil 3.47. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Çöktürme Havuzları



Şekil 3.48. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – Durulama Havuzları Çıkışı

3.2.3.2.3. Çamur Depolama Tankı ve amur Susuzlaştırma nitesi



şekil 3.49. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – amur Depolama Tankı



şekil 3.50. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi – amur Susuzlaştırma nitesi

TESİSİTEKİ HAVUZLARIN BOYUTLARI

Tablo 3.7. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi Havuz Boyutları

ÜNİTELER	HACİM	EN	BOY	SU YÜKSEKLİĞİ
Anaerobik Havuz	3.824,50 m ³	14,75 m	76,80 m	5,00 m
Havalandırma Havuzu	28.800,00 m ³	76,80 m	75,00 m	5,00 m
Çöktürme Havuzu	7.570,00 m ³	20,30 m	75,30 m	5,00 m
2. Havalandırma ve Çöktürme Havuzu	3.500,00 m ³	15,00 m	75,00 m	5,00 m
	HACİM	ALAN	ÇAP	SU YÜKSEKLİĞİ
Çamur Depolama Tankı	314,00 m ³	78,50 m	10,00 m	5,00 m

3.2.4. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi



Şekil 3.47. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Genel Görünüşü

3.2.4.1. Tesis Hakkında Genel Bilgi

Çorum İli, Ankara Yolu 7. km Karacaköy mevkiinde 50.000 m² yüzölçümlü alan üzerinde, 1.400 m² yüzölçümlü kapalı alanda yer almaktadır. 1992 yılında projesi çizilen tesis 2001 yılında devreye alınmıştır. Aktif çamur sistemi prosesi çalışmaktadır. Izgaralar, kum tutucu, ön çökeltim, havalandırma, son çökeltim, çamur yoğunlaştırma, çamur çürütme ve çamur susuzlaştırma üniteleri mevcuttur.

Suların çeşitli kullanımlar sonucunda atıksu haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek, ve boşaltıldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin birini veya birkaçına atıksu arıtma adı verilmektedir. Atıksuyun niteliğine göre kullanılacak arıtma prosesleri de farklılık göstermektedir.

Atıksu arıtma tesisinde evsel atıksular ve evsel nitelikte endüstriyel atıksular arıtılarak alıcı ortama verilmektedir.

Tesis 250.000 nüfusun ihtiyacına göre projelendirilmiş olup tesisin proje debisi 700 L/s olup max 900 L/s kapasitede çalışabilecek şekilde inşa edilmiştir. Bu tesiste

klasik aktif çamur sistemi ile arıtma işlemi yapılmaktadır. Atıksu arıtma tesisinde atıksuların arıtılması aşamasında fiziksel ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır.

Tesis ort. debi 49.833 m³/gün, maksimum debi 80.950 m³/gün, minimum debi 30.067 m³/gün, 181.985 kişi nüfusa, 267.500 kişi eşdeğer nüfusa hitap edecek şekilde projelendirilmiştir.

Tesiste 10cm, 3 cm ve 0,3 cm çubuk aralığında ızgaralar bulunmaktadır. 2 adet ön çökeltim, 4 adet son çökeltim olmak üzere 32 m çapında 3-3,5 m derinliğinde 6 adet dairesel havuz bulunmaktadır. 2 adet 64 m uzunlukta ve 3,2 m derinlikte havalandırma havuzu vardır. Bu havalandırma havuzlarının üzerinde 16 adet her biri 30 kw gücünde yüzeysel havalandırıcılar mevcuttur. Havalandırma havuzları öncesinde 4 adet burgulu pompa bulunmakta olup onlarında her bir kapasitesi 30 kw dır.

14 m çapında 3 m yüksekliğinde 2 adet dairesel çamur yoğunlaştırma havuzu vardır. 54 m uzunluk 3m derinliği olan 2 adet dikdörtgen çamur çürütme havuzları vardır. Bu havuzlar üzerinde 4 adet her biri 30 kw gücünde yüzelsel karıştırıcı mevcuttur. Tesiste 2 adet 25 m³/gün kapasiteli 37 kw gücünde dekantör bulunmaktadır. Günlük yaklaşık 25-30 ton civarında %25 kuru madde ihtiva eden çamur oluşmaktadır.

Ortalama Debi	50-55 bin m ³ / gün
---------------	--------------------------------

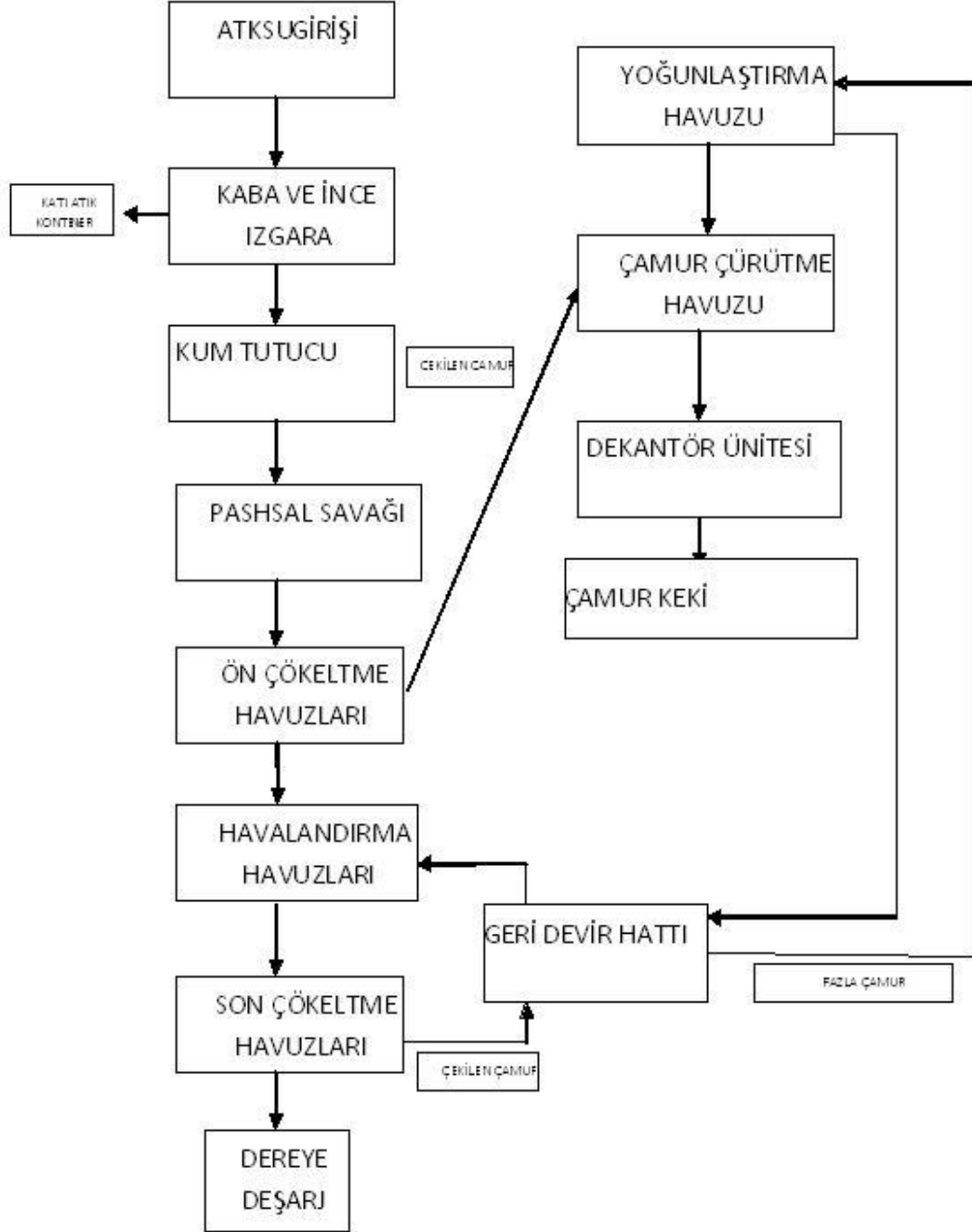
Arıtma tesisimize gelen atıksu önce kalın sonra ince ızgaralardan geçerek tesis içerisinde mekanik aksana zarar verebilecek kaba malzemeler tutulmaktadır. Daha sonra atıksu kum tutucudan geçerek içerisindeki kum, çakıl vb inorganik maddelerin su içerisinde ayrışması sağlanır.

Ön çökeltim havuzuna alınan atıksu, içerisinde kendi ağırlığı ile çökebilecek maddeler tutularak katı sıvı ayrımı yapılmaktadır. Ön çökeltim havuzu tabanında biriken çamur pompalar yardımı ile çamur çürütme havuzlarına alınmaktadır. Burgulu pompalar vasıtası ile ön çökeltim havuzundan taşınan atıksu havalandırma havuzlarına ulaşmaktadır. Yüzeysel havalandırıcılar vasıtası ile suya oksijen

kazandırılacak atıksu içerisindeki kirlilik yükünün mikroorganizmalar vasıtası ile besin olarak kullanılması sağlanır. Su içerisindeki çözünmüş oksijen miktarı, suyun sıcaklığı ve pH değerleri sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Mikroorganizma miktarı son çökeltim havuzu tabanından alınan aktif çamur geri devir hattı ile düzenlenmektedir. Havalandırma havuzunda kolloidal hale gelen mikroorganizmalar son çökeltim havuzunda çökelmeye bırakılmaktadır. Son çökeltim havuzundan savaklanarak alınan su alıcı ortama deşarj edilmektedir.

Son çökeltim havuzu tabanından alınan çamur yoğunlaştırma havuzuna aktarılmaktadır. Burda belli oranda katı-sıvı oranının azalması sağlanmaktadır. Çamur yoğunlaştırma havuzundan alınan süzüntü suyu tekrar havalandırma havuzunun başına geri gönderilmektedir. Yoğunlaştırılan aktif çamur çamur çürütme havuzuna alınır. Ön çökeltim havuzu tabanından ve son çökeltim havuzu tabanından alınan çamur çürütme havuzlarında stabil hale getirilmektedir. Daha sonra bu çamur susuzlaştırılmak amacı ile dekantörlere alınmaktadır. Polielektrolit yardımı ile susuzlaştırılan çamurun süzüntü suyu havalandırma havuzuna geri gönderilir. Çamur ise depolama alanına götürülür.

3.2.4.2. İş Akım Şeması



Şekil 3.48. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması

Atıksu Arıtma Tesis İş Akım Şeması Açıklanması;

3.2.4.2.1. Tesis Atıksu Girişi

Atıksu arıtma tesisine şehirdeki yerleşim alanlarından evsel atıksular ve sanayi bölgelerinden evsel nitelikli endüstriyel atıksular 1200 mm kollektör ile gelmektedir.



Şekil 3.49. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Giriş Yapısı

3.2.4.2.2. Izgaralar

Atıksu arıtma tesisindeki ızgaralar atıksuyun içerisinde gelen kaba malzemeleri mekanik aksana zarar vermemesi, boruların tıkanmasına neden olmaması ve havuzlarda ölü hacimlere sebep vermemesi amacıyla kullanılmaktadır.

Atıksu arıtma tesisinde 10 cm çubuk aralığı olan manuel temizlemeli kaba ızgara, 3 cm çubuk aralığı olan mekanik temizlemeli ızgara ve 0.6 cm çubuk aralığı olan

mekanik temizlemeli ince ızgaralar bulunmaktadır. Mekanik temizlemeli ızgaralar seviye farkı, zaman ayarlı ve manuel olarak çalıştırılabilmektedir.

Kaba ızgara çubuk aralığı	10 cm
Kaba ızgara çubuk sayısı	10 adet
Kaba ızgara eğimi	60 derece
Kaba ızgara adedi	1 adet

İnce ızgara çubuk aralığı	1,5 cm
İnce ızgara çubuk sayısı	37 adet
İnce ızgara eğimi	60 derece
İnce ızgara adedi	2 adet

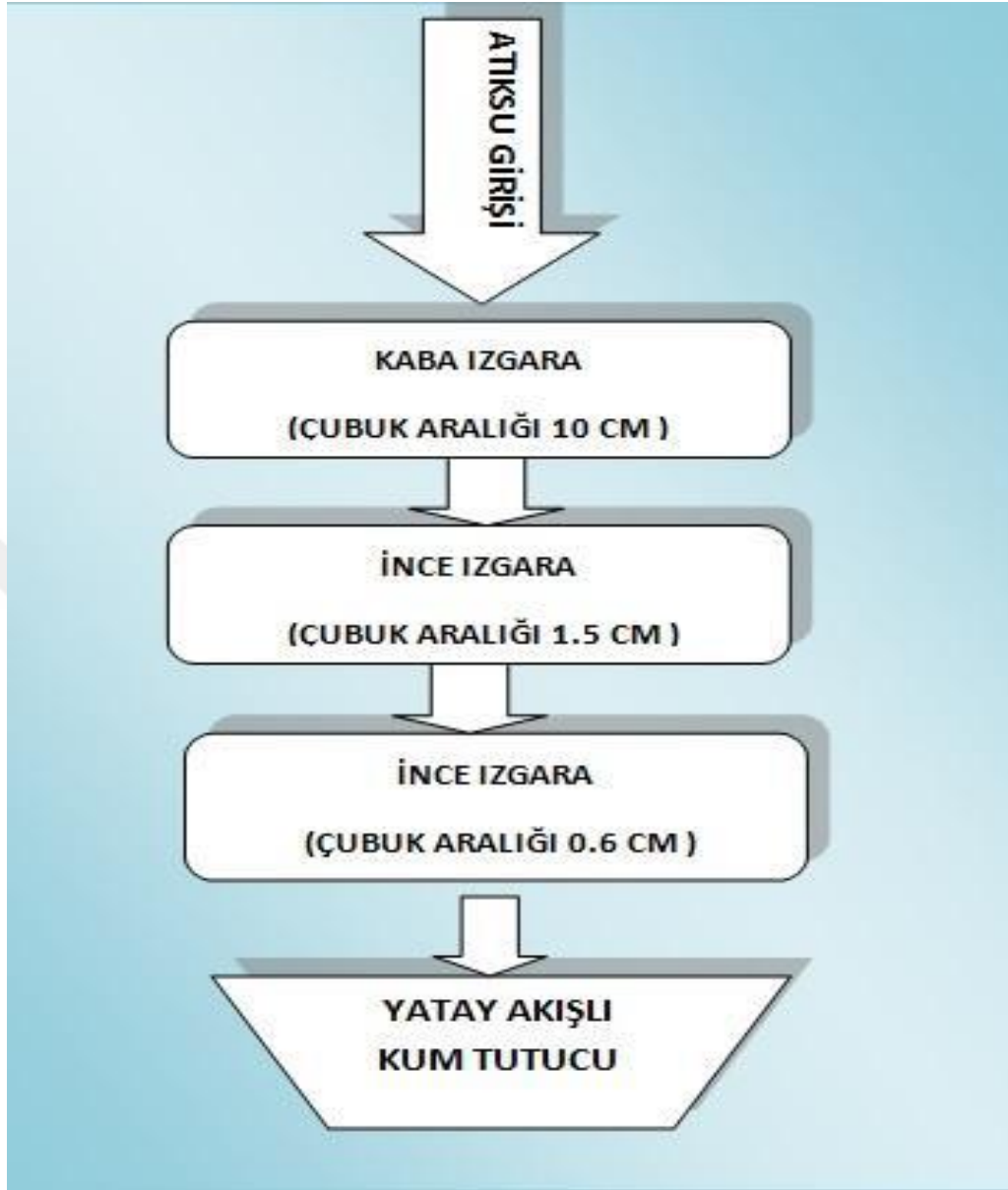


Şekil 3.50. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Izgaralar

3.2.4.2.3. Kum Tutucular

Atıksu arıtma tesine gelen atıksuların içerisindeki inorganik maddelerin (kum, çakıl, metal parçaları vb.) mekanik aksanın aşınmasına sebep olmaması, boruların tıkanmasına sebep vermemesi ve çökeltim havuzlarına ölü hacimlere sebep vermemesi amacıyla kullanılmaktadır. Tesisimizde yatay akışlı havalandırmasız kum tutucu tipi bulunmaktadır.

Kum tutucu hızı	0,3 m/sn
Kum tutucu uzunluğu	20 m
Kum tutucu eni	0,29 m
Kum tutucu adedi	2 adet



Şekil 3.51. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi Izgaralar ve Kum Tutucu Akım Şeması

3.2.4.2.4. Ön Çökeltim Havuzları

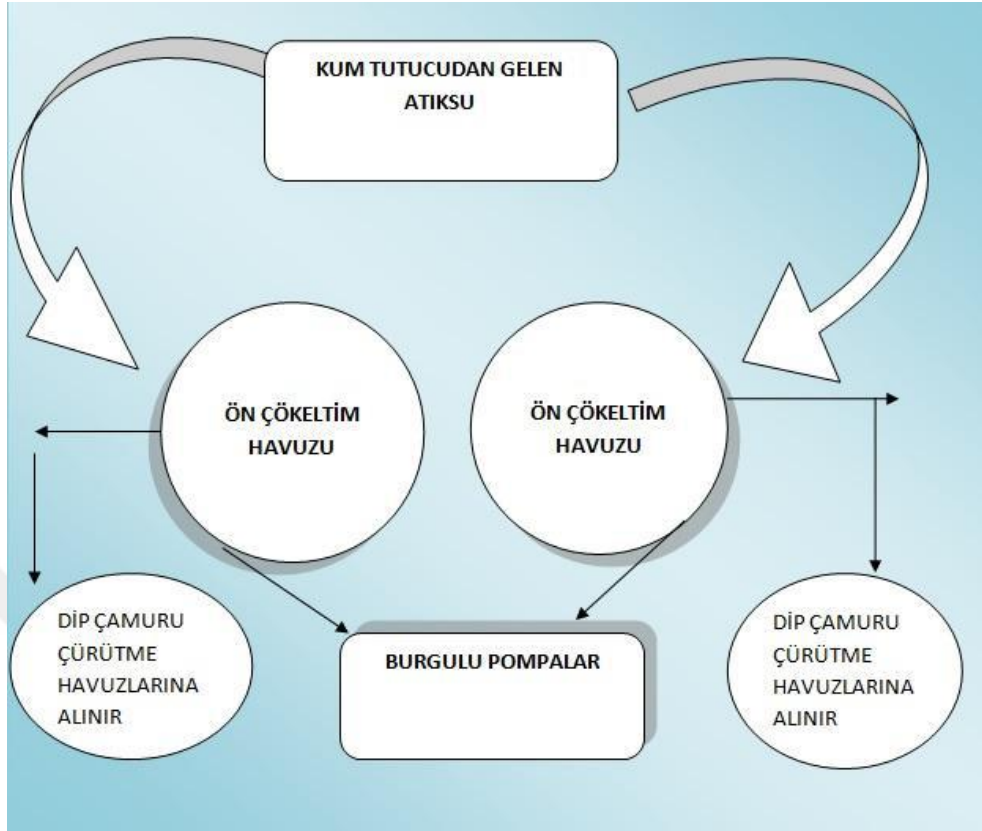
Atıksu arıtma tesisine gelene atıksuların içindeki kendi ağırlığı ile çökebilecek maddelerin tutulduğu katı sıvı ayrımı da yapılabilen betonarme havuzlardır. Tesiste iki adet ön çökeltim havuzu bulunmaktadır. Ön çökeltim havuzu tabanına çökelen çamurlar çürütme havuzlarına pompalar vasıtası ile alınmaktadır. Ön çökeltim havuzu yüzeyinde bulunan yüzeysel sıyrıcılar vasıtası ile yüzücü maddeler alınmakta olup savaklanan atıksular havalandırma havuzlarına alınmaktadır. Ön

çökeltim havuzlarında % 30 BOI giderimi ve % 50-90 arasında askıda katı madde giderimi yapılacak şekilde dizaynı yapılmıştır.

Havuz çapı	32 m / adet
Havuz hacmi	2382 m ³ / adet
Ortalama havuz derinliği	3 m
Ön çökeltim havuzu sayısı	2 adet



Şekil 3.52. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Ön Çökeltme Havuzları



Şekil 3.53. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi Ön Çökeltme Havuzları Akım Şeması

3.2.4.2.5. Havalandırma Havuzları

Havalandırma havuzlarının amacı; atıksuda çözülmüş organik ve inorganik maddelerin oksitlenerek çökebilecek koloidal forma dönüştürmesini sağlamaktır. Bir başka deyişle; Atıksuda bulunan çözülmüş organik bileşiklerin oksijen verilerek bakteriler aracılığıyla besin olarak tüketmesi sonucu parçalanması ve bakterilerin sudan uzaklaştırılacak forma dönüştürülmesidir. Aeratörler vasıtasıyla havuza hava verilerek havuzdaki oksijen konsantrasyonu artırılır ve homojenizasyonu sağlanır. Havalandırma havuzundaki çözülmüş oksijen konsantrasyonu, havalandırma havuzunda, son çökeltim havuzunda ve çamur geri çevirim hattında sadece istenen mikroorganizmaların bulunmasını sağlayacak düzende olmalıdır.



Şekil 3.54. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Burgu Pompa

Tesiste 2 adet havalandırma havuzu bulunmaktadır.

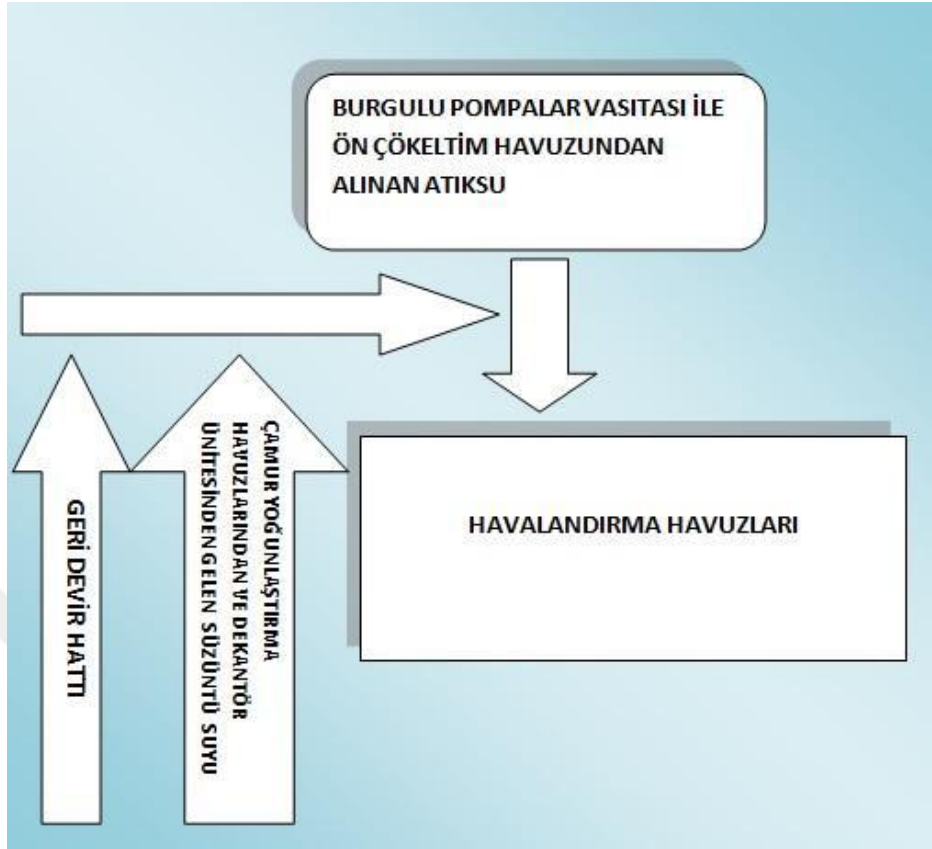
Havuz hacmi	6458 m ³ /adet
Havuz derinliği	3,2 m
Toplam aeratör sayısı	16 adet
Havuz sayısı	2 adet

Atıksu arıtma tesisinde ön çökeltim havuzundan savaklanarak gelen atıksular ve son çökeltim havuzu tabanından gelen aşılama çamurları havalandırma havuzlarına alınır. Havalandırma havuzunda mikroorganizmaların organik maddeleri çökebilecek forma getirmesi için yeterli derecede çözülmüş oksijen, uygun su sıcaklığı, uygun ph ve benzeri ortam şartlarının sağlanması gerekmektedir. Havalandırma havuzlarında

mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu çözünmüş oksijen yüzeysel karıştırıcılar vasıtası ile sağlanmaktadır. Havalandırma havuzlarında kirliliğin mikroorganizmalar tarafından giderilmesi için mikroorganizma-besin oranının uygun olması gerekmektedir. Havalandırma havuzundaki mikroorganizma-besin oranı geri devir debisi ve fazla çamur atımıyla sağlanmaktadır. Havalandırma havuzunda kolloidal hale getirilmiş atıksu son ökeltim havuzuna alınmaktadır.



Şekil 3.55. orum Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzları



Şekil 3.56. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Havalandırma Havuzları Akım Şeması

3.2.4.2.6. Son Çökeltim Havuzları

Atıksu arıtma tesisindeki son çökeltim havuzları havalandırma havuzundan gelen suyun içerisindeki askıda maddeleri çöktürmek ve arıtılmış suyu ortaya çıkarmak amacıyla kullanılır. Tesisimizde 4 adet son çökeltim havuzu bulunmaktadır

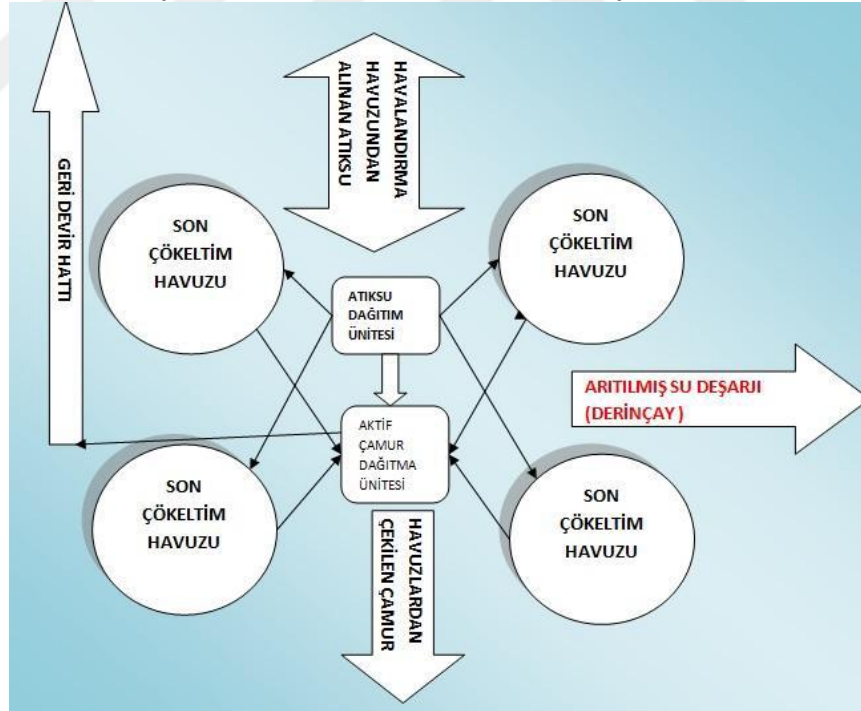
Havuz çapı	32 m
Havuz hacmi	2779 m ³ /adet
Ortalama havuz derinliği	3,5 m
Son çökeltim havuz sayısı	4 adet

Havalandırma havuzundan gelen atıksu son çökeltim havuzunda bekletilerek çamur tabana çöktürülmektedir. Savaklanan sular arıtılma işleme tamamlanması nedeniyle

alıcı ortama deşarj edilmektedir. Son çökeltim havuzundan çıkan su arıtılmış su olarak kabul edilip başka bir işlem yapılmamaktadır.



Şekil 3.57. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzları



Şekil 3.58. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Son Çökeltme Havuzları Akım Şeması

Son çökeltim havuzlarının tabanında biriken aktif çamurun büyük bir kısmı geri devir kanalı ile havalandırma havuzuna getirilmektedir. Günlük olarak fazla çamur hesabı yapılarak da bir kısmı yoğunlaştırma havuzlarına alınmaktadır.

3.2.4.2.7. Çamur Yoğunlaştırma Havuzları

Atıksu arıtma tesisindeki çamur yoğunlaştırma havuzları son çökeltim havuzundan tabanından çekilen çamurun su oranını azaltmak için kullanılır.

Havuz çapı	14 m
Havuz hacmi	462 m ³ /adet
Havuz sayısı	2 adet

Tesisimizde 2 adet çamur yoğunlaştırma havuzu bulunmaktadır. Bu havuzlarda çamurlar bekletilerek tabanda daha yoğun bir çamur oluşturulur ve savaklanan suda tekrar havalandırma havuzu başına alınır. Tabanda yoğunlaştırılmış çamur pompalar vasıtası ile çürütme havuzlarına alınır.



Şekil 3.59. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Yoğunlaştırma Havuzu

3.2.4.2.8. Çamur Çürütme Havuzları

Atıksu arıtma tesisinde çamur çürütme havuzları ön çökeltim havuzu tabanından alınan çamurları ve son çökeltim havuzu tabanından alınan aktif çamurları stabil hale getirmek ve çamur susuzlaştırma ünitesinde işlemeye hazır hale getirmek amacıyla kullanılır.

Havuz ebatları	54 m *17 m
Havuz derinliği	3.4 m
Havuz hacmi	2948 m ³ /adet
Havuz sayısı	2 adet

Tesisimizde 2 adet çürütme havuzu bulunmaktadır. Çürütme havuzları aerobik tip çürütme havuzlarıdır. Bu havuzlarda havalandırma yüzeysel havalandırıcılar ile yapılmaktadır. Çürütme havuzlarında stabil hale getirilen çamur, çamur susuzlaştırma ünitesine alınmaktadır.

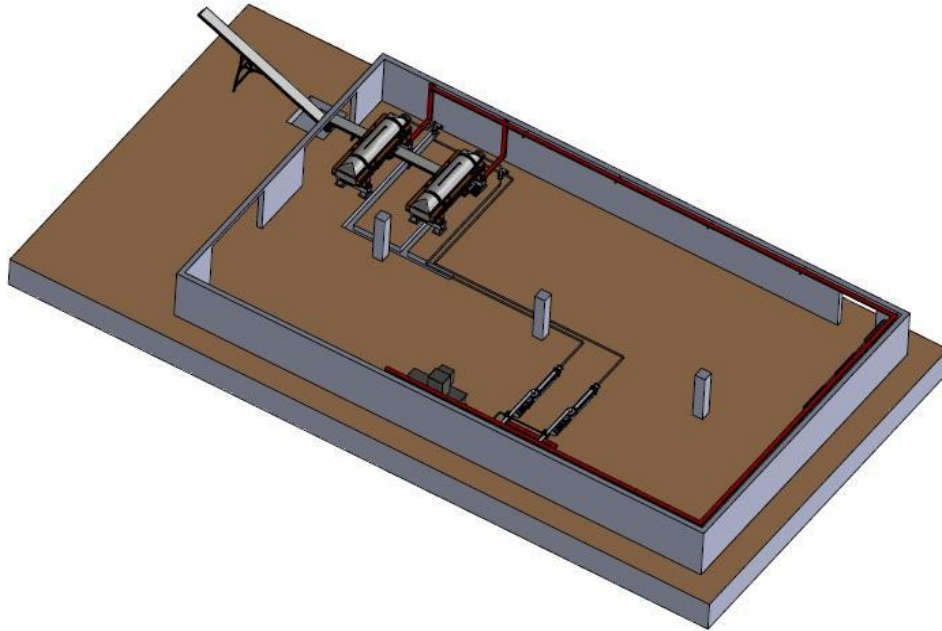


Şekil 3.60. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Çürütme Havuzu

3.2.4.2.8. Çamur Susuzlaştırma Ünitesi

Atıksu arıtma tesisinde çürütme havuzlarından alınan çamurların katı madde oranının arttırılması amacıyla işletilen ünedir. Çamur susuzlaştırma işlemi dekantörler ile yapılmaktadır. Tesisimizde 2 adet 25 m³/h kapasiteli dekantör bulunmaktadır. Çürütme havuzlarından alınan çamura ilk önce belirli oranda polielektrolit çözeltisi verilir ve dekantörlere alınır. Dekantörlerde katı-sıvı ayrımı yapılır. Süzüntü suları havalandırma havuzu başına alınır. Çıkan arıtma çamuru yaklaşık % 25 susuzlaştırılmış halde depolama alanına götürülür.

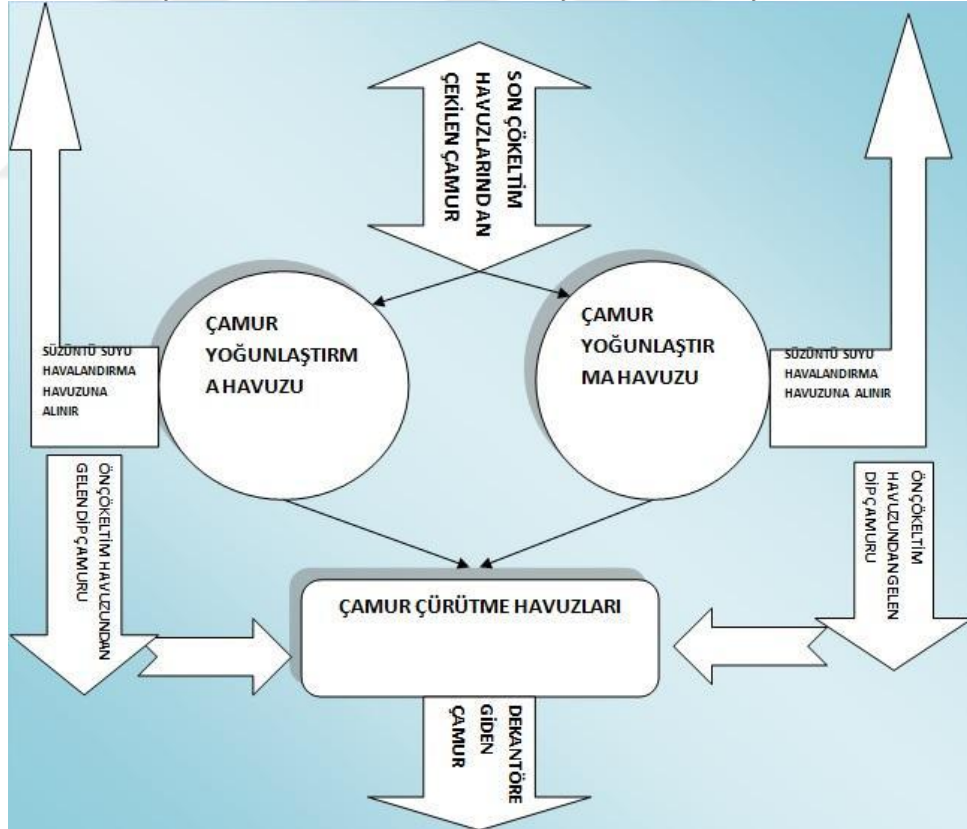
Dekantör kapasitesi	25 m ³ / h adet
Dekantör sayısı	2 adet



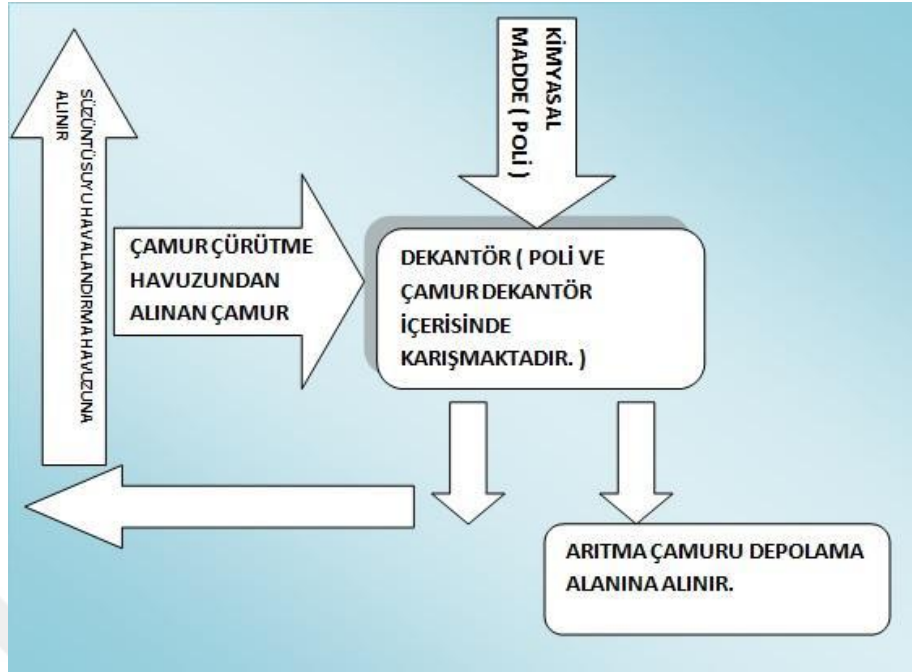
Şekil 3.61. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi Vaziyet Planı



Şekil 3.62. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi



Şekil 3.63. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Yoğunlaştırma ve Çürütme Havuzları Akım Şeması



Şekil 3.64. Çorum Atıksu Arıtma Tesisi – Çamur Susuzlaştırma Ünitesi Akım Şeması

4. İNCELEMELER SONUCUNDA KARŞILAŞILAN YAPISAL HASARLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ



Şekil 4.1. Giriş Kanalı Beton Yüzeyindeki Hasarlar (Kırşehir)

Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de tesislerin giriş kanalından geçen akışkan halindeki atıksuyun betona temasıyla beton yüzeyinde yosunlaşma gözlemlenmiştir.



Şekil 4.2. Ön Çökeltme Havuzu Giriş Yapısı Beton Yüzeyindeki Hasarlar (Nevşehir)



Şekil 4.3. Giriş Kanalı Beton Yüzeyindeki Hasarlar (Çorum)



Şekil 4.4. Giriş Kanalı Beton Duvar Yüzeyindeki Hasarlar (Yozgat)

Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'de tesisin giriş kanalından geçen akışkan halindeki atıksuyun duvar iç kısımlarına sızması, dolgu duvar tuğla ve sıvaların bozulmasına ve dökülmesine neden olduğu görülmüştür.

Bu tür hasarlar genellikle atıksuyla temas eden betonlarda görülmektedir. Atıksu içeriğindeki tuz ve sülfatlar, çimento hamuru ile reaksiyona girerek kireçlenmeye bağlı bozulmalara ve yosunlaşmaya neden olmaktadır.



Şekil 4.5. Havalandırma Havuzu Çıkışı Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Çorum)

Şekil 4.5., Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi havalandırma havuzlarının perde duvarlarıyla temas halindeki Atıksuların içerisindeki asit, sülfat ve klorun pas payı betonunu deformasyonuna neden olduğu ve pas payını yok etmesi daha sonra perde donatısı ile temas ederek paslanmaların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bu tür hasarlar genellikle geçirimsiz ve yeterli kalınlığa sahip olmamasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.6. Havalandırma Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)



Şekil 4.7. Havalandırma Havuzu Duvarlarında Meydana Gelmiş Hasarlar (Yozgat)



Şekil 4.8. Havalandırma Havuzu Geri Devir Besleme Kanalı Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Yozgat)

Şekil 4.8.'de beton kalitesinin yetersiz olduğu, beton iç yapısının bozuk olduğu, agrega tane dağılımının uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca donma çözülme etkisiyle perde duvarda parçalanma ve dökülmeler tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. Giriş Kanalı Perde Duvarlarındaki Bozulma ve Hasarlar (Kırşehir)

Şekil 4.9.'da atıksuyun ana kollektörden tesise girişi sırasında temas etmiş olduğu kenar betonarme perde duvarlarda dökülme, çimento hamuru agrega ayrışması türü bozulmalar gözlemlenmiştir. Ayrıca mevcut betonun tane dağılımının uygun olmadığı ve

Üretim sırasında yeterli sktrmanın yapılmadığı ve betonun boşluklu bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.10. Kablo Kanallarının Beton Kapaklarında Meydana Gelmiş Hasarlar (Çorum)

Şekil 4.10. da orum atıksu arıtma tesisinin kablo betonarme kanalının üst tabliye betonunun (yüzeyi açık kısım) tamamen donma çözülme ve tuzlama etkisiyle bozulduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.11. Çorum Korozyona Uğramış Donatı Ve Donma Çözülme Etkisiyle Parçalanmış Beton (Çorum)

Yetersiz pas payı sebebiyle rutubetli ortamda olan perdelerde yetersiz pas payına bağlı karbonatlaşma ve sonrası donatı paslanması gözlemlenmiştir. Paslanma sonrasında donatının hacim genişlemesine bağlı donatı izleyen çatlaklar ve dökülmeler gözlemlenmiştir.



Şekil 4.12. Havalandırma Havuzu Perde Beton Küpeştelerindeki Hasarlar (Çorum)

Şekil 4.12 de havalandırma havuzunun perde küpeştelerinde parçalanma ve kırılmalar gözlemlenmiştir. Pompa borusunun küpeşteye yanlış mesnetlenmesi ve pompanın dinamik basıncın etkisiyle bu hasarların olduğu söylenebilir.



Şekil 4.13. Havalandırma Havuzu Çıkışı Perdelerindeki Hasarla (Çorum)

Şekil 4.13 de atıksuyun havalandırma havuzundan son çökeltme havuzuna geçiş bölgesinde bulunan betonarme perde elemanlarda atıksuyun sıçraması ve çarpması sonucunda belirgin hasarlar gözlemlenmiştir. Atıksuyun temas ettiği bütün perde yüzeylerde bozulma, çiçeklenme ve dökülmeler tespit edilmiştir. Ayrıca donatı korozyonuna da rastlanmıştır.



Şekil 4.14. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarındaki Hasarlar (Çorum)



Şekil 4.15. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarındaki Hasarlar (Kırşehir)

Şekil 4.14. ve Şekil 4.15. 'da çimento hamurundaki kalsiyum hidroksit, arıtma çamurundaki ve havadaki karbondioksit ile reaksiyona girmesi sonucu karbonatlaşma görülmüştür.



Şekil 4.16. İzgara ve Kum Tutucu Binası Yürüyüş Yolu Tablalarındaki Hasarlar (Çorum)



Şekil 4.17. Çamur Alma Deposundaki Hasarlar (Kırşehir)



Şekil 4.18. Havalandırma Havuzu Bağlantı Elemanlarındaki ve Betonarme Elemanlarındaki Bozulmalar (Nevşehir)

Şekil 4.17. ve Şekil 4.18. 'de rutubetin etkisiyle beton yüzey kaplamalarında dökülmelerin olduğu ve betonlardaki donatıların korozyona uğradığı gözlemlenmiştir. Ayrıca Şekil 4.19. 'da bağlantı elemanlarının da paslandığı ve betonarme yapıda renk değişikliğine neden olduğu görülmüştür.



Şekil 4.19. Pompa Kanalı Beton Duvarlarındaki Hasarlar (Çorum)



Şekil 4.20. Havalandırma Havuzu Çıkışı Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)

Şekil 4.19.'da atıksuyun kenar duvarlara çarparak yarattığı etkisiyle duvarda aşınmalar meydana gelmiş ve pas payı dökülerek donatılar ortaya çıkmıştır. Donatının paslı olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.20. 'de suyun çarpma etkisiyle beton yüzeyleri aşındırarak parça kopmasına neden olduğu görülmüştür.



Şekil 4.21. Perde Sıvalarındaki Hasarlar (Çorum)

Şekil 4.21.'de perde ile sıva arasındaki aderansın zayıf olması nedeniyle araya sızan suların donma etkisiyle şişmesi ve hacim genişlemesine bağlı sıvaların dökülmesine neden olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.22. Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)



Şekil 4.23. Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)



Şekil 4.24. Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Çorum)

Şekil 4.22. ve Şekil 4.23.'te Küpeşteyle betonarme arasındaki aderansın sağlanamamasından ve donma çözülme etkisiyle betonda dökülmeler olduğu görülmüştür. Aynı zamanda beton yüzeylerinde sudaki tuz ve sülfatın etkisiyle ayrıca betondaki kalsiyum hidroksit'in karbondioksit ile reaksiyonu kalsiyum karbonat oluştuğu (yüzeyde beyaz lekeler - çiçeklenme) görülmüştür. Şekil 4.24.'te ise; seçilen agreganın dona dayanıklılığının düşük olduğu, betonun tane dağılımının uygun olmadığı, agregalar arasındaki boşlukların çimento hamuruyla doldurulmadığı, betonun dayanımının düştüğü ve bu sebeple betonda bozulmaların oluştuğu görülmüştür.



Şekil 4.25. Çamur Havuzundaki Hasarlar (Yozgat)

Şekil 4.25.'de donma çözülme etkisiyle sıvanın döküldüğü, betonda ise yetersiz pas payından dolayı donatının korozyona uğradığı ve beton karışımının homojen olarak hazırlanmadığı görülmüştür.



Şekil 4.26. Çamur Yoğunlaştırma Havuz Duvarındaki Hasarlar (Nevşehir)

Şekil 4.26.'da kür uygulamalarının yanlış olması sonucu hidrasyonun yüzeyin her noktasında farklı olduğu, kimyasal katkıların uygun zamanda ve uygun kullanılmamasından dolayı yüzeyde renk değişimi görülmüştür.



Şekil 4.27. Izgara ve Kum Tutucu Ünitelerin Bulunduğu Binadaki Hasarlar (Kırşehir)

Şekil 4.27. ve Şekil 4.28 'da sıvalarda pullanma, dökülme, kapiler yolla suyun duvar içerisine yükselmesi ve suyun ortamdan uzaklaşması sonucunda yerinde bıraktığı asit sülfat ve tuzların etkisiyle sıvalarda bozulmaların oluştuğu görülmüştür.



Şekil 4.28. Geri Devir Ünitesinin Bulunduğu Binadaki Hasarlar (Yozgat)



Şekil 4.29. Havalandırma Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Nevşehir)



Şekil 4.30. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Nevşehir)



Şekil 4.31. Ön Çökeltme Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Nevşehir)



Şekil 4.32. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarı Hasarları (Nevşehir)



Şekil 4.33. Havalandırma Havuzu Perde Duvarlarındaki Hasarlar (Nevşehir)



Şekil 4.34. Havalandırma Havuzu Tabliye Betonundaki Hasarlar (Nevşehir)

Şekil 2.29, Şekil 2.30, Şekil 2.31, Şekil 2.32, Şekil 2.33. ve Şekil 2.34'de betonarme perdelerin birleşme yerlerinde oturmaya bağlı birleşme çatlakları, ayrılma çatlakları ve donam çözülmeye bağlı yüzey hasarları görülmüştür.



Şekil 4.35. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Perde Duvarı Hasarları (Nevşehir)

Şekil 4.35. 'de oturmaya bağlı ayrılma çatlakları, suyun kapiler yolla betona difüzyonu sonucu betona girerek çimento hamuruyla reaksiyonu sonucu renk değişiklikleri tespit edilmiştir.



Şekil 4.36. Son Çökeltme Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)



Şekil 4.37. Son Çökeltme Havuz Duvarlarındaki Hasarlar (Kırşehir)

Şekil 4.36. ve Şekil 4.37 'de beton yüzeylerinde sudaki tuz ve sülfatın etkisiyle ayrıca betondaki kalsiyum hidroksit, karbondioksit ile reaksiyona girmesi sonucu kalsiyum karbonat oluştuğu (yüzeyde beyaz lekeler - çiçeklenme) görülmüştür.



Şekil 4.38. Ön Çökeltme Çamur Alma Kanalı Hasarları (Yozgat)

Şekil 4.38.'da betonun yeteri geçirimsizliğe sahip olmadığı ve bu sebeple de sudaki sülfat ve asit etkisiyle betonda dökülmeler olduğu görülmüştür. Yine beton yüzeyinde suyun etkisiyle yosun oluşumuna rastlanmıştır.



Şekil 4.39. Havuzlarda Oturma Hasarları (Yozgat)

Şekil 4.39.'da Son çökeltme havuzu ile tretuvar arasında oturma etkisiyle büyük ayırma çatlakları tespit edilmiştir.



Şekil 4.40. Beton Kanal Kapaklarındaki Hasarlar (Yozgat)

Şekil 4.40.'da Beton kanal kapaklarında, oturmaya bağlı çatlakların ve donma çözölmeye bağlı yüzey hasarlarının oluştuğu görölmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İç Anadolu Bölgesinde faaliyet gösteren Yozgat, Kırşehir, Nevşehir ve Çorum atıksu tesislerinde yerinde yapılan inceleme ve araştırma sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Tesislerin betonarme ve beton taşıyıcı elamanlarında şartnamelerin yetersizliğinden kaynaklandığı düşünülen uygun olmayan malzeme kullanımına bağlı hasar ve bozulmalar olduğu gözlemlenmiştir.
- Bozulma ve hasarların çoğunluğunun atıksu ile temas eden beton elemanlarda bu suyun beton içerisini difüzyonuna bağlı ortaya çıkan hasarlar olduğu tespit edilmiştir. Beton içerisine sızan su ortamdan uzaklaşması ile bünyesinde bulundurduğu zararlı kimyasal bileşikler (tuz, asit ve sülfat vb.) beton içerisinde kalmakta ve bu bileşikler daha sonra çimento hamuru ile reaksiyona girerek zararlı bileşikler oluşturmaktadır. Ortaya çıkan zararlı bileşikler (kireçtaşı vb.) betonda çatlama, bozulma, dökülme vb. hasarlara neden olmaktadır. Bozulan betonunun pH düşmekte ve korozif ortama neden olmaktadır, buna bağlı olarak donatılarda paslanmalar ortaya çıkmaktadır. İnceleme yapılan bütün arıtma tesislerinde benzer hasarlara rastlanılmıştır.
- Atıksuların tesis içerisinde bir yerden bir yere taşınması sırasındaki temas ettiği beton yüzeylerde aşınma ve çarpma etkisiyle bozulma ve kopmalar tespit edilmiştir. Bu durum aynı zamanda atıksuların beton içerisine sızmasını kolaylaştırmaktadır.
- Bütün tesislerde, CO₂ nin açık bir tesis olan arıtma ünitelerin beton taşıyıcı elemanlara difüzyonu ile betonun hidrasyon ürünü kalsiyum hidroksit [Ca(OH)₂] ile tepkimeye girerek kalsiyum karbonat oluşturduğu ve nem ile birlikte çiçeklenme hasarları ortaya çıktığı tespit edilmiştir.
- Birçok betonarme taşıyıcı elemanda yetersiz paspayına bağlı donatı korozyonuna rastlanılmıştır.
- Bozulan ve hasara uğrayan betonların içyapılarının incelendiğinde beton karışımlarında kullanılan agrega tane dağılımının uygun olmadığı ve beton kalitesinin oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir. Beton karışım hesap ve

kriterlerine uyulmadığı, ayrıca beton tasarımında çevresel etki sınıfları dikkate alınmadığı söylenebilir.

- İç Anadolu Bölgesinin hava şartları dikkate alındığında donma-çözülme etkisi önemli olmaktadır. Bütün tesisler donma-çözülme etkisi ile betonlarda bozulmalara rastlanılmıştır. Kullanılan betonların dona dayanıklı beton kriterlerine uymadığı ifade edilebilir.

Günümüzde büyük ihtiyaç duyulan atıksu arıtma tesislerin inşa edilmeden önce hazırlanan veya mevcut teknik şartnamelerinin gözden geçirilmesi gerektiği, kullanılacak olan malzemelerin titizlikle seçilmesi ve şartnamelerde ayrıntılı bir şekilde yer alması gerektiği, tesislerin kurulacağı bölgelerin hava şartları ve çevresel etki sınıfları dikkate alınarak ünitelerin tasarım uygulama projelerinin hazırlanması gerektiğinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, bu tür tesislerin servis süresi içinde bakım ve onarım masraflarının azaltılabilmesi için kalıcılık (dürabilite veya dayanıklılık) koşulları dikkate alınarak projelendirilmeleri önem taşımaktadır. Aksi takdirde, tesislerin kullanım aşamalarında istenmeyen ve beklenmeyen hasarlar olumsuz sonuçlar ortaya çıkarabileceği gözlemlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Dr. T. Akakın, İnş. Müh. Y. Engin, Beton Dökümünde ve Sonrasında Yaşanan Problemler, ‘‘Türkiye Hazır Beton Birliği’’, Resimler, 2010 [Erişim Tarihi: 05.04.2019]
2. H. C. Apak, Atıksu Arıtma Tesislerinde Beton Kalitesinin Önemi Ve Beton İmalatlarda Gözetilecek Esaslar (Uzmanlık Tezi), İller Bankası, p. 31/37/39, 2016 [Erişim Tarihi: 27.03.2019]
3. S. Yıldız, O. Önder Namal, M. Çekim, Atıksu Arıtma Teknolojilerindeki Tarihsel Gelişimler, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü SİVAS, 2013
4. Kahn, L., Hulls, J., Aschwanden, P., 2006, The Septic System Owner's Manual, Shelter Publications, Inc., Bolinas, USA, p.179.
5. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fosse_Mouras] [Erişim Tarihi: 22.05.2019]
6. Çevre ve Orman Bakanlığı, ‘‘Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’’, Resmi Gazete, Ekler, Ek 1, Yerde Arıtma Sistemleri, Resimler, 2010, [Erişim Tarihi: 15.03.2019]
[<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100320-7.htm>]
7. B. Baradan, S. Aydın, Hazır Beton Dergisi, Betonun Dürabilitesi p.54-67, 2013 [Erişim Tarihi: 28.05.2019]
8. Y. Engin, Betonda Alkali Silika Reaksiyonu, 2015 [<http://www.betonvecimento.com/beton-2/alkali-silika-reaksiyonu>] (Erişim Tarihi: 12.05.2019)
9. Prof. Dr. B. Nas, Ülke Genelindeki Evsel/Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumunun Tespiti, Revizyon İhtiyacının Belirlenmesi Projesi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Selçuk Üniversitesi, 2016
10. N. Balkaya, M. Balkaya, Atıksu Arıtma Tesislerinin İnşaatı, İstanbul Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü İstanbul, 2015
11. G. ORHAN, Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Kimyasal Ve Fiziksel Risk Faktörlerinin İncelenmesi, 2016

12. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (Resmi Gazete: 04.07.2011 – No: 27984)
13. Çevre Kanunu (Resmi Gazete: 11.08.1983 – No: 18132)
14. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Resmi Gazete: 31.12.2004 – No: 25687)
15. Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği (Resmi Gazete: 26.11.2005 – No: 26005)
16. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (Resmi Gazete: 08.01.2006 – No: 26047)
17. Atıksu Altyapı ve Evsel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik (Resmi Gazete: 27.10.2010 – No: 27742)
18. Çevre Kanunu'nun 29 uncu Maddesi Uyarınca Atıksu Arıtma Tesislerinin Teşvik Tedbirlerinden Faydalanmasında Uyulacak Usul ve Esaslara Dair Yönetmelik (Resmi Gazete: 01.10.2010-No:27716)
19. Ş. Aslan, S. Yıldız, Atıksu ve İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Gürülrü Kirlilği Değerlendirilmesi, Cumhuriyet Üniversitesi, 2017
20. M.Tepe, E. Özbek, Atıksu Arıtma Tesisi Giriş ve Çıkış Sularının Değerlendirilmesi, Fırat Üniversitesi, 2006

7. EKLER

EK-1: Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisi yapım ihalesine ait beton şartnamesi

➤ BETON İŞLERİ

1. Genel

Bu Şartnamedeki işler, burada belirtilmiş ve/veya şart koşulmuş B.A. demiri, kalıplar ve diğer kalemler ile kalıpların sökülmesi dahil tüm yerinde dökme beton işlerinin uygun olarak dökülmesi ve tamamlanması için gerekli tüm işçilik, el aletleri, malzemeler, ekipman ve hizmetlerin temin edilmesini kapsar. Gömülü elemanların yerine konulmasında diğer disiplinler ile tam uyum sağlanmış olacaktır. Uygun şablonlar veya talimatlar, veya her ikisi, kalıplar içine konulmamış elemanların hazırlanması veya yerleştirilmesi için temin edilecektir. Beton dökülmeden önce gömülü elemanların kontrolü yapılmış olacak, beton ve diğer malzemelerin veya mekanik işlerin testleri tamamlanmış ve Mühendis tarafından onaylanmış olacaktır.

Malzemelerin örnekleri Mühendisin talimatı ve gereğine uygun olarak, malzemeler şantiyeye getirilmeden önce teslim edilmiş ve onaylanmış olacaktır.

Bu bölüm altındaki inşaat faaliyetleri başlamadan önce, aşağıdaki maddeler de dahil, Mühendis tarafından istenen tüm detay ve bağlantı çizimleri teslim edilecek ve onaylanacaktır.

Çelik sınıflarını, ölçülerini, ve aralıklarını büküm ve ekleme detaylarını, ekleme yerlerini gösteren B.A. Demiri detayları, döşeme demirleri, demir destekleri, paspayı elemanları, ve aksesuarları için, B.A. demirinin yerleştirilmesi ve zemin döşeme betonu içindeki demirin nihai konumunun nasıl temin edileceğini gösteren çizimler dahil tüm montaj çizimleri teslim edilecektir.

Onaylanmış veya test edilmiş malzemelerin şantiyeye getirilmesinden önce test raporlarının veya belirtilen özelliklere uygunluğunu kanıtlayan belgelerin onaylı kopyaları Mühendise teslim edilmiş ve onayları alınmış olacaktır.

2. Depolama

Beton malzemelerinin depolama şekli onaya bağlı olacaktır. Test raporlarına uygun olarak her bir sevkiyatın belirlenmesi ve kontrolü için kolay ulaşılabilirliğe imkan verecek şekilde olacaktır.

Çimento, şantiyeye sevk edilmesinden hemen sonra, nemlenmesini önlemek için yeterli koşullarda, kuru hava şartlarından etkilenmeyen, uygun olarak havalandırılmış bir mekan içinde bağımsız olarak depolanacaktır.

Agregalar iyi bir drenaj sağlanacak, yabancı maddelerin karışmasını önleyecek ve derecelendirmeyi koruyacak şekilde depolanacaktır.

2.1 Örnekler ve Test Etme

Numuneler Mühendis denetiminde alınacak ve testler, Mühendis tarafından onaylanan laboratuvarlarda masrafları Yüklenici tarafından karşılanarak yaptırılacaktır.

2.2 Çimento

Çimentodan numune alınması fabrikada veya şantiyede yapılacak veya onaylanmış bağımsız bir test laboratuvarında, Mühendisin kontrollüğü altında ve İdare'e ilave bir maliyet getirmeyecek şekilde test edilecektir. Numune alma ve test etme işlemlerinin her bir çimento sevkiyatı için TS EN 196-1'e uygun olarak yapıldığı onaylanmış laboratuvar test raporlarının kopyaları teslim edilecektir. Test sonuçlarının uygunluğu Mühendis tarafından onaylanıncaya kadar çimento kullanılmayacaktır. Beton santrali veya fabrika haznesinde 4 aydan fazla bekleyen çimento, kullanılmadan önce tekrar test edilecektir. Şantiyeye sevk edilmiş çimento test yapıldıktan sonra uygun bulunmadığı takdirde inşaat sahasından uzaklaştırılacaktır.

Fabrika üretim raporlarının onaylanmış kopyaları çimento sevkiyatları ile birlikte sunulacaktır.

2.3 Agrega

Agregalar TS 707'de tariflendiği gibi test edilecektir.

2.4 Beton

2.4.1 İşler Sırasında Basınç Deneyleri;

Yüklenici test amacı ile Mühendisin kontrollüğü altında gerekli mukavemeti elde etmek için her sınıftan dökülmüş betonun her bir kat için veya 50 m³'ü için 2 set test numunesini temin edecektir.

Bu numuneler döküm yapılan ana yapının döküm ve kür şartları ile aynı şekilde dökülecek ve kür edilecektir. Her set üç test numunesinden oluşacak ayrı beton karışımlarından alınacaktır. Numuneler TS 3114 ISO 4012, TS EN 12390-2 ve TS 2940 ISO 2736-1 'e uygun olarak muhafaza edilecektir. Test numuneleri TS 2940 ISO 2736-1'e göre hazırlanacak, kür edilecek ve laboratuvara gönderim için paketleneyecektir. Numunenin hava muhtevası her mukavemet testi için TS 2941' e uygun olarak belirlenecektir. Numuneler Yüklenici tarafından test edilecek ve masrafları kendisine ait olacaktır. Silindirler veya küpler TS 3114 ISO 4012'e uygun olarak test edilecektir.

Normal olarak üç numunenin test sonuçları ortalaması esas alınarak değerlendirme yapılacaktır. Üçlü bir set içinden bir numunenin düşük mukavemet vermesinin nedeni uygunsuz numune alma, kalıplama, taşıma veya kür edilmesinden kaynaklanıyor ise diğer iki numunenin deney sonuçları esas alınacaktır. Test numuneleri, TS 500'te her sınıf beton için tariflenmiş özelliklere ve mukavemet dereceleri esas alınarak Mühendis tarafından değerlendirilecektir. Numuneler standart olarak 28 günde test edilecek, fakat 7 günlük testler Mühendisin müsaadesi ile ve malzemeler ile kullanılan karışım oranları için testler yapılarak betonun 7 gün ve 28 gün mukavemetleri arasında bir ilişki kurulmuş olması şartı ile yapılabilecektir. Bu durumda her setten en çok 1 numune 7 günde kırılabilir. Laboratuvarda kür edilmiş numunelerin mukavemet gereklerini sağlamadığı durumda, betonun karışım oranını veya su oranını veya her ikisini, işlerin kalan bölümleri için, değiştirmeye Mühendisin talimat verme yetkisi vardır ve bu İdare'ye

ilave bir maliyet getirmeyecektir (Mühendis ayrıca, mukavemet şartlarını sağlamayan betonların sökülmesini isteme yetkisine sahiptir).

2.4.2 Yapıda veya Yapıdan Alınan Numunelerde Sertleşmiş Beton Testleri

Kontrol numunelerinin mukavemet testleri sonuçları dökülmüş betonun Şartname gereklerini karşılamadığı zaman veya bu betonun kalitesinin Şartname gereklerinin altında olduğuna dair başka bir kanıt bulunduğu TS 500' e göre karot alma ve test etme işlemleri yapılacaktır. Karot numuneleri masrafları Yükleniciye ait olmak üzere test edilecektir. Kusurlu imalat giderilecektir. Herhangi bir kusur Mühendisin onayladığı şekilde düzeltilecek ve İdare'ye ilave maliyet getirmeyecektir.

3. Malzemeler

Aşağıdaki malzemeler ilgili Şartnamelere ve aşağıda belirtilen şartlara uygun olacaktır :

3.1 Agregalar

Agregalar TS 706 veya TS 707'ye uygun olacaktır. Kaba agrega tanımlanmış limitler içinde inceden kalına doğru iyi şekilde derecelendirilmiş olacaktır. En büyük ölçü BS 20, 25 ve 30 Sınıfı beton için 25 mm, BS 14 ve 16 Sınıfı beton için de 32 mm. olacaktır. Aşağıda verilmiş olan agrega sınıflandırma tablosu burada sadece referans olarak yer almaktadır.

İnce Agrega

İnce agreganın elek analizleri aşağıda verilen tabloya uygun olacaktır.

Ağırlık Esası ile Her Elekten Geçenlerin Yüzdesi

Elek Ölçüsü	Geçenlerin Yüzdesi
3/8'in. (9.5 mm)	100
No.4 (4. 75 mm)	95 -90

No.8 (2.37 mm)	80 -100
No.16 (1.18 mm)	50 -85
No.30 (0.59 mm)	25 -60
No.50 (0.29 mm)	10 -30
No.100 (0.147 mm)	2-10

Kalın Agregata

Kalın agreganın elek analizleri aşağıda verilen tabloya uygun olacaktır.

Ağırlık Esası ile Her Elekten Geçenlerin Yüzdesi

Elek Ölçüsü		Kalın agreganın maksimum büyüklüğü	
		1 in (25 mm)	3/4 in (19 mm)
2 in.	(50.8 mm)	-	-
1-1/2 in.	(38.7 mm)	100	-
1 in.	(25.0 mm)	95-100	100
3/4 in.	(19.0 mm)	-	90-100
1/2 in.	(12.5 mm)	25-60	-
3/8 in.	(9.5 mm)	-	20-55
No. 4	(4.75 mm)	0-10	0-10
No. 8	(2.37 mm)	0-5	0-5

*Su : taze ve içilebilir olacak, zararlı miktarlardaki yağ, asit, tuz, alkali, organik madde veya diğer bozucu maddelerden arındırılmış olacaktır.

3.2 Katkı Maddeleri

Bozucu etkiler yapan klorid iyonları veya diğer iyonları ihtiva eden katkı maddeleri kullanılmayacaktır.

Beton karışımının teşkilinde diğer katkı maddeleri kullanılabilir. Diğer katkı maddeleri, beton dökme veya bitirme şartlarının gerektirdiği durumlarda, yazılı onay üzerine kullanılabilir, ancak çimento miktarının azaltılmasına müsaade edilmeyecektir. Yüklenici önerdiği beton karışım cetveli ile birlikte katkı maddelerinin üretim belgelerini de Mühendisin onayına sunacaktır. Priz geciktiriciler ASTM C494 Tip D, akınlaştırıcılar ASTM C94 Tip A ve hava sürükleyiciler ASTM C260'a uygun olmalıdır.

3.3 Ankraj Kalemleri

Duvarların ve mekanik tesisat kalemlerinin betona ankrajı için bırakılacak delikler ve bağlantı elemanları, kullanılacak ankrajlara uygun tiplerde ve standart imalat olarak temin edilecek ve bu Teknik Şartnamenin diğer kısımlarındaki açıklamalara göre montajı yapılacak ve de Mühendis onayına bağlı olacaktır.

3.4 Çimento

Yapının herhangi bir bölümünde görünen beton yüzeyler için herhangi bir tipteki çimentonun sadece bir markası kullanılacaktır. Onaylanmış karışımın belirlenmesinde Portland çimentosu tek başına kullanılacaktır.

3.5 Portlant Çimentosu

Sülfata dayanıklı Portland çimentosu ASTM C150 Tip V'e uygun olmalıdır.

3.6 K r Malzemeleri

Geçirimsiz Tabaka Malzemesi olarak polietilen örtü kullanılır ise asgari 0.1 mm kalınlıkta, mat beyaz renkte olacak ve gerilim özellikleri ile neme dayanaklılığı hakkındaki test sonuçlan sunulacaktır.

uval bezi ticari kalitede, temiz ve kuru halde iken iki veya daha fazla katının 1 m²'sinin toplam ağırlığı 475 gr. veya daha fazla olacaktır.

K r işlemi bileŐenlerini oluşturan  rt , Mühendis tarafından onaylanacak boya veya döşeme kaplaması üzerine ters bir etkisi olmayacaktır.

Kimyasal k r bileşenleri, Fed Spec TT-C-800 Tip 1, 1. Sınıf, minimum %18 katı madde oranında, renk değişimi yapmayan, nem kaybı maksimum 0.039 gr/cm² olan malzeme olacaktır.

3.7 Kalıp Malzemeleri, Kaplamalar ve Bağlantılar

Kalıp malzemeleri, kaplamalar ve bağlantılar Şartnamenin KALIP Bölümü içinde verilmiştir.

3.8 B.A. Demiri

Betonarme demiri TS 708 ve TS 4559'a uygun olarak ve Projelerde gösterildiği gibi B III, B IV ve ankraj amaçlı kullanılacaklar ise B1 olacaktır.

3.9 Su

Su taze ve içilebilir olacak, zararlı miktarlardaki yağ, asit, tuz, alkali, organik madde veya diğer bozucu maddeler içermeyecek ve BS 3148 gereklerine uyacaktır.

3.10 Klor İçeriği

Betondaki klor içeriği ağırlık olarak %0.6'yı, donatılı betonda ise % 0.15'i geçmemelidir.

4. Beton Sınıfları ve Mukavemetleri

Diğer bölümlerde yer alan ve belirtilen değişik sınıflardaki betonun TS 500'e göre aşağıda verilmiş olan mukavemetler için oranlanması ve karışımı yapılacaktır :

Sınıf	Silindir Basınç Dayanımı kg/cm ²	Küp Basınç Dayanımı kg/cm ²
BS 35	350	400
BS 30	300	350
BS 25	250	300
BS 20	200	250
BS 16	160	200
BS 14	140	160

Yüksek mukavemeti erken kazandıran çimento ile yapılmış betonun 7 gündeki mukavemeti Şartnamede verilmiş tip I veya tip II ile yapılan betonun mukavemetine eşit olacaktır.

4. İşçilik

Şartnamede verilmiş beton sınıflarının gereklerini sağlamak için deneme beton karışımlarının ve testlerinin yapılması yüklenicinin sorumluluğunda olacaktır. Test amacıyla yapılan beton karışımları onaylı ağırlıklarla yapılacaktır. çökme, birim ağırlık ve hava muhtevası testleri Mühendisin kontrollüğü altında, sahada yapılacaktır.

Sürüklenmiş Hava Muhtevası, karıştırıcıya hava sürükleyici katkı maddesi ilave edilmesi veya fabrikada üretilmiş hava sürükleyici çimento kullanılması yolu ile sağlanacaktır. Hava miktarının standartlarda belirtilen aralık içinde artırılması gerektiği zaman daha önce karıtılmış olan hava sürükleyici katkı maddesi ile uyumlu olan ilave hava sürükleyici katkı maddesi karıştırıcıya konulacaktır. Hava muhtevası

şantiyede döküm noktasındaki beton karışımı içinde yapılmış ölçümlemelere dayandırılacaktır. Hava muhtevası TS 802'ye uygun olarak beton hacminin %5 ile 7'si oranında sağlanmış olacaktır ve su muhtevası ağırlık olarak 0.53 'ü geçmeyecektir.

Beton Karışımları ağırlık esası ile oranlanacaktır. Su ve katkı maddeleri ise hacim veya ağırlık esası ile oranlanabilecektir. Test numuneleri TS EN 12390-2'e göre yapılacak ve kür edilecek ve TS 3114 İSO 4012'e uygun olarak test edilecektir. Su-çimento oranı ile ortalama 28 günlük veya daha erken basınç mukavemeti, ki bu noktada beton tam çalışma yükünü almalıdır. Arasındaki ilişkiyi gösteren eğriler Şartnamede verilmiş veya gösterilmiş basınç mukavemetleri dahil olmak üzere bir dizi değerler için tesis edilmiş olacaktır. Bu eğriler en az üç noktada ve her nokta en az üç test numunesinden alınmış ortalama değerleri gösterecek şekilde tesis edilecektir. Müsaade edilebilir en büyük su-çimento oranı, ortalama bir basınç mukavemeti veya Şartnamede verilmiş olandan % 15 daha büyük bir ortalama eğilme mukavemeti oluşturmak için, bu eğrilerin gösterdiği kadar olacaktır. İnşaat faaliyetlerinin başlamasından önce, Yüklenici kullanılmak için önerilmiş her beton sınıfının İmalatında kullanılacak olan en büyük kalın agrega ölçüsü ve tüm bileşenlerin karışım oranlarını veren bir rapor sunacaktır. Oranlar kuru çimentonun ağırlığını ve doymuş kuru yüzey koşullarındaki agregaların ağırlığını gösterecektir. Rapor ile birlikte, seçilmiş karışım oranlarının istenen kalitelerdeki betonun imalatını gerçekleştireceğini onaylayan, deney laboratuvarından alınmış tüm test sonuçları ve test raporları verilecektir. İşler sırasında kullanılan malzemeler beton kalitesinin tatminkar olduğunu gösteren ilave testler yapılmadan değiştirilmeyecektir.

Agrega derecelendirmesindeki bozuklukları gidermek için düzeltici ilaveler sadece yazılı onay üzerine kullanılacaktır.

Çökme TS EN 12350-2'e uygun olarak belirlenecek ve yeterli mukavemetin elde edilmiş olması şartı ile aşağıdaki limitler içinde olacaktır.

Yapısal Elemanlar	Vibrasyonlu Beton İçin Çökme (cm)	
	En Az	En Çok
Zemin Döşeme Betonu	-	5
Duvarlar, kolonlar döşeme betonu ve kirişleri (kalınlık en fazla 25 cm)	7.5	10
Diğer yapı inşaatı	5	7.5

Belirtilmiş olan en fazla değer üzerine 2.5 cm'ye kadar bir toleransa tek bir karışım için müsaade edilecektir, ancak bu müsaadenin verilebilmesi için tüm karışımların veya test edilmiş son 10 karışımın ortalamasının en fazla limiti geçmemesi şarttır.

5. Beton İmalat ve Karıştırılması

Yukarıda şartları verilmiş olan betonun bileşenleri ve karışım cetvelleri burada tarif edilenler dışında TS 1247'de belirtildiği şekilde ölçülecek, karılacak, karıştırılacak ve makine ile taşınacaktır. Betonun dökülmesi, Beton dökülmesi Paragrafı Altındaki Karışma ve Dökme Arasındaki Zaman Aralığı Paragrafı içinde belirtilen süreler içinde olacaktır.

Beton tesisi Mühendisin onayına bağlı olarak el ile işletilen, yan-otomatik veya daha iyisi olabilir. Beton santrali ve karıştırma ekipmanı yeterli kapasitede olacaktır.

6. Beton Santrali

6.1 Agregalar ve Çimento

İnce agrega, değişik ölçülerdeki kalın agrega ve kullanılıyorsa dökme çimento için ayrı hazneler veya bölmeler temin edilecektir. Hazneler yeterli büyüklükte ve tüm çalışma şartlarında malzemelerin birbirinden ayrı kalmasını sağlayacak tarzda yapılmış olacaktır. Agregalar el ile işletilen tesiste tek tartıda tek ölçek içinde

kümülatif olarak tartılabilir, veya yarı-otomatik tesiste tek tartıda tek ölçek içinde kümülatif olarak veya ayrı ölçeklerde ayrı tartılarda tartılabilir. Yarı-otomatik bir tesiste, dökme çimento ayrı ölçekte ve ayrı bir tartıda tartılacaktır. El ile işletilen tesiste ise, dökme çimento, tek tartım için ayrı bir ölçeğe bağlanabilecek veya kümülatif olarak tartım için agrega ambarına bağlanabilecek ayrı bir kefedede tartılacaktır ve çimento ile agrega için ayrı terazi kollan ve kadranlar olmalıdır. Çimento agregalar ile aynı ölçekte tartılıyor ise önce çimento tartılacak ve tüm ambarların boş olduğunu teminen bir ara kilitleme yapılacak ve böylece çimentonun tartımından önce terazinin dengelenmesi sağlanacaktır. Yan otomatik bir tesiste su, tartı veya hacim yolu ile ölçülebilir. Karışım kontrollerinin, tüm karışım ambarları tamamen boşalınca kadar yeni karışım işlemi başlayamayacak şekilde ara kilitlemesi yapılacaktır. Tesis tüm faaliyetlerin her zaman incelenebileceği şekilde düzenlenecektir. Tesis, betonda homojen karışımın sağlandığını kanıtlamak için yapılacak testler için numune alınmasına olanak verecek şekilde düzenlenecektir. Santral ekipmanı beton bileşenlerinin tutarlı olarak aşağıdaki toleranslar içinde ölçülebilmesini sağlayacak nitelikte olmalıdır.

Çimento	+/- %1
Su	+/- %1
Agrega	+/- %2
Katkı Maddesi	+/- %3

Her karışım karıştırıcı içine çimento ve agrega, dan önce bir miktar su verildikten sonra boşaltılacaktır. Belirlenmiş karıştırma süresinin ilk %25'nin sonuna kadar su verilmeye devam edilecektir. Karılmış bileşenlerin bir önceki karıştırılmış beton tamamen boşalmadan karıştırıcı içine girmesini önleyen kontrol sağlanacaktır.

6.2 Su Haznesi ve Katkı Maddeleri Kabı

Kullanım için onaylanmış her katkı maddesi, doğru ölçüleme yapabilecek mekanik bir karıştırıcı yardımı ile karıştırma suyunun bir bölümü olarak ve sıvı halde ve de

belirlenmiş karıştırma süresince karışımın her yerine katkı maddesini düzgün olarak dağıtacak şekilde ilave edilecektir.

Beton santraline uygun bir su ölçümleme cihazı ve mekanik katkı maddesi kabı temin edilecektir. Karıştırıcıya su getiren mekanizma, vanalar kapalı olduğu zaman su kaçağına meydan vermeyecek şekilde olacaktır. Katkı maddesi kapları, karıştırılacak olan değişik miktarlardaki katkı maddelerinin çabuklukla ayarlanmasına müsaade edecek kapasitede olacak ve her bir katkı maddesinin su ile birlikte karışım içine boşaltılması otomatik olarak yapılacaktır.

6.3 Nem Kontrolü

Beton santrali, agregaların değişen nem muhtevalarını çabuklukla ayarlayabilecek ve karıştırılacak malzemelerin ağırlıklarını değiştirebilecek kapasitede olacaktır.

6.4 Tartı Aletleri

Yüklenici standart test ağırlıklarını ve her bir ölçümleme aletinin çalıştırılması için gerekli diğer yardımcı ekipmanı temin edecektir. Beton bileşenlerinin tartı aletleri kullanımları sırasında toplam kapasitelerinin +/- %0.4'ü hassasiyetinde olacaklardır. Periyodik testler talimat verildiği gibi yapılacaktır. Her bir testin tamamlanması üzerine ve göstergelerin kayıt ve kontrol cihazlarının tekrar kullanımından önce gerekli ayarlamalar, tamirler veya değiştirmeler uygun bir çalışmayı sağlamak için yapılacaktır. Her tartı ünitesinin tartı işleminin her aşamasında tartı yükünü gösterecek olan camlı bir göstergesi veya boş iken tam dengede olan denge göstergeli terazi kolu olacaktır.

Kollu terazi göstergesinin kol kapasitesinin en az %5'ine eşit aşağı ve yukarı hareket imkanı olacaktır. Tartı ekipmanı beton santrali operatörünün bütün kadransları ve göstergeleri kolaylıkla gözlemleyebileceği şekilde yerleştirilecektir.

Yarı-otomatik bir beton tesisi için en az iki adet doğru çalışan kayıt aletleri temin edilecektir. Her kayıt aleti kilitlenebilen bir kabin içinde ve beton santrali operatörünün ve Mühendisin kolaylıkla gözlemleyebileceği şekilde yerleştirilmiş olacaktır.

Kayıt aletlerinden bir tanesi karışıma giren bütün agregaların ağırlıklarını ve karıştırma kazanı boşaltıldıktan sonra sıfırlamayı üzerinde basılı veya oto-grafik kayıt olarak gösteren tek bir tablo veya şerit çıkaracaktır.

Suyun ağırlığı veya hacmi, şayet merkezi bir beton santralında karışım yapılıyorsa benzeri şekilde kayıt edilecektir. Tablolar veya cetveller, kullanılan karışımların farklı tiplerini, mühürlü harfler, numaralar, renkli mürekkep veya diğer uygun yollar ile gösterecektir ve her tipten karışımın ağırlıklarındaki değişimlerin kolaylıkla gözlemlenebileceği ve 15 dakikadan fazla olmayan aralıklarla günün saatini göstereceği (damgalı veya önceden basılı) şekilde markalanacaktır ve bunlar İdare'nin malı olacaktır.

Bütün tartı, gösterge kayıt ve kontrol ekipmanı açık havadan ve toza karşı korunmuş olacaktır.

6.5 Beton Karıştırıcıları

Beton karıştırıcıları onaylanmış, sabit kamyon üstü (transmikser) veya betoniyer tipinde olabilir. Karıştırıcılar en az 0.75 m³ karışmış beton kapasitesinde olacak ve imalatçısının önerdiği kapasitenin üzerinde doldurulmayacaktır.

Karıştırıcılar malzemeleri düzgün yayılı olarak birleştirebilecek ve bu karışım ayrışma olmadan boşaltılabilecek kapasitede olacaktır. Sabit karıştırıcılar ve betoniyerler gerekli karıştırma süresi tamamlanıncaya kadar boşaltma mekanizmasını kilitleyen kabul edilebilir bir sistem ile teçhiz edilecektir. Transmikserler kazan dönüş sayısını hassas olarak gösteren sayaç ile teçhiz edilmiş olacaktır. Karıştırıcılar veya beton tesisi karıştırılan betonun toplam sayısını otomatik olarak sayacak bir cihaza sahip olacaktır. Karıştırıcılar, marka plakası üzerinde imalatçısının tayin ettiği kazan hızında çalıştırılacaktır. Burada şartları verilmiş olan karışım süreleri karıştırıcı kazanın dönüş hızının uygun kontrolü ve karıştırıcı içindeki malzemelerin uygun imal edilmesi esas alınarak belirlenmiştir. Karıştırma süresi, betonun gerekli tutarlılıkta üniform olmasını sağlayacak veya karıştırıcının önünde, ortasından ve arkasından alınan test numunelerinin kum/çimento veya çimento/su oranlarında %10'dan fazla bir fark olduğunda, artırılabilecektir. Su katılmasını gerektiren fazladan

karıştırmaya müsaade edilmeyecektir Mikser kazanları temiz tutulacak ve içinde sertleşmiş beton bulunmasına izin verilmeyecektir.

Karıştırıcı bıçakları derinlikleri %10'dan fazla eskidiği durumlarda değiştirilecektir. Bir karıştırıcının kullanımına, herhangi bir zamanda uygun olmayan sonuçlar verdiği zaman, karıştırıcı tamir edilene kadar ara verilecektir.

6.6 Sabit Karıştırıcılar

0,75 m³ kapasiteli karıştırıcılar için her bir karıştırma süresi, karıştırma suyunun tamamı toplam karıştırma süresinin % 25 'i bir zamanda katılmak şartı ile tüm katı malzemelerin kazan içine konulmasından sonra, 1 dakikadan az olmayacaktır. Daha yüksek kapasiteli karıştırıcılar için karıştırma süresi ise ilave karıştırılan betonun her 0.40 m³' için 15 saniye arttırılacaktır. Betonun kısmi karıştırılması için sabit gerekli karıştırıcı kullanıldığında karıştırma süresi bileşenlerin karılması için gerekli olan en az sreye indirilebilir (yaklaşık 30 saniye). Betonun retilmesi ve kalıp içine dökülmesi ile ilgili yöntem ve ekipmanlar Mühendisin onayına bağlıdır.

6.7 Transmikserler

Transmikserler, Mühendisin ekipman ve metodları yazılı olarak onaylanması ile kullanılabilir. Bu şekilde imal edilen betonlar, bu şartnamedeki gerekliliklere her bakımdan uygun düşmelidir. Bir transmikser komple karıştırma veya kısmi karışımı tamamlama veya sabit karıştırıcı yöntemiyle kullanıldığında her karışım, yatay akışlı tiplerde en az 35, en fazla 75 dönüş ile, yüksek akışlı olanlarda ise en az 50, en fazla 75 devir ile karıştırılacak, her iki durumda da, karıştırma hızı aracın imalatçısı tarafından belirlenen devir hızında olacaktır. Herhangi bir ilave karıştırma, araç imalatçısının tayin ettiği karıştırma hızı ile yapılacaktır. Betonun uygun şekilde denetlenmesi için, transmikser betonun döküleceği yere gelinceye kadar, transmikserde karıştırılmış betonun başkaca karıştırılmasına izin verilmeyecektir.

7. Hazır Beton

Mühendis n onay için karışım oranlarının ve alışılabilirlik ile ilgili tüm ayrıntıların sunulması koşuluyla hazır beton kullanımına izin verebilir.

Yüklenici, beton dökme zamanından çok önce, hazır betonun bu Şartnameye uygun ; düştüğünü ve örnekler alıp deneyler yaparak üretilen her sınıftaki betonun tanımlanan en düşük mukavemeti sağlayabildiğini kanıtlayabilmek için bütün önlemleri almış bulunmalıdır. Böyle bir izin, ancak beton TS 500 ve/veya BS 1926'daki tanımlamalara uyduğu taktirde Mühendis tarafından verilebilir.

Mühendis, beton dökme işleri başlamadan önce çökme (koni) deneyi isteyecek ve her kamyondan bir deney silindiri alınmasını isteyebilecektir.

Her yüklemeye, karıştırma zamanını, gönderilen yeri ve her malzemenin su, katkı malzemesi ve beton sınıfını gösteren bir gönderi pusulası eşlik edecektir.

8. Zemin Döşemesi Dışındaki İnşaat derzleri

Çatı ve kat döşemelerindeki inşaat derzlerinin arasındaki mesafe 18 m 'yi geçmeyecektir. Beton biriminin yekpare olarak çıkması için kesintisiz dökülmelidir. Daha önce dökülmüş betonun hasar görmemesi için yeterince sertleşmiş olması kaydıyla bitişik bölümlerde beton dökülebilir. Çizimlerde belirtilmeyen derzler, yapının mukavemetini azaltmayacak ve görünümünü bozmayacak şekilde bırakılmalı ve yerleştirilmelidir. Gerekliyse inşaat derzleri, kirişler ana kirişle kesişmiyorsa kirişlerin veya döşemenin ortasına yakın yerlere getirilmelidir ve bu gibi durumlarda inşaat derzi vasıtası ile kesme ve diğer kuvvetlerin aktarılması için, Mühendisin onayladığı şekilde demir kullanarak kirişlerdeki derzler ana kiriş genişliğinin iki katına eşit bir yerde bırakılmalıdır. Kolonlardaki veya duvarlardaki derzler en yüksek kirişin altına getirilmelidir. Temel pabuçlarında yatay derz bırakılmamalıdır. Duvar temellerindeki düzey inşaat derzleri asgari miktarlara indirilmelidir. Bütün beton derz yüzeyleri tümüyle temizlenmeli ve bitişik beton dökülmeden tüm artıklar temizlenmelidir. Beton yüzeylerin derz seviyelerine gelirken, beton ilk prizini almadan ek beton dökülecek şekilde planlanması gerekir. Kirişler ve döşemeler tek işlemlerle dökülmelidir. Pencere ve kapı boşlukları olan duvarlarda, açıklıkların alt ve üstünde olmak üzere ayrı kesintiler yapılabilir.

Diğer kesintiler, yapısal gereksinimlere veya mimari detaylara veya ikisine birden uyularak belirtilen seviyelerde bırakılacaktır. Yatay inşaat derzlerinin bulunduğu

yerlerde 2,5 cm. pahlı ve kolay çıkarılması için yağlanmış bir ahşap çıta kalıbın içine tesbit edilecektir. Beton, ıtanın altından 2,5. cm yukarısına kadar dökülecektir. ıta beton döküldükten 1 saat sonra alınacak, bozukluklar tahta mala ile düzeltilecek ve tüm artıklar temizlenecektir. İlave betonu dökmeden önce, yatay derzler, derzleme paragrafında belirtildiği gibi düzenlenecektir. Başka bir şey belirtilmedikçe, betonarmede daimi derz oluşturulacaktır. Mühendisin belirttiği şekilde eğimli saplama ve kamalar sağlanacaktır. Duvarlardaki, duvar ve döşeme veya temel arasındaki derzlerde uzunlamasına ve en az 4 cm. derinliğinde kamalar kullanılacaktır.

9. Dkme Hazırlama

Beton dökülmeden önce Kazıdaki su alınmalıdır. Su akışı. yanlardaki uygun drenajlara yneltilmeli ve taze dökülmüş betonu yıkamasına izin vermeden uzaklaştırılmalıdır. Sertleşmiş beton, artıklar ve yabancı maddeler kalıp içerinden ve taşıyıcı ve karıştırıcı araçların i yüzeylerinden alınmalıdır. Beton dökülmeden önce, demirler tespit edilmiş ve incelenerek onaylanmış olmalıdır. Yüklenici, diğer işler için gerekli tüm gömülü elemanların, ankraj, plak, cıvata vs gibi malzemelerin sıkıca yerine tespit edildiğinden emin olmalıdır. Beton dökülmesi için gerekli tüm hazırlıklar konusunda Mühendisin onayı alınacaktır. Tekerlekli beton taşıma araçları için yollar hazırlanmalı ve bu gibi araçlar demirler üzerinde veya demirlere dayalı geçitler üzerinden yürütülmemelidir. Nem tutucunun belirtilmediği yerlerde, emme olayının önlenebilmesi için yan gözenekli alt malzeme uygulanacak ve gözenekli alt malzeme onaylanan şekilde kapatılacaktır.

10. Betonun Dökülmesi

Beton, hazırlandığı yerden döküleceği son yere kadar kesintisiz olarak ve olabildiği kadar çabuk taşınmalı ve betonlama işi tamamlanıncaya kadar segregasyona veya malzeme kaybına uğratılmamalıdır. Güneş, sıcak, rüzgarın veya Yüklenici tarafından sağlanan olanakların, uygun şekilde bitirmeyi ve betonun kr edilmesini etkileyebileceği durumlarda, beton dökülmesine izin verilmeyecektir. Beton kalıplar içine, son alacağı duruma yakın şekilde düzgün ve yaklaşık yatay olarak ve 30 cm 'yi geçmeyen tabakalar teşkil ederek dökülmelidir. Beton bulaşmış kalıp ve demirler

izleyen katlar dökülmeden önce temizlenmelidir. Hortumla dökme işleminde, betonun 30 cm'den daha kalın tabaka teşkil etmeden sıkıştırılması denetlenmeli ve ağzlar segregasyon olmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Üzerinde başka bir çalışma yapılacak beton, aşırı sıkışma ve şerbetlenmenin önlenmesi için doğru seviyede mastarlanmalıdır. Özellikle belirtilmedikçe kablo ve borular betonda bırakılmayacaktır.

11. Karıştırma ve Dökme Arasındaki Süre

Sabit mikserlerde karıştırılan ve karıştırmasız normal araçlarla taşınan beton, karışımların karışma haznesine verilmesinden itibaren max. 30 dakika sonra kalıp içine dökülmüş olmalıdır. Transmikserde karıştırılan veya transmikserle veya karıştırıcılı araçlarla taşınan beton 60 dakika içinde kalıp içine dökülecektir. Yalnız beton ısısının 30°C üzerinde olması durumunda bu süre 30 dakikaya indirilecektir. Mikserlere aktarılan, transit karıştırılmış beton veya santral çimentosu ve agregası, çimentonun eklenmesinden 1 1/2 saat içinde kalıplara dökülmüş olmalıdır. Beton, mikserden alındığı şekilde kalıba dökülecektir. Depolama ve/veya istiflemeye izin verilmeyecektir.

12. Soğuk Hava Koşulları

Hava sıcaklığının 0°C altına düştüğü durumlarda, beton Mühendisin izni olmadan dökülmeyecektir. Soğuk havada beton dökümü ACI 306'da istenilen koşullar sağlanarak yapılabilecektir. Karışımın ısısı, suyu, agregayı veya her ikisini de Mühendisin onaylayacağı şekilde ısıtarak artırılabilir, Yüklenici, Mühendisin Kalite-Kontrol Elemanının karışım ısını ölçebilmesi için uygun termometreler sağlanacaktır. Beton döküldükten sonra, Mühendisin onayladığı uygun bir yöntem kullanılarak en az 7 gün süre ile betonun donması önlenmelidir. Hatalı ve yetersiz korunma nedeniyle tahribat görmüş beton Yüklenici tarafından bedelsiz olarak kaldırılarak yeniden dökülecektir.

13. Sıcak Hava Koşulları

Günlük hava ısısının 35 °C üstüne çıktığı sıcak hava koşullarında ACI 305'te istenilen koşullar sağlanarak beton dökülebilecektir. Bu önlemlerden bazıları aşağıda

belirtilmiştir. Kalıplar ve malzemeler su püskürtülerek ıslatılacaktır. Beton, ısının en düşük olduğu koşullarda, ve karışımın iç ısısının hiçbir şekilde 32 °C üstünde olmadığı koşullarda dökülecektir. Dökülen betonun ısı 30°C üstüne çıktığı durumlarda suyu agregayı veya her ikisini de soğutarak, Mühendisin onaylayacağı şekilde düşürülebilir.

Yüklenicinin, Mühendisin Kalite-Kontrol Elemanının karışımın ısısını ölçebilmesi için uygun termometreler sağlaması gerekir. Demirlerin ısı 50 °C üzerine çıktığı durumlarda, demirlere su püskürtülecektir. Dökme işi tamamlandıktan sonra, kalıplar yeterli bir süre sulanacaktır. Betonarme döşemelerde yeni bitmiş beton yüzeyi su sıkılarak veya onaylı bir püskürtme yöntemi uygulanarak, döşeme orta derecede kür edilinceye kadar ıslak tutulacaktır.

14. Oluk, Konveyör veya Pompa ile Betonun Taşınması

Mühendisten yazılı onay alınması koşulu ile, beton, oluklar, konveyör veya pompalar vasıtası ile taşınabilir. Yüklenici onay alırken, betonun mikserden kalıplara döküleceği son noktaya kadar olan çalışmalarla ilgili tüm düzenlemeleri ve oluk, konveyör, veya pompa ile taşınması sırasında meydana gelecek kesintilerin soğuk derzler yaratmaması için ne gibi önlemler alacağını bildirmelidir.

Beton dökülmesi sırasında alüminyum oluk veya borular kullanılmayacaktır. Konveyör ve pompalar iyi bir işçilikle en elverişli hızda ve çabuklaştırılmış olarak beton dökülmesine elverişli olmalıdır. Daha iyi çalışmaları için beton malzemelerde ve karışımında değişiklik gerektiren oluk veya konveyörlere izin verilmeyecektir.

Oluklar, saç veya saç kaplanmış ahşaptan, yuvarlatılmış kesitli, sağlam yapılı, taşma tedbiri alınmış olacaktır. 6 m'den uzun oluklar veya uygun eğim koşullarını sağlayamayanlar, dağıtımından önce besleme haznesine yönelttikleri takdirde kullanılabilirler. Beton alüminyum veya alüminyum alaşımlı borularla taşınmayacaktır.

Konveyör tasarımı ve çalıştırılması, ve oluk kesitlerinin seçilmesi, betonun mikserden son döküm noktasına kadar düzenli akmasını sağlayacak, malzemelerin ayrışmasına, harç kaybına veya çökme deneyinde değişikliğe yol açmayacak şekilde

olmalıdır. Her oluğun veya konveyörün dökme bölümü ayrışmayı önleyecek bir gereç ile donatılacaktır. Oluklar ve konveyörler her çalıştırmadan önce ve sonra temizlenmelidir. Artık malzemeler ve birikmiş su, kalıpların dışına atılacaktır.

Pompalar, betonun sürekli biçimde, boşluksuz, ayrışma uğramadan, veya 5 cm.den fazla çökme deneyi farklılığı göstermeden kalıplara ulaştırılabileceği şekilde çalıştırılmalı ve yönlendirilmelidir. Pompa ile çalışmalar bittiğinde, boru içlerinde kalan ve kullanılacak olan beton, kirlenmeden veya ayrışmadan çıkarılmalıdır. Her çalışmadan sonra, ekipman tümüyle temizlenmeli ve akan su kalıp dışına dökülmelidir.

Doğrudan veya olukla dökülen betonda en fazla serbest düşüş 1 m'den yüksek, ve pompayla dökmede 1.5 m'den yüksek olmamalıdır. Serbest düşüş bu limitleri aşarsa, tremiler kullanılacaktır.

15. Sıkıştırma

Dökümden hemen sonra, her beton tabakası, elle tesviye, şişleme ve dökme işlemleri eşliğinde olarak beton vibratörleri ile sıkıştırılacaktır. Vurmaya veya kalıpların dıştan sarsılmasına izin verilmeyecektir. Kalıp içindeki betonun aktarılması için vibratör kullanılamaz. Betona giren vibratörlerin en düşük titreşimi 8000 devir/dakika olmalıdır. Titreşimli ekipmanların, betonun gerekli sağlamlığa erişirmesi için yeterli sayı ve güçte olması zorunludur. Daldırma süresi, itiraza yol açacak ayrışmalara meydan vermeden gerekli doyurucu sağlamlığı sağlayacak kadar, 5 ile 15 saniye arasında olmalıdır. Vibratör, prizlenmeye başlamış olan alt tabakalara kadar daldırılmayacaktır. Vibratör 45 cm arayla düzgün şekilde uygulanmalıdır ancak alet görsel olarak etkisizliği hissedilecek şekilde daha uzak noktalara tatbik edilmemelidir. Ekipmanın bozulması olasılığına karşı yedek vibratörler hazır bulundurulmalıdır.

16. Kaynaştırma

Prizlenmiş olan betonun üstüne veya yanına yeni betonu dökmeden önce, sertleşmiş olan betonun yüzeyi kaba agrega görünecek şekilde, şerbetten, kabuklardan, yabancı ve gevşek maddelerden tümüyle temizlenecektir. Kalıplar yeniden sıkıştırılacaktır.

Temizlenmiş yüzeyler ıslak olabilir ancak beton dökülürken birikmiş su olmaması gerekir.

Görünen sertleşmiş betondaki, döşeme ortalarındaki yarıklar ıslatılacak ve betondakine benzer oranlarda hazırlanan bir sulu çimento harcı ile kapatılacaktır. Harç düşey yüzeylerde mümkün olduğu kadar kalın olmalı, yatayda ise en az 1,25 cm. kalınlığında sürülmelidir. Taze beton, sulu harç ilk pirizini almadan dökülmelidir.

17. Kat ve Çatı Döşemeleri Dışındaki Beton Yüzeyler

Kalıplar kaldırıldıktan 12 saat sonra, yüzey bozuklukları aşağıdaki şekilde düzeltililecektir. Betonun ısısı, çevre ısısı, ve düzeltme harcı, kür etme de dahil olmak üzere 10°C üzerinde olmalıdır, üst ve gevşek malzeme kaldırılmalıdır. Petekler, agrega kümeleri, 1,25 cm. çapından büyük boşluklar, ve civata ve çubuklardan meydana gelmiş delikler sağlam betona kadar açılacak, genişletilecek, tümüyle ıslatılacak ve temiz çimento şerbeti fırça ile sürülerek, harçla doldurulacaktır. Harç, bir ölçü Portland Çimentosu ve daha fazla olmamak kaydıyla No. 16 elekten geçen 2 ölçü ince agrega ve asgari miktardaki su ile, kuru betonun renginin bitişikteki betona uyabilmesi için, tüm harçlarda beyaz Portland Çimentosu ile çimentonun bir kısmı iyice karıştırılarak elde edilecektir. Harç yerine sıkıca yerleştirilecektir. Duvarları tümüyle geçen delikler, harçla iç yüzeyden dış yüzeye doğru bastırılarak doldurulacaktır. Duvarı tümüyle geçmeyen delikler ise iyice doldurulacaktır. Yamalama işi bitişik yüzeylerin renk ve dokusuna uygun olmalıdır. Yamalar 7 gün süre ile ıslak küre tabii tutulmalıdır. Destek çubuklarının çıkıntıları, çıplak, boyanacak veya sıva görececek beton yüzeyler ile aynı düzlemde bitirilmelidir.

Düz Bitirme

Yukarıdaki çalışmalar tamamlandıktan sonra boyanacak veya çıplak olarak bırakılacak olan beton iç veya dış yüzeyler düzgün olarak bitirilmelidir. Düzgün bitirme, 1 ölçü Portland çimentosuna 30 No. elekten geçen 2 ölçü ince agrega eklenip kalın boya kıvamına gelinceye kadar su katılarak elde edilen şerbetin ıslatılmış beton yüzeylere fırça ile sürülmesi şeklinde uygulanacaktır. Kurduğunda, yanındaki beton

yüzeyler ile yaklaşık olarak aynı renkte olması için, deneme karışımlarında kararlaştırılan şekilde, harç hazırlanırken tümüyle ve çimento içinde kısmi olarak beyaz Portland çimentosu kullanılacaktır. Harç, yüzeydeki çukur, hava kabarcığı veya deliklerin doldurulabilmesi için master veya ahşap mala ile düzeltilecektir. Fazla şerbet mala ile alınacak ve yüzey herhangi bir şerbet tabakası kalmayacak şekilde çuval bezi ile silinecektir. Priz süresince harç, püskürgeç kullanılarak ıslak tutulacaktır. Herhangi bir alan aynı gün içinde tamamlanacak ve bitmiş alanın sınırları, bitmiş yüzeylerde doğal biçimdeki fasılalarla tamamlanacaktır.

18. Beton Kat ve Çatı Döşemeleri

Çalışmaların yapıldığı yerdeki ısı 10°C altında olmamalıdır. Kat ve çatı döşemesi yüzey tamamlamalarında, 3 mm.lik master kullanıldığında, yüzeyler 3 mm.den fazla hata göstermeyecek şekilde düzgün olmalıdır. Yüzeyler süzgeçlere doğru tesviye edilmelidir. Bitmiş yüzeylerin sert elemanlarla tozlandırılmasına veya beton yüzeylere ilave su tutulmasına izin verilmeyecektir.

Yekpare Bitirme

Başka bir tanımlama yapılmadıkça, yüzeyler iri agrega görünmeyecek şekilde masterlarla düzeltilip tesviye edilerek gereken seviyeye getirilecektir. Beton, hala yeşil renkte iken ancak insan ağırlığına derin iz bırakmaksızın dayanabilecek sertliğe eriştiğinde ahşap mala ile doğru ve gerçek düzlemine getirilecektir. Yüzeydeki nem ortadan kalktığı anda, iri agrega görünmeyecek şekilde, mala ile düzeltilmelidir.

Döşeme yüzeyleri, çelik mala ile mala izleri dahil hiçbir iz görünmeyecek şekilde titizlikle bitirilecektir. çatı döşemesi yüzeyleri, hafifçe çelik malayla düzeltilerek, çıkıntılar veya diğer bozukluklardan arındırılacaktır.

19. Kür

19.1. Nem ile Kür

Kalıp görmeyen yüzeyler çuval bezi veya örtülerle örtülecek, yerleştirilmeden önce ıslatılacak ve en az 15 cm. birbiri üstüne bindirilecektir. Bez veya örtüler sürekli olarak ıslak ve beton yüzeyi ile temasta bırakılacaktır. Kalıp içindeki kalıp gören yüzeylerde, kalıp sürekli olarak nemli tutulmalıdır. Kalıplar kür dönemi sonundan

önce alınır, kür işi kalıpsız yüzeylerdeki gibi uygun malzemeler kullanılarak yürütülecektir. Çuval bezi, yalnızca kaplanacak yüzeylerde ve iki kat olarak uygulanacaktır.

19.2. Geçirimsiz Örtü ile Kür

Bütün yüzeyler, su püskürtülerek tümüyle ıslatılacak ve su yalıtım örtüsü, polietilen örtü veya polietilen kaplı ve serilmeden önce iyice ıslatılmış çuval bezi ile kaplanacaktır. Örtüler 30 cm'den az olmamak üzere bindirilerek serilecek veya ağırlık kullanarak veya derzlerin iyice kapatılması için bantlanarak daimi bir kapatma sağlanacaktır. Örtülerin kaymaması veya rüzgarla şişmemeleri için ağırlıklar kullanılmalıdır. Örtüler döşemelerin açık kenarlarında aşağıya doğru katlanacak, onaylanan yöntemlerle sabitleştirilecektir. Kür döneminde örtülerde oluşabilecek yırtık veya delikler hemen onarılacak veya bunlar değiştirilecektir.

19.3. Zar Tabakası Oluşturan Malzeme ile Kür

Malzemeyi uygulamadan önce, dolgu malzemesi ile sonradan doldurulacak olan derzlerin üstleri geçici bir malzeme ile kapatılarak, malzemenin derzlere girmesi ve nem kaybı önlenecektir. Malzeme nemli yüzeye, ıslak tabaka kaybolduktan hemen sonra uygulanacaktır. Malzeme püskürteç ucu rüzgardan korunmuş, güçlü püskürtme ekipmanları ile atılmalıdır. Malzeme iki kat uygulanmalı, ve her kata 9,8 m²/lt kesintisiz olarak atılmalıdır. El püskürteçi kullanıldığında ikinci kat, birinci kata dik açı teşkil edecek yönde atılmalıdır. Malzeme düzgün ve süreklilik gösteren bir zar olmalı, çıkmamalı, çatlayıp parçalanmamalı delik ve diğer bozukluklar taşımamalıdır. Malzeme uygulandıktan sonra 3 saat içinde yüzeylere yağmur yağması veya izleyen İşlerle yüzeyin tahrip olması durumlarında, malzeme yukarıdaki oranlarda olmak üzere hemen yeniden tatbik edilmelidir. Betona yapışması ve kaynaşması gereken döşeme kaplaması uygulanacak yüzeylerde zar tabakası oluşturan malzeme kullanılmamalıdır. Ancak esnek yer döşemeleri için yapıştırıcı uygulanacak alanlarda reçine esaslı veya klorine edilmiş lastik esaslı malzemeler uygulanabilir. Zar tabakası oluşturan kür malzemesi, serbest buhar kullanarak kür ısıyı ayarlanan yüzeylerde de kullanılmamalıdır. Tabaka oluşturan kür malzemesi kullanılmasına izin verilen yerlerde, sürekli olarak görünecek olan

yüzeyler renk katılmamış ancak uçucu boya kullanılmış malzeme ile küre tabii tutulmalıdır. Boya katkısız kür malzemesi kullanıldığında, beton yüzeyler kür süresince, doğrudan gelen güneş ışınlarından korunmalıdır. Kür malzemesi ile kaplı yüzeyler kür süresi boyunca yaya ve araç trafiğinden, aşındırıcı ve kirletici etkenlerden uzak tutulmalıdır.

20. Betonun Kırılması

Dökülen beton kesitlerden geçecek tüm boru, kablo, kanal vb tesisler için gerekli rezervasyonlar sağlanmalıdır. Dökülen betonun sonradan kırılarak bu tesisler için delik açılmasına müsaade edilmeyecektir. Herhangi bir nedenle dökülen beton kesitte delik açılması gerekmesi halinde, Yüklenici bunu, Mühendis tarafından onaylanan imalat şekli ve projesine uygun şekilde ve Mühendis nezaretinde yapacaktır.

21. Su Tutucular

Plastik PVC su tutucular çizimlerde detayları verildiği şekilde olacak ve TS 3078 şartlarına uygun olacaktır.

Tüm derz dolguları, derz macunları, su tutucular ve belli diğer malzemeler, Sözleşmede öngörüldükleri yerlerde ve yapımcılarının tavsiyelerine uygun olarak kullanılacaklardır.

Derzlerde su tutucuların gerekli olması halinde bunlar, çivilerden, donatıdan ve diğer aksamdan uzak bir şekilde, tamamıyla kalıp içinde tespit edileceklerdir. Su tutucular tüm su ve yabancı maddelerden temiz ve arındırılmış olacak ve betonun sıkıştırılması esnasında eğilip çarpılmayacak şekilde tespit edilecektir.

22. Fugada Neopran Esaslı Macunla Su Yalıtımı

Düzgün ve pürüzsüz hale getirilmiş dilâstasyon fugalari ve her türlü fugalari temizlenerek tozdan arıtılması ve özel pompaları ile içinde hiçbir boşluk kalmayacak şekilde, önce fuganın bir yanına, sonra diğer ve sonra üst ortasına olmak üzere macun sıkılarak, bilâhare fuganın üst yüzünün spatula ile düzeltilmesi suretiyle tasdikli detay projesine göre fugalarda su yalıtımı yapılması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, her türlü malzeme ve zayıtı, işçilik, araç

ve gereç giderleri, neopren esaslı macunla yapılan fuga dolgu ve yalıtımı için 1 mt. fiyatı: ÖLÇÜ : Yalıtılan fuga boyu metre olarak ölçülür. NOT : Derinliği, doldurulması gerekli macundan fazla olan fugaların alt kısmı uygun bir alt dolgu malzemesi ile doldurulur .

23. Blokaj inşaatı :

Blokaj taşı, kargir taşı niteliklerine uygun olacaktır. Blokaj yapılacak zemin düzeltildikten sonra yüksekliği, blokaj kalınlığı kadar olan taşlar, tabanı üzerinde kendi kendine dengeli duracak şekilde ve dik olarak yerine konacak, geniş yüzeyleri alta gelmek üzere, birbirine yaslanmayacak şekilde sıkıca yerleştirildikten sonra araları kamalanarak tokmaklanacaktır.

Blokaj taşların arasındaki boşluğun en az olması sağlanacak ve hiç bir şekilde kapak taşı konmayacaktır.

➤ KALIP

1. Genel

Bu Şartnamedeki işler, kalıpların üretilmesinde, kurulmasında, sökülmesinde ve korunmasında kullanılacak malzemeler ve uygulanacak metodlarla ilgilidir.

Endüstriyel Kalıp, bu Sözleşmenin gerçekleştirilme hızından dolayı tercih edilmiştir. Temel kalıpları, bazı saha işleri. haricindeki bütün yerlerde Endüstriyel Kalıp kullanılacaktır.

2. Çizmeler

Kalıp çizimleri Yüklenici tarafından diğer Sözleşme çizimleri ile uyumlu olarak hazırlanacak, takip eden imalatlar için gerekli nişler ve boşluklar gösterilecektir.

Tüm disiplinlere ait çizimler arasındaki koordinasyonu sağlamak Yüklenicinin sorumluluğundadır. İmalat çizimleri betonda bırakılacak tüm rezervasyonları ve, gömülü malzemeleri kapsayacaktır.

Yüklenici tarafından hazırlanan bu çizimler, Mühendisin onayına sunulacaktır. Mühendisin imalat çizimlerini onaylamış olması Yüklenicinin sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

3. Malzemeler

Kalıp, yaş betondaki herhangi bir sıvı kaybını önleyecek ve betonu şok ve vibrosyona maruz bırakmadan sökülecek şekilde inşa edilmelidir. Betonun vibrasyona maruz kalacağı durumlarda, bütün takozlar kaymayı veya deplasmanı önleyecek şekilde tespit edilmelidir.

Kalıp, ahşap veya çelikten olacaktır ve tüm bağlantı elemanlarını ve desteklerini içerecektir.

Çizimlerde brüt beton olarak gösterilen beton yüzeyler onaylanmış kalıplar kullanılarak dökülmeli ve bu yüzeylerde herhangi bir petek, çapak, çıkıntı ve hava deliği olmamalıdır.

Kalıp tahtalarının düzeni, yapı derzi ve çıkıntılarının yerleştirilme şekli, girintili veya çıkıntılı derzlerin birlikte kullanılması, Yüklenici tarafından Mühendis ile işbirliği içinde dikkatli bir şekilde etüt edilmelidir.

Aşağıda, Mühendisin talimatlarına bağlı olarak şantiyede kullanılabilecek, bazı kalıp tanımlamaları verilmiştir:

3. Çelik Kalıp Yüzeyler

Çelik kalıplar yeterince sağlam, tümüyle düzgün ve temiz olmalıdır. Koruyucu bir boya ile boyanmalı ve her türlü pas veya bitmiş beton atıklarından arındırılmış olmalıdır. Kenarlarında çimentonun sızmasını önleyecek özel detaylar olmalı ve su geçirmez bir bağlantı oluşturmalıdır. Bu kalıpların boyutları ve düzenleri Yüklenici tarafından etüt edilmeli ve Mühendisin onayına sunulmalıdır.

4. Kontrplak (plywood) Kalıp Yüzeyleri

Kontrplak kalıplar yeterli kalınlıkta olmalı ve gerektiği gibi takviye edilmelidir. "Visaform" ile veya eşdeğeri bir plastik yüzeyli kontrplak olmalı veya poliüretanlı bir cila ile cilalanarak eşdeğer bir yüzey sağlanmalıdır.

Su geçirmezlik, sağlamlık, tamamen düz ve temiz yüzeyler gibi nitelikler için yukarıdaki paragrafta çelik kalıplar için verilen şartlar aynen geçerlidir.

Aynı kalıp malzemesinin tekrar kullanımı konusunda Mühendisle uzlaşmaya varılmalıdır. Ve Mühendisi tatmin edici yüzey koşullarını sağlamayan kalıp malzemesinin kullanılmasına hiçbir şekilde izin verilmeyecektir.

5. Kalıplarda Şişme

Kalıp, beton dökümü sebebiyle oluşacak basınç ve yüklere, sıkıştırma ve vibrasyonu metodu ne olursa olsun, şişme yapmayacak ve şakülden kaçma yaratmayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Kabul edilebilir maksimum değerler aşağıda verilmektedir :

<u>Yer</u>	<u>Kabul edilebilir sehim</u>
Bitişik çerçeve elemanları arasınd	±1mm
Çerçeve elemanı üstündeki bitişik bağlantılar arasında	±1mm
Düşey bir yüzeyin toplam derinliğinde	±1 mm
Yatayda 3 m'lik bir uzunlukta	±1mm

Yüklenici, Mühendis tarafından belirlenen sehimler için kalıpta pay bırakmalıdır.

6. İşçilik

Yüklenici, aşağıdaki hususlara kesinlikle çok dikkat etmelidir :

- Kalıbın tasarımı, işçiliği ve kurulması
- Beton muhtevasının kontrolü, karıştırılması ve dökülmesi

c) İlgili tüm işlemlerin yeterli seviyede teknik kontrolü

Yüklenici, kalıbı, tasarımını, kurulmasını, çakılmasını ve sökülmesini sağlamalıdır ve kalıbın stabilitesinden, yaş beton ve tüm beklenmedik ani yüklere karşı güvenilirliğinden, dökme, vibrasyon, tokmaktama, hazırlama ve kür sırasında betonun zarar görmesini önlemekten sorumludur. Kalıp, çizimlerde gösterilen beton boyutlarını verecek ve belirtilen yüzey bitişlerini sağlayabilecek şekilde kurulmalıdır. Bütün yükler altında maksimum kabul edilebilir sehim, serbest açıklığın l/500'ünü ya da daha önce Kalıplarda Şişme paragrafında verilen değerleri (hangisi daha küçükse) geçmemelidir.

Eğer iç bağlantı gerekliyse, çizimlerde aksi gösterilmediği takdirde, yüzeyden 30 mm.den daha az mesafede kalmayacak şekilde yerleştirilen metal elemanlarla birlikte civata ve çubuklar kullanılmalıdır. Bu gibi civata ve çubukların sökülmesi sırasında oluşan delikler, karışımı Mühendis tarafından onaylanacak bir harç ile doldurulmalıdır.

Bütün kalıplar, üzerilerindeki eski beton ve diğer artıklardan tamamen temizlenmelidir. Beton dökülmeden hemen önce, testere talaşı, rende parçaları vb. maddelerin temizlenebilmesi için kalıpta geçici boşluklar sağlanmalıdır.

Beton dökülmeden önce, kalıp yüzeyi Mühendis tarafından incelenmeli ve onaylanmalıdır. Ancak bu onay, Yüklenicinin sorumluluklarını hafifletmeyecektir.

Tespit blokları, levha ankrajları ve çubuklar, civatalar ve duvar bağlantıları vs. bütün yuvalar ile birlikte, beton dökülürken yerleştirilmelidir ve delikler, menfezler, oluklar, yivler vs. beton dökülmeden önce düzgün bir şekilde kalıba alınmalıdır. Mühendisin onayı olmadan, bu tip işler için veya herhangi bir başka sebeple, betonun hiçbir bölümü kırılıp atılmayacaktır.

Donatıyı yerleştirmeden önce, kalıbın iç yüzeyleri onaylanmış bir kalıp yağı ile yağlanmalıdır. Donatı elemanlarının kalıp yağı ile kirlenmemesi için azami dikkat gösterilmelidir.

7. Kalıbın Alınma Süresi

- Aksi belirtilmediği takdirde;
- Temel yan kalıpları beton dökülmesinden 2 gün sonra sökülebilecektir.
- 10 metreye kadar açıklıklı döşemelerde, gerekli destek bırakılarak 14 günde sökülebilecektir.
- 10 metreden fazla açıklıklı döşeme kalıpları ile kiriş alt kalıpları, gerekli destek bırakılarak 21 günde sökülebilecektir.

Kalıpların güvenli olarak çıkarılması ve geçici takviyeler ile ilgili sorumluluk Yükleniciye aittir. Kalıpların erken alınmasından veya betonun yeterli düzeyde takviye edilmemesinden oluşacak hasarlı işler kaldırılarak, bedeli Yüklenici tarafından karşılanarak yeniden yapılacaktır.

Kalıbın alınması sırasında, kolonların, kirişlerin vs. kenarlarının kırılmaması için, bu noktalarda azami dikkat gösterilmelidir.

Kalıbın sökülebilmesi için gerekli minimum zamanın geçmesinin Yüklenici tarafından sağlanması, hiçbir şekilde Yükleniciyi, betonun yeterli mukavemete ulaşmasını ve gerektiği gibi kür yapılmasını garanti etme sorumluluğundan kurtarmaz.

BETONARME DEMİRİ İŞLERİ

1. Genel

Bu şartnamedeki işler betonarme imalatlarda kullanılacak demirlerin temini, saklanması, işlenmesi ve montajı ile ilgilidir.

Yüklenici, herhangi bir imalata başlamadan ilgili tüm imalat çizimlerini onay için Mühendise sunacaktır.

Yüklenici, kullanacağı demirleri üreten firma tarafından yaptırılan kimyasal analiz, çekme ve uzama test sertifikalarını herhangi bir sipariş vermeden önce Mühendisin onayına sunacaktır. İşyerine getirilen her partideki değişik çaptaki demirlerden Mühendis nezaretinde alınan numunelere ayrıca çekme ve uzama testi yaptırılacaktır.

2. Malzemeler

Betonarme demiri TS 708 ve TS 4559 standartlarına uygun olacaktır. İşyerine getirilen demir Mühendis tarafından onaylanan şekilde stoklanacaktır. Demirin hiçbir şekilde toprak ile temasına izin verilmeyecektir. Demir stoklarının üstü, su, toz ve nemden korunması için uygun malzemeler ile sarılacak ve en fazla 3-4 günlük demir ihtiyacı açıkta bulunacaktır.

3. İşçilik

Tüm demirler imalat çizimlerine uygun olarak kesilecek ve bükülecektir. Bükme işlemi soğuk olarak yapılacaktır. Bükme işlemi için gerekirse mekanik makinalar kullanılabilir. Donatı detaylandırılması ve bükülmesi ile ilgili olarak TS 500 şartlarına aynen uyulacaktır. Kullanılacak tüm çelik elemanlar TS 500 şartlarını sağlamalıdır. Kaynaklı ek yapılmasına kesinlikle müsaade edilmeyecektir.

Betonarme demiri proje ve şartnamelere uygun olarak yerleştirilecektir. Demirler bağ teli ile sıkıca bağlanacaktır. Demirin kalıp ile temas eden yüzeylerine paspayı oluşturacak şekilde plastik takozlar konulacaktır. Plastik takozların yeterli olmadığı durumlarda temellerde demir sehpalı kullanılacaktır.

Yüzeyi paslanmış, kirlenmiş demirler beton dökümünden önce sert fırça ile iyice temizlenecek ve demirin üzerinde herhangi bir pas, beton ve çamur, kir vb. kalmaması sağlanacaktır.

Mühendis tarafından onaylanmadan beton dökümü yapılmayacaktır.

➤ TESVİYE, MEYİL BETONU

1. Genel

Bu Şartnamede, projelerde gösterilen döşemelerde uygulanacak tesviye ve meyil betonu yapımı için malzeme ve metotlar tanımlanmaktadır.

Yüklenici tüm kullanacağı malzemeleri Mühendise onay için sunmalıdır. Yüklenici ayrıca yapılacak işin kalite ve yapısını gösteren örnekleri işe başlamadan önce hazırlayacaktır.

2. Malzemeler

Kullanılacak malzemeler Kısım 400 Beton İşleri Şartnamesinde verilmiştir.

3. İşçilik

Üzerine suni taş, granit vb kaplanacak yüzeyler ile çatıda istenilen meyilin uygulanabilmesi için projelerde gösterildiği şekilde 200 kg çimento dozlu harçla tesviye ve meyil betonu yapılacaktır. Tesviye ve meyil betonu dökülmeden önce uygulanacağı yüzey toz ve gevşek malzemelerden tamamen temizlenecektir. Beton dökülecek alanlar ıslatılacak ve hazırlanan harç düzgün bir şekilde yayılarak kuvvetlice yerleştirilecek ve perdahlanacaktır. Dökülen betonun korunması ve bakımı Kısım 3A'da açıklandığı şekilde yapılacaktır.

ÇİMENTO HARÇ İLE ŞAP VE GRANÜLOTİK BETON YAPILMASI

1. Genel

Bu Şartnamede, projelerde gösterilen duvar ve döşemelerde uygulanacak çimento harç ile şap yapımı için malzeme ve metotlar tanımlanmaktadır.

Yüklenici tüm kullanacağı malzemeleri Mühendise onay için sunmalıdır. Yüklenici ayrıca yapılacak işin yöntem ve kalitesini gösteren örnekleri işe başlamadan önce hazırlayarak, Mühendisin mutabakatını alacaktır.

2. Malzemeler

Portland Çimento: TS 19 PÇ 325

Kum: TS 706, TS 2717 yıkanmış ve elenmiş tabii kum,

Su: TS 266, Temiz ve zararlı maddelerden arınmış

Çimento temini, muhafazası ve kullanımı, ve imalatların kür edilmesi hususlarında yukarıda 3A Y erinde Dökme Beton Şartnamesinde belirtilen şartlara uyulacaktır.

3. İşçilik

Çimento harç ile şap projede gösterildiği şekilde döşemede tesviye betonu üzerine veya doğrudan tabliye betonu üzerine yapılacaktır. Tesviye betonu prizini almadan üzerine şap yapılacaktır. Şap harcı 1 metreküp kuma 400 kg çimento karıştırılarak yapılacaktır. Şap kalınlığı projedeki yerine göre 3-5 cm arasında değişebilir.

Şap yapılacak alan uzun kenarı 1.5 m 'yi geçmeyen ve 2 m²'den büyük olmayan anolara bölünür ve ano kenarlarına düzgün rendeli ince çıtalar konulur. Daha sonra derzler, Mühendisin onaylayacağı bir malzeme ile doldurulacaktır.

Malzeme, şap yapılacak alana düzgün olarak yayılır ve madeni mala ile iz bırakmayacak şekilde perdahlanır ve daha sonra helikopter kullanılarak yüzeyler kotuna ve pürüzsüz hale getirilir.

Sıcaklığın 4° C altına düşmesi halinde şap uygun malzemeler ile örtülerek soğuktan, açıkta kalan şap yüzeyler güneş etkisinden korunacaktır. Şap en az 48 saat süreyle korunacak ve nemli tutulacaktır.

ÇİMENTO HARÇ İLE SIVA İŞLERİ

1. Genel

Bu Şartnamede projelerde gösterilen duvar ve tavanlarda uygulanacak çimento harç ile sıva işleri için malzeme ve metotlar tanımlanmaktadır.

Yüklenici kullanacağı tüm malzemeleri kullanmadan önce Mühendise onay için sunacaktır. Yüklenici ayrıca yapılacak işin yöntem ve kalitesini gösteren örnekleri, işe başlamadan önce hazırlayacaktır.

1. Malzemeler

Portland Çimento:	TS 19 PÇ 325
Kireç:	TS 30
Kum:	TS 706, TS 2717 yıkanmış ve elenmiş tabii kum,
Su:	TS 266, Temiz ve zararlı maddelerden arınmış

Çimento Harcı (iç yüzeyler): TS 1262

Çimento Harcı (dış yüzeyler): TS 1481

Çimento ve kireç kullanılacağı zamana kadar kuru olarak saklanmalıdır. Malzemeler yer ile temas etmemeli, üzeri kapalı tutulmalı ve ıslak yüzeylerden uzak bulunmalıdır.

2. İşçilik

Sıva yapılacak yüzeyler gevşek malzemelerden, toz, kir ve yabancı maddelerden arındırılmış olacaktır. Uygulanacak yüzeyle adezyon sağlanması için yüzeyler Mühendisin uygun göreceği şekilde nemlendirilecektir. Sıva işine başlanmadan önce konulması gereken tüm bağlantı parçaları, kör kasalar vb yerlerine takılmış olacaktır.

Kuranglez duvarındaki ısı yalıtımı üzerine yapılacak sıva için gerekli file imalatçı tavsiyesine uygun olarak monte edilerek yüzey sıvaya hazır hale getirilecektir.

Dış yüzeylerde ilk tabaka (kaba sıva) için 1 metreküp kaba kum, 250 kg Portland çimentosu karıştırılmalı ve 20 mm kalınlıkta uygulanmalıdır.

Dış yüzeylerde ikinci tabaka (ince sıva) için 1 metreküp ince kum, 400 kg Portland çimentosu karıştırılarak 8 mm kalınlıkta uygulanmalıdır.

İç yüzeylerde ilk tabaka (kaba sıva) için 1 metreküp kaba kum, 250 kg Portland çimentosu ve 0.1 m³ kireç karıştırılmalı ve 20 mm kalınlıkta uygulanmalıdır.

İç yüzeylerde ikinci tabaka (ince sıva) için 1 metreküp ince kum, 250 kg Portland çimentosu ve 0.1 m³ kireç karıştırılarak 8 mm kalınlıkta uygulanmalıdır.

Tavanlarda ise serpmeye sıva 350 dozlu çimento; ince sıva 1 m³ ince kum, 250 kg Portland çimentosu ve 0.1 m³ kireçten yapılan harç ile sıvanmalıdır.

Sıva küçük partiler halinde, su sızdırmayan uygun kaplarda makina veya el ile karıştırılmalıdır.

İlk karışımdan sonra karışım akışkanlığını düzeltmek için su katılmasına müsaade edilmeyecektir. Donmuş, katılaşmış, yumrulaşmış veya kısmen prizini almış malzemeler kesinlikle kullanılmayacaktır.

Sıva kalınlığı üniform olmalı ve kalınlığın ayarlanabilmesi için metal masterlar kullanılmalıdır.

Sıva uygulanmasından önce binada sıcaklık en az 4° C olmalı ve bu sıcaklık sıva uygulaması ve sıva tamamen kuruyana kadar da sağlanmalıdır. Yeterli havalandırma sağlanmalıdır. Kullanılacak ısıtma yöntemi Mühendisin onayına tabidir.

Sıva yapılacak yüzeyler işleme başlamadan önce dikkatlice incelenmelidir. Masterların yerinde ve doğru pozisyonda olduğu kontrol edilmelidir.

İlk kat (kaba) sıva yeterli basınç ile uygulanmalıdır. İlk kat sıva prizini almadan eşit kalınlıkta ve ikinci tabaka (ince sıva) için yeterli bağlantıyı sağlayacak kabalıkta bırakılmalıdır. Kaba sıva yüzeyi uygun master ve mala kullanılarak düzeltilmeli ve ince sıva uygulanabilecek şekilde bırakılmalıdır.

Kaba ve ince sıva en az 48 saat nemli olarak küre tabi tutulmalıdır. Sıva dona karşı korunmalıdır.

denilmektedir. Kırşehir Atıksu Arıtma Tesisinin Betonarme kısmı bu şartlarda dahilinde yapılmıştır.

EK-2: Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisi yapım ihalesine ait beton şartnamesi

➤ “Beton işleri

✓ Malzemeler

- Genel

İşlerde kullanılan malzemeler yeni, iyi, burada belirtilen kalitelere ve türlerde, onaylanmış numunelere eşdeğerde olacaktır. Gerekirse başka numunelerin alınabilmesi ve test edilebilmesi için teslimatların yeterince önceden yapılacaktır. Onaylanmayan malzemeler masrafı yükleniciye ait olmak üzere derhal çalışmalardan kaldırılacaktır.

Beton hazırlama malzemelerinin tüm belirtilen özellikleri sürekli şekilde gereksinimlere uygunluğu sağlayacak sıklıkta ve yeni malzemeler kullanıldığında test edilecektir.

Malzemeler hasar, bozulma ya da kirlenmeyi önleyecek tarzda taşınacak ve yerinde ya da başka bir yerde tutulacak ve depolanacaktır.

- Çimento

Çimento onaylanmış bir kaynaktan alınan düşük alkali içeren, sülfata dayanıklı ya da EN197'ye uygun olağan Portland çimentosu olacaktır.

Ayrıca, çalışmalarda kullanılan düşük alkali içeren çimento ($\text{Na}_2\text{O} + 0.658 \text{K}_2\text{O}$) % 0.6'dan daha düşük alkali içerecektir.

Çimento imalatçının markalı torbaları veya varilleri içinde teslim edilecek ve her bir sevkiyat ile birlikte imalatçının test sertifikaları verilecektir. Zarar görmüş torbalar ve variller ile mühendisin tatmin edici bulmadığı çimentolar reddedilecektir. Her bir torba sadece açıldığı günde kullanılacak ve bir önceki günde açılan torbalar reddedilecektir. Nemli şartlardan etkilenmiş olanlar dâhil reddedilen tüm çimentolar 48 saat içinde şantiyeden kaldırılacaktır.

Yüksek alümin içeren ergitme fırını (yüksek fırın) cürufu çimentosu kullanılmayacaktır.

Şantiyede depolanan çimento hava şartlarından korunacak ve yerden kaldırılmış şekilde tutulacaktır.

Çimento teslimat sırasına göre kullanılacaktır.

Kullanıldığı zaman çimento sıcaklığı 60°C' yi aşmayacaktır.

Test edilip ilgili EN standartlarını karşıladığı doğrulanmadıkça üretim tarihinden 6 ay sonra yada depoda üç ay tutulan çimento kullanılmayacaktır. Her bir yeniden test sertifikası 6 aylık bir süre için geçerli olacaktır.

Şantiyeye teslim edilen her bir çimento sevkiyat partisinin yanı sıra imalat yeri ve tarihi ile çimentonun imalat edildiği dökme partisi üzerinde yapılan standart testlerin sonuçlarını gösteren bir sertifika(belge) gönderilecektir.

Yukarıda bahsedilen gereksinimlere ve testlere bakılmaksızın mühendis kendi görüşüne göre herhangi bir nedenle tatmin edici olmayan herhangi bir çimentoyu reddedebilir.

- Su

Beton, harç karıştırma, ve sertleştirmede kullanılacak su onaylanmış bir kaynaktan alınacak ve beton yada harcın sertleşme süresini, kuvvetini, dayanıklılığını yada renk kaybı yada ufalanma(tozlanma) yolu ile sertleşmiş betonun görüntüsünü veya beton yada harcın herhangi bir aşamasında takviyeyi (desteği) etkilemeyecek kalitede olacaktır.

Su içilebilir, temiz, karıştırılmış yada karıştırılmamış, 5.0 ile 5.9 arasında pH değerine sahip olan bir su olacak ve EN 1008'e göre test edilecektir. Aşağıdaki limitler aşılmayacaktır.

- 2000 ppm'den fazla olmayan toplam çözülmüş katı maddeler (TDS).
- 2000 ppm'den fazla olmayan karışmış (süspansiyon içindeki) katı maddeler

- 500 ppm'den fazla olmayan klorürler (Cl),
- 1000 ppm'den fazla olmayan sülfatlar (SO₂)
- 1000 ppm değerden fazla olmayan alkali (HCO₃/CO₃)

Su güneş ışığı, rüzgar, toz, organik kirlenme veya başka herhangi bir kaynaktan kirlenmeden korunmuş, onaylı temiz kaplarda depolanacaktır.

-Çakıllar

Çakıl şeklinde kullanılan malzemeler beton için tatmin edici(uygun) çakıllar ürettiği bilinen bir kaynaktan alınacak ve kimyasal olarak atıl, kuvvetli, dayanıklı, sınırlı gözenekli olup, takviye malzemelerinin (çelik-demir) korozyonuna neden olabilecek ya da beton kuvvetini ya da dayanıklılığını zayıflatabilecek yapışkan kaplamalar, kil kesikleri, kömür ve kömür artıkları, organik ya da diğer yabancı maddelerden arındırılmış olacaktır. Çakıllar prEN 12620 standardına uyan doğal çakıllar yada kırılmış taştan olacaktır.

Beton karışımında kullanılan çakıllar betonda zayıflama ya da hasara neden olmayacaktır.

Çakıllar sadece onaylanmış, geçirimsiz, serbest boşaltmalı platformlarda depolanacak ve tutulacak ve beton blok duvarlar farklı derecedeki çakılları ayıracaktır. İstif yığınları azami 1.50 m yükseklikte tabakalarla yapılacak ve çakılların ayrışması önlenecektir. Ayrışmış olan tüm çakıllar kaldırılacaktır. Şantiyede depolanan tüm çakıllar karıştırma için gerekli oluncaya kadar onaylanmış örtüler ile kapatılacaktır. Şantiyede depolu iken kirlenmiş olan çakıllar kaldırılacaktır.

İnce çakıllar

Beton kumu prEn 12630 standardına uygun olacaktır. Kum (doğrudan gözle ayırt etme ile belirlendiği gibi % 3'den fazla boşluklu deniz şisti içermeyecektir.

Suni ya da imal edilmiş kum kabul edilmeyecektir.

Kuru kumun yüzdeleri Şeklinde ifade edilen klorürlerin ve sülfatların izin verilen azami yoğunluğu sıra ile % 0.06 (asitte çözülebilen klorür), ve % 0.4 (asitte çözülebilen SO₃) biçimindedir.

Karıştırılan(harmanlanan) rnnn ince çakıllarla ilgili tüm gereksinimleri karşılaması Şartı ile kırılmış taş tozlarının karıştırılmasına izin verilebilir. ISO 3310 testine göre - 7.5 mikrondan daha ince malzemeler ağrlık olarak % 5'den daha fazla olmayacaktır. Eğer ISO 3310 testine göre 75 mikrondan daha ince malzemeler özellikle kil ve deniz Őistinden olarak kırılan tozlardan meydana gelirse limit ağrlık olarak % 7'ye çıkarılabilir.

Emiş % 5'i aşmayacaktır.

Magnezyum sülfat sağlamlık oranı beş devirden sonra % 10'u aşmayacaktır. (ASTM C 88)

Organik katkı maddeleri yönünden test edildiği zaman, renk referans standart renkten (ASTM C40) daha açık olacaktır.

Potansiyel alkali reaktifliği (ASTM C227) yönünden test edildiği zaman genleşme 3 ayda % 0.03/den daha az olacaktır. Alternatif olarak, potansiyel alkali reaktifliği ASTM C289'a göre test edilebilir ve ASTM C33, Ek X1'e göre değerlendirme yapılabilir.

Kaba akıllar

Betonda kullanılacak kaba çakıllar mühendisi tatmin edecek tarzda çeneli (jaw) darbeli veya konik kırıcılar veya başka mekanik kırıcılar vasıtası ile mekanik olarak kırma yöntemi ile elde edilen sert ve dayanıklı taştan olacaktır.

Kuru çakılın yüzdeleri Şeklinde ifade edilen klorürlerin ve sülfatların izin verilen azami yoğunluğu sıra ile % 0.03 (asitte çözülebilen klorür), ve % 0.4 (asitte çözülebilen SO₃) Şeklinde olacaktır.

Mühendis tarafından aksine kabul edilmedikçe, tüm beton sınıflarında kullanılacak kaba çakıl düzgün kademe sağlayacak oranda orantılanmış 40mm, 20 mm ve 10 mm

nominal ölçülerinde çakılların karıştırılması ile bir parti oluşturacak tarzda sağlanacaktır.

Emiş %2.5 değerini aşmayacaktır.(EN 12620)

Pullanma endeksi ve uzama endeksi % 25'i aşmayacaktır (EN 12630)

Kaba çakıllar % 5'den fazla yumuşak kısım(parça) içermeyecektir (ASTM C235)

Magnezyum sülfat sağlamlık ağırlık kaybı beş devreden sonra % 10'u aşmayacaktır.(ASTM C88)

Potansiyel alkali reaktifliği (ASTM C 277) yönünden test edildiği zaman üç ayda genişleme % 0.05'den az olacaktır. Alternatif olarak potansiyel alkali reaktifliği ASTM C 289'a göre test edilebilir ve değerlendirme ASTM C.33, ek XI'e göre yapılabilir.

-Karışımlar

Karışımların ya da katkı maddelerinin herhangi bir kullanımı mühendis tarafından onaylanacaktır.

Onaylanan karışımlar imalatçının tavsiyelerine göre yapılacaktır ve her bir dozun kontrol edilmesi için karışımlar görünebilen bir vasıta sağlayan onaylanmış bir teçhizat tarafından dağıtılacak ve ilgili EN standartlarına uygun olacaktır.

Onay verilmeden önce teklif edilen dozajlar, imalatçının teknik bilgileri ve deneme karışımlarının sonuçları mühendise sunulacaktır.

Betonda birden fazla karışım kullanılacağı zaman, standart testler ile muhtelif karışımların uygunluğu doğrulanmış olacak ve imalatçı (lar) tarafından doğrulanacaktır.

Klorür veya nitrat içeren herhangi bir karışım kullanılmayacaktır

- Toplam klorür ve sülfat muhtevaları

Beton karışımının asitte çözülebilen toplam klorür muhtevası EN 12350 standardına göre tespit edilecektir. Tüm kaynaklardan klorürler buna dahil olacaktır.

Sülfata dirençli çimento ile yapılan betonda çimentonun ağırlığına göre klorür iyonunun %'si şeklinde ifade edilen, asitte çözülebilen toplam azami klorür muhtevası %0.200 olacaktır.

Hangi kaynaktan olursa olsun, çimentonun ağırlığına göre % SO₃ şeklinde ifade edilen beton karışımının asitte çözülebilen azami sülfat muhtevası 4.0 olacaktır.

-Takviye (demirler)

Takviye (kuvvetlendirme) EN10080 ile uyumlu olacaktır.

Takviye için kullanılan demir çubuklar yüksek gerginlik dayanıklılığına sahip çelik çubuklara eşit bir kuvvete sahip olacak ve profilli olacaktır.

Karakteristik eğilme gerginliği en azından 550 N/mm₂ olacaktır.

Yükleniciler mühendise sağlanacak çelik takviye elemanlarına ilişkin imalatçı tarafından yapılan testlerin sertifikalarının kopyalarını sunacaktır.

Eğer mühendis tarafından istenirse, yüklenici mühendis tarafından onaylanan , kabul edilmiş bir test laboratuvarına numuneleri sunacak ve söz konusu laboratuardan test sertifikalarını alacaktır.

Tüm takviyeler (demir,çelik elemanlar) temiz, oyuk, korozyon paslanma, pullanma, boya, yağ, gres, yapışan toprak, yada beton ve takviye elemanı arasındaki bağlantıya zarar verebilecek yada takviye elemanının korozyonuna yol açabilecek veya betonun kalitesine zarar verebilecek herhangi bir başka malzemedan ari olacaktır.

-Sıvı örtüsü(sertleştirme) bileşimi (kür kimyasalı)

Mühendis tarafından başka bir tip kabul edilmedikçe sıvı örtüsü (liquid membrane) setleştirme malzemesi ASTM C 309 ,Tip 1'e uygun olacaktır.

-Su tutucular

İnşaat bağlantılarında su tutucuları kullanılacaktır. Hasır kalınlığı 5 mm'den az olmayacaktır. Su kesicileri kauçuk yada polivinil klorür (PVC) olacaktır

-Aralayıcılar

Aralayıcılar (ara halkaları) kullanılacakları inşaat ile aynı derecede betondan yapılmış olacaktır.

✓ Gereksinimler/İşçilik

-Kalıplar

Tasarım ve inşaat

Beton kalıbı onaylanmış malzemelerden sağlam şekilde yapılacak ve şekil ve ebatları uygun olacaktır. Kalıplar bu kısımda tanımlanan yüzeyleri (kaplamaları) elde etmek için gerekli olabilecek malzemelerden yapılacak yada söz konusu malzemeler ile kaplanacaktır. Kalıp tasarımı inşaat başlamadan önce onay için mühendise sunulacaktır. Kalıp, destek veya mesnet bağlantısı şeklinde şantiyeye getirilen tüm malzemeler yeni olacaktır.

Beton ile temas eden yüzeyler yapışan harç, çıkıntı yapan çiviler, yarıklar veya diğer kusurlardan arınmış olacaktır. Birleşme yerleri (ekler) çimento harcının sızıntısını ve pullanma yada diğer kusurların oluşmasını önleyecek şekilde sıkı (sızdırmaz) olacaktır. Hatalı bağlantı yerleri sızdırmaz hale getirilecektir Aksine belirtilmedikçe beton elemanlarının harici köşelerinde 20 mm x 200 oluklar oluşturulacaktır. İç köşeler benzer şekilde 20 mm pervazlar ile sağlanacaktır.

Açık yüzeyler için kalıplar panoların uzunluğuna ölçüleri dikey olacak ve tüm birleşme yerleri sıralanacak biçimde düzenli ve değişmez bir kalıpta (modelde) yerleştirilecektir.

Yıkamada suyun çıkması için kalıp açıklıkları sağlanırsa beton dökülmeden önce uygun şekilde kapatılacak tarzda bunlar biçimlendirilecektir.

Kalıpların kolay çıkarılmasına izin verecek tarzda bağlantılar yapılacak ve bunlar betonun sertleşmesi sırasında doğru şekli muhafaza edecek biçimde yeterince kuvvetli olacaklardır.

Kalıp içindeki metal bağlantılar veya bağlantılar (duvar kenedi) betona zarar vermeden en azından yüzeyden 50 mm bir derinliğe kadar çıkarılmaya izin verecek tarzda yapılacaktır. Metal bağlantılar için tüm bağlantı elemanları (fittingler) çıkarıldıklarında kalan boşluklar mümkün olan en düşük ölçüde olacak tasarımda olacaktır. Yayma konileri (spreader cones) veya bağlantıların çapı 25 mm'yi aşmayacaktır. Boşluklar çimento harcı ile doldurulacak ve yüzey, sağlam, düzgün, pürüzsüz, ve düzgün bir renkte bırakılacaktır.

Kalıplar hatlara uygun olup sertleşmeyen betonun ağırlığı, ve basıncı, inşaat yükleri, rüzgar, ve diğer kuvvetlerin altında bozulmalarını önleyecek destekli ve payandalı olacaktır. 3 metreden daha fazla uzunluktaki (kapsamlı olan) kirişler uzama metresi başına 1 ½ ölçüsünde yukarıya doğru bir bombeye sahip olacaktır.

Beton normal olarak 3 metreden daha derin olan yükseltilerde dökülmeyecektir. 3 metreden daha yüksek olan yüksekliklerde betonun dağılmasını (ayrışmasını) önlemek amacı ile betonun dökülmesi için açıklıklar sağlanacaktır.

Betona yapışmayı önlemek amacı ile kalıp yüzeylerine Onaylanmış bir kalıp yağı yada başka bir malzeme tatbik edilecektir. Bu tür kaplamalar suda çözülmez, leke yapmaz, betona zarar vermez özellikte olacaktır. Betonun sertleşmesini geciktiren sıvılar sadece onay verildiği zaman kullanılacaktır. Kalıp yağı, geciktirme sıvısı veya benzeri kaplama malzemelerinin takviye elemanları veya daha önceden dökülmüş beton ile teması önlenecektir.

Herhangi bir beton dökülmeden (yerleştirilmeden) önce talaş, kıymıklar, veya diğer yabancı maddeleri arındırmak için kalıplar su ve/veya basınçlı hava ile temizlenecektir. Sonra kalan tüm su kalıptan süzülecektir ve kalıplar silinecektir. Hiçbir durumda kalıplar mühendis tarafından kabul edilinceye kadar kalıpların içine beton dökülmeyecektir. Mühendis tarafından böyle bir onayın verilmesi yükleniciyi kalıplarla ilgili sorumluluğundan kurtarmayacaktır.

Beton içine konacak tertibatların ayrıntıları mühendisin onayına tabi olacaktır. Mühendisin önceden izni olmadan beton içine hiç tertibat destek teli metodu ile bağlanmayacaktır. Böyle herhangi bir izne rağmen, yüklenici yapıda neden olunabilecek herhangi bir hasarın tüm sorumluluğunu üstlenecek ve mühendisi tatmin edecek şekilde kusuru düzeltecektir.

İnşaat toleransları

Betonun yapılacağı (inşa edileceği toleranslar) aşağıda özetlendiği gibidir:

İnşaatta izin verilebilen sapma konusu (mm)

Plandaki konum ± 20 mm

Ölçüler ve şekiller

- Duvarların ve beton tabakanın kalınlığı ± 6 mm
- Kolonlar ve kirişler ± 6 mm

Ebatlar ve temeller

- +50 mm
- 0 mm

Şakül sapmaları

- (dikey olarak 5 m'ye kadar) ± 12 mm

Düz beton tabaka ve kirişlere göre seviye

- ± 12 mm

Delikler

- Yerleştirme ± 10 mm
- Ölçüler ± 3 mm

Dökülen malzemeler

- Yerleştirme ± 10 mm
- Birbirine bağı malzemeler arasındaki mesafe: ± 2 mm

Yüklenici sapmaları bitirilen beton yapının verilen sınırları içinde tutmakla sorumludur ve belirtilen toleranslar içinde inşa edilmeyen işin herhangi bir düzeltmesinin tüm masrafları yükleniciye ait olacaktır.

Kalıpların çıkarılması

Kalıplar sarsıntı olmadan tedrici olarak oynatılarak çıkarılacaktır. Kalıpların çıkarılmasından önce beton kontrol edilecek ve kalıbın çıkarılmasına sadece vasıflı gözlemcin varlığında ve sadece beton kendi ağırlığını ve üzerine konacak herhangi bir muhtemel yerel yükü taşıyacak yeterli kuvvete eriştikten sonra devam edilecektir.

Olgunluk günleri olarak verilen aşağıdaki darbe (çarpma) zamanı izin verilecek kesin asgari süredir.

- Alt yüzeyler 10 gün
- Yanlar : 4 gün

Veton kalıba döküldükten sonra aşağıdaki sürelerden önce beton üzerine yük konmayacaktır.

- Kolonlar, kirişler, kat tabaka betonları (slabs) duvarlar vs : 14 gün
- Temeller: 10 gün

Yüklenici işin her bir kısmında betonun döküldüğü tarihi ve kalıpların oradan çıkarıldığı tarihi kaydedecektir. Betonun dökülmesi ve kalıpların oradan çıkarılması arasında geçen sürenin ve ortaya çıkan sonuçların değerlendirmesi tamamen yüklenicinin sorumluluğunda olacaktır.

Yüzey kaplamaları

Tip 1 yüzey kaplaması –Standart kaba kalıp kaplaması

Kaplanmış iş içinde yada başka inşaat işlerinde aksine gösterilmedikçe veya belirtilmedikçe saklanacak olan tüm kalıplanmış beton yüzeylerinde standart biçimde yüzey sağlayın.

Standart kaba kalıp kaplaması kullanılan kalıba bakan malzeme tarafından verilen beton yüzeyi olacak kusurlu alanlar belirtildiği gibi tamir edilecek ve yamanacak ve tüm kanatlar ve yüksekliği 5 mm'yi aşan diğer çıkıntılar sert bloklar ile düzletilecektir (pürüzsüz hale getirilecektir) .

Tip 2 yüzey kaplaması –Standart düz kalıp kaplaması :

Görünebilen yada atıksuya değen tüm kalıplı yüzeyler için standart düz kaplama (bitiş yüzeyi) sağlayın. Standart düz yüzey kaplaması düz kalıba bakan malzeme ile elde edilen şekilde dökülmüş(kalıplanmış) beton yüzeyi olacaktır ve kusurlu alanlar tamir edilip yamanacak ve yüzeydeki diğer çıkıntılar tamamen kaldırılıp düzlenecektir. Duvarların üstleri,) bitişikteki kalıplanmış yüzeylere uyan bir doku ile bitirilen dövülerek düzlenecek yatay ofsetler (dengeleyiciler) benzeri ilgili kalıplanmayan yüzeylerde düz pürüzsüz yüzeyler sağlamak için master yüzeyi veya mala ile düzeltilen yüzey sağlayın.

- 5mm'den daha büyük hava delikleri kabul edilen bir örneğe göre uygun harç ile doldurulacaktır.
- 1 ile 5 mm arasındaki hava deliklerinin sayısı 10 m² yüzeyde 1 ile 5 mm arasındaki sınırı aşmamalıdır.

Tip 3 yüzey kaplaması –Yekpare beton tabaka yüzeyi

Yekpare düz beton tabaka yüzeyi olarak belirtilmemiş olan yekpare tabaka yüzeyleri için pürüzlü yüzey sağlayın Tabakaları döktükten sonra kalıplama (dökme) ile tek bir işlemde yüzeyin düzlenmesi ve mala ile düzeltilmesi gerekir. Seviye düzlemesinden sonra son kurumadan önce sert fırçalar, süpürgeler veya tırmıklar ile yüzeyi pürüzlü hale getirin.

Tip 4 yüzey kaplaması- yekpare düz tabaka yüzey kaplaması

Zemin kaplamaları ile kaplanması düşünülmeyen yada bir sulu harç kazıyıcısı (spatula) ile üzerinden geçilecek kaplanma yapılması düşünülmeyen yüzeylerde yekpare tabaka yüzeylere düz bir kaplama sağlayın.

Tabakaların dökülmesinden sonra, kalıplama (dökme) ile tek bir işlemde yüzeyin düzlenmesi ve mala ile düzeltilmesi gerekir. Yüzey plakası üzerindeki toleranslar 3 m düz kenarlı master ile test edildiği zaman 3m'de 6 mm ölçüyü aşmamalıdır.

Tip 5 yüzey kaplaması- yekpare güçlü master ile tabaka yüzeyi hazırlanması

Yekpare zemin tabakası için enerji ile çalışan masterla sağlanan yüzey kaplaması sağlayın.

Enerji ile çalışan masterla sağlanan yüzey kaplaması betonda çelik master geçirilerek kabartı yada aşama kalmayacak şekilde beton düzeltilerek yapılır. Betonun birinci sertleşmesinden sonra, mala lekeler yada diğer kusurlar olmayacak şekilde düzgün bir yüzey sağlayacak tarzda elektrikli mala üzerinden geçirilir. Enerji ile çalışan masterla sağlanan yüzey kaplaması bitirilince yüzeyde inşaat trafiği yeterince önlenmelidir. Yüzey düzlemi üzerindeki toleranslar 3 m düz kenarlı master ile test edildiği zaman 3m'de 6 mm ölçüyü aşmamalıdır.

-Takviye

Genel

Yüklenici tüm takviye elemanlarının yetkili personel tarafından kontrol edilmesini sağlayacaktır. Yüklenici kontrol için hazır olan takviye işi kısımları hakkında önceden mühendise haber verecek ve takviye (destek) işlemlerinin planlamasının ve kontrolünün ayrıntılı bir kaydını tutacaktır.

Takviye malzemelerinin (demir-çelik) depolanması

Takviye elemanları yer seviyesinden en azından 150 mm yukarıda inşa edilmiş raflar (altlıklar) üzerinde uygun şekilde istiflenecektir.

Çelik takviye elemanlarının depolanması, kesilmesi ve bükülmesi kabul edilmiş, serbest boşaltmalı bir beton platform kapağı (mahfazası) altında yapılacaktır. Depolama yöntemi hava şartları veya kaza ile kirlenme yada hasarı önleyecek biçimde yapılacaktır. Çelik depolandığı zaman nemden korunacaktır.

Takviye elemanlarının taşınması

Bükülmüş olarak şart koşulmadıkça hasır tabakaları düz olacak ve tutturma öncesinde herhangi bir eğilme veya bükülme eğilimi yüklenici tarafından düzeltilecektir. Hasır rulo şeklinde sağlanmayacaktır.

Kesme ve bükme

Takviye elemanlarından kir, pas, pullanma, beton, boya, yağ, tuzlar vs zımparalama (kumlama) yöntemi ile çıkarılacaktır.

Soğuk iken takviye elemanları elle yada uygun elle kullanılan yada enerji ile çalıştırılan bir bükme makinesi kullanılarak bükülecektir. Bükerken, takviye elemanlarının bir darbe yüküne maruz bırakılmaması, sabit düzgün bir yüke tabi olması gerekir.

Sadece mühendisin özel yazılı izni ile Takviye elemanlarının(çelik, demir) kayan yapılmasına izin verilecektir.

Sadece düzletme ve yeniden bükme için kullanılan araçlar çeliğe zarar vermeyecek tarzda olduğu zaman yanlış şekilde bükülen çubuklar kullanılacaktır. Sertleşen beton içinde kısmen gömülü olsun yada olmasın onay olmadan işler de konumunda olduğu zaman hiçbir takviye elemanı bükülmeyecektir.

Bükme ebatları ENV 1992'ye göre olacaktır.

Takviye elemanının tutturulması

Temas eden çubuklar kabul edilmiş bağlama teli ile ya da mühendis tarafından kabul edilen tipte özel mandallar ile bir birine bağlanacaktır. Bağlama teli 16-18 ölçüsünde, pas yada diğer kirler olmayan yumuşak demir tel olacaktır. Takviye

demiri belirtilen beton tabakayı (kapağı) sağlayacak şekilde kalıba göre doğru konumda olacak tarzda yerinde doğru biçimde tutturulacaktır. Yüklenicinin trafiğinin geçişi betonun sıkıştırılması veya diğer ilgili işlemlerin yapılması sırasında yerinden kalkmayacak şekilde takviye elemanları şantiyede sağlam şekilde tutturulacaktır. Beton aralayıcıların kullanılması yolu ile doğru kapama sağlanacaktır. Beton aralama blokları makine ile sıkıştırılacak veya şantiyede imal ediliyorsa, bir parça (kısım) çimento ve iki parça kumdan meydana gelen bir karışım ile imal edilecektir. Şantiyede (iş yerinde) imal edilen bloklar dökme (kalıplama) sonrasında iyice sıkıştırılacak ve asgari 7 gün süre ile su ile sertleştirilecek ve ağırlığına göre % 3.2'den daha az 10 dakikalık bir emiş değerine sahip olacaktır. Beton aralayıcıları (ara elemanlarının) kuvvet, sağlamlık, ve görünüm yönünden çevreleyen beton ile kıyaslanabilir olacaktır. Aralayıcı blokları içinde konan herhangi bir tel açıkta kalan yüzeylerden uzak olacak ve galvanizli olacaktır. Paralel takviye çubuklarına tutturulan aralayıcılar bir kesiti kesen bir hatta olmayacaktır. Ağaç, metal yada taş aralayıcılar kullanılmayacaktır. Beton tabakalardaki üst takviye elemanı tabandaki takviye elemanından normal çelik mesnetler ile desteklenecek tir. Mesnet aralığı her iki yönde merkezden azami 1.50 aralıklı olacaktır. Başlangıç çubukları ana betondaki takviyeye sağlamca tutturulmuş olmalıdır ve belirtilen örtüyü sağlamak için uygun konumlandırılmış olmalıdır. Sertleşmiş beton içinde gömülü takviye (demir-çelik) bükülmeyecektir. Tuturma öncesinde monte edilmiş takviye kafesleri hava şartlarına karşı korunacaktır ve herhangi bir bozulma yada kirlenme meydana gelmeyecek tarzda depolanacak ve nakledilecektir. Beton takviye elemanlarının tutturulmasından sonra 3 gün içinde dökülecektir.

Bindirimler ve bağlantılar

Aynı kısımda çubukların azami üçte biri bindirim yapacak şekilde bindirim kısımları derecelendirilecek aksi halde bindirim kısmı uzunluğu % 50 ile artırılabilecektir.

-Beton

- Beton dereceleri

Beton dereceleri EN 206'ya göre olacaktır. Azami 32 mm nominal çakıl büyüklüğü ile gereksinimler aşağıdaki gibidir:

Beton sınıfı	Asgari beton muhtevası	Azami serbest su/çimento oranı	Hedeflenen ortalama serbest su/çimento oranı	28 günde karakteristik silindir kuvveti
C35/45	320 kg/m ³	0.45	0.45	35 N/mm ²
C30/37	300 kg/m ³	0.45	0.45	30 N/mm ²
C25/30	280 kg/m ³	0.50	0.50	25 N/mm ²
C16/20	225 kg/m ³	-	-	16 N/mm ²

Azami çimento muhtevası 400 kg/mm² değeri aşmayacaktır.

Beton taşınabilir ve yoğun geçirmez bir kütle oluşturacak tarzda ayrışma sızıntı veya plastik çatlama olmadan dahili vibratörler ile sıkıştırılabilir şekilde olacaktır. Neticede beton sağlam, çatlama (crazing) termal çatlaklardan ve kuruma ile büzülmeden arı olacaktır.

Çökme kabul edilmiş dökme ve sıkıştırma gereksinimleri ile uygun asgari oranda tutulacak ancak hiçbir durumda beton mühendisin önceden yazılı izni olmadan EN 12390'a göre tespit edilen 160 mm' den daha fazla veya 40 mm' den daha az bir çukur (çökme) içinde dökülmeyecektir.

Beton karışımları belirtilen çimento su oranını işlenebilirlik ve sıkıştırma kuvveti gereksinimlerini karşılayacak muhtemel çimento muhtevasına sahip olacaktır.

Beton karışımları işlenebilirlik ve su geçirmezlik gereksinimlerini karşılamak için mümkün olan en düşük kum muhtevasına sahip olacaktır.

Beton karışımları % 6'ya eşit hedef bir hava içeriği ile yapılacaktır. Herhangi bir karışımdaki hava muhtevası %4'den az veya %8'den fazla olamaz.

Yerinde hazırlanan beton yoğun (katı) ve ilgili test silindirlerinin yoğunluğunun asgari % 98'ine karşılık verecek şekilde iyi sıkıştırılmış olacaktır.

- Beton karışımları

Karışım planları

Yüklenici her bir beton sınıfı için nihai karışım planından sorumlu olacaktır. Beton dökme işleminin başlamasından altı hafta önce yüklenici karıştırma planları ve karışımlar içinde kapsanacak malzemelerin önerilen ağırlıkları ile birlikte karışımlarda kullanılacak tüm malzemelerin bu standarda (gereksinimlere) uyduğunu gösteren test raporları ile numuneleri mühendisin onayına sunacaktır.

Deneme karışımları

Yüklenici teklif edilen tesis, teçhizat ile parti oluşturma ve karıştırma yöntemlerini kullanarak muhtelif beton sınıfları için mühendisin huzurunda şantiyede deneme karışımları hazırlayacaktır (deneme karıştırma yapacaktır).

İlgili karışım mühendis tarafından kabul edilinceye kadar işlerde inşaat için hazırlanan beton kullanılmayacaktır.

İşlerde herhangi bir derecedeki beton dökülmeden önce beton derecesinin (sınıfının) üç denem karışımı yapılacak ve karıştırma oranları ile onaya sunulacak ve her bir karışımdan altı silindir hazırlanacak ve EN 12390'a göre sertleştirilecek , bunlardan üçü mühendis tarafından onaylanan bir laboratuvar tarafından 7 günlük test için diğer üçü 28 günlük test için hazırlanacaktır.

Eğer 28 günlük silindir kuvvetleri karakteristik kuvvet uygun gereksinimlerini en azından 4 N/mm^2 değeri ile aşarsa karıştırma oranları işlerde kullanım için kabul edilecektir.

Aynı oranlarda kullanılan aynı malzemeler ile daha önceden kabul edilmiş deneme karışımlarının kanıtlarının sunulması halinde deneme karışımlarını yapmak için bu gereksinimler mühendis tarafından gevşetilebilir.

Azami serbest su/çimento oranının belirlenmiş olduğu yerlerde serbest su/çimento oranı ve çukur (çökme) arasındaki ilişkiyi tespit etmek için ön testler yapılacaktır. İmalat, numune alma ve test için uygun bir değişkenlik toleransını içeren İzin verilebilen azami çökme değeri tespit edilecektir.

Malzemeler yada partilerdeki değişiklik nedeni ile her ne zaman gerekli olursa, ön testler tekrar edilecek, ve gözden geçirilecek ve çökme (oturma) değerleri belirlenecektir.

Karışım onaylandığı zaman, oranlarda herhangi bir değişiklik yapılmayacak, çimentonun ve çakılların asıl kaynağı yada tip, ölçü, ve derecede başka testlerin yapılmasını isteyebilecek mühendisin onayı olmadan değişiklikler yapılmayacaktır.

Deneme karışımlarının mühendis tarafından onaylanması yükleniciyi gerekli çalışma kuvvetini muhafaza etme sorumluluğundan kurtarmayacaktır. Mühendis işler için deneme karışımlarının uygunluğunu teyit etmek amacı ile şantiyede pratik (uygulama) testlerinin yapılmasını isteyebilir. Bu testlerde, kullanılan tesisat tipi ve kalıpta kullanılan kalıp yüzeyi tüm hususlarda işlerde kullanımı amaçlananlara uygun olacaktır.

İlave deneme karışımları

Malzemelerde yada kullanılacak malzemelerin oranlarında temel bir değişiklik olmadan üretim sırasında mühendis ilave deneme karışımlarının yapılmasını isteyebilir.

- Uygunluk ve kalite kontrolü

Genel

Kuvvet değerlendirmesi için EN 12390'a göre artış numuneleri olarak betonun rastgele seçilen bir partisinden bir numune alınacaktır. Asgari numune alma sıklığı günlük beton karışımına yada beton dökmeye göre belirlenen sıklık olacaktır. Mümkün olduğunca, karıştırıcıdan boşaltma noktasında alınacak numuneler şantiyede alınacaktır. Her bir numuneden dört test silindiri mühendisi gözetimi altında EN 12390'a göre hazırlanacaktır.

Test silindirleri EN 12390'a göre sertleştirilecektir. 7 günde iki silindir kırılacak ve betonun erken değerlendirilmesi amacı ile sadece kılavuz olarak kullanılacaktır.

Test silindirleri mühendis tarafından kabul edilen bir laboratuara teslim edilecek ve söz konusu laboratuvar tarafından test edilecektir. Test sonuçlarının doğrulanan kopyaları mühendise sağlanacaktır.

Sadece aşağıda verilen şartlar karşılanırsa karakteristik kuvvete uygun varsayılacaktır.

- Peş peşe dört test sonucunun herhangi bir grubundan tespit edilen ortalama kuvvetin karakteristik kuvveti 3 NM/mm^2 değeri ile aşması
- Herhangi bir test sonucundan tespit edilen kuvvetin belirtilen karakteristik kuvvetten 3 NM/mm^2 eksik olması

İki peş peşe numune alımı arasında dökülen belirlenmiş herhangi bir karışımın maliyeti daha önceki numune tarafından temsil edilecektir. Karışımlarda kullanılacak tüm malzemelerin belirtilen tüm özelliklerini kapsayan testler her özellik ile ilgili devamlı uygunluğu sağlamak için gerekli olan bir sıklıkta yapılacaktır.

Bu standarda uygunluğu sağlamak için gerekli olan beton numunelerini ve malzemelerini alma ve test etme maliyeti tamamen yüklenici tarafından karşılanacaktır.

Sağlanmış olan beton karakteristik kuvvet gereksinimlerine uymazsa, mühendis betonun kaldırılmasını ve değiştirilmesi yada başka bir işlemin yapılması talimatını verebilir. Bu tür herhangi bir kaldırma ve düzeltme işlemi yüklenicinin maliyeti üstlenmesi ile yapılacak ve mühendisi tatmin edecek şekilde kaldırma ve değiştirme işlemi yada düzeltme işlemi yapılıncaya kadar bu tür elemanlar için ödeme yapılmayacaktır.

Kayıtlar

Yüklenici işin herhangi bir kısmında betonun dökülmesi zamanı ve tarihini gösteren beton işinin tam bir kaydını tutacaktır. Kayıt mühendis tarafından istenen herhangi bir anda kontrol için sağlanabilecektir.

Her bir silindirle ilgili test amacı ile aşağıdaki bilgiler kayıt edilecektir.:

- Karıştırma sınıfı,
- Şantiyede karıştırma veya hazır karışım ve tedarikçisi
- Çökme
- Karıştırma zamanı ve betonun dökülmesi
- Betonun yapıdaki yeri
- Silindir tanımlama işaretleri
- Betonun sıcaklığı

Tüm silindirler şantiyeyi (iş yerini) terk etmeden önce açık şekilde işaretlenecek ve yukarıdaki şarta uygun belgeler mühendise sunulmadıkça iş yerinden herhangi bir silindir çıkarılmayacaktır.

Eğer mühendis tarafından talimat verilirse, beton numunesinin sıcaklığı tespit edilecektir.

Betonun karıştırılması

Beton EN 206'ya göre karıştırılacaktır.

Beton uygun bir su ölçer tertibat takılmış olan kabul edilmiş bir karıştırma makinesi içinde harmanlama ve karıştırılacaktır. Hacimsel harmanlamaya izin verilmeyecektir.

Tartma ve su dağıtım mekanizmaları iyi çalışır durumda tutulacaktır. Bunların doğruluğu EN standartları içinde açıklanan toleranslar içinde tutulacak ve mühendis tarafından istendiği zaman tam ağırlıklara göre kontrol edilecektir.

Çimento ağırlıkları ve kullanılan mekanizma tarafından gösterilen çakıl büyüklükleri mühendis tarafından kabul edilen parti (harman) başına ilgili ağırlıkların $\% \pm 2$ toleransları içinde olacaktır. İnce ve kaba çakılların ağırlıkları bunların içerdiği serbest suya izin verecek şekilde ayarlanacaktır. Karışıma eklenecek olan su karıştırma başlamadan önce mühendisin kabul ettiği bir yöntemle yüklenici tarafından tespit edilecek ince ve kaba çakıllardaki kapsanan serbest su miktarında azaltılacaktır.

30 dakikadan fazla süre kullanılmayan karıştırıcılar söz konusu makinede yeni taze bir beton karıştırılmadan önce iyice yıkanacaktır. Bir karıştırma tipinden diğerine geçmeden önce yada bir imalatçının çimentosundan başka bir imalatçının çimentosuna geçmeden önce karıştırma tesisatı iyice yıkanacaktır.

Mühendisin onay vermesi haricinde karıştırma sırasında karışıma ilave suyun karıştırılmamasını sağlamak için kontroller yapılacaktır. Bütün harman (parti) karıştırıcı boşaltılmadan önce boşaltılacaktır. Hiçbir durumda karıştırma süresi 1/1/2 dakikadan az olmayacaktır. Mühendis tarafından yazılı olarak alternatif düzenlemelere izin verilmedikçe çalışma platformu olarak yeterli drenaj(boşaltım) ile bir beton tabakası sağlanacaktır.

Betonun dağıtılması ve Dökülmesi(yerleştirilmesi)

Yüklenici betonu dökmeden önce 24 saat içerisinde mühendise bildirimde bulunacak ve dökme zamanlarını belirtecek ve mühendisin kazılar, kalıplar, takviye, şantiyedeki tesisat ve malzemelerin düzeni, aksesuarların montajı vs

konularında yazılı kabulü olmadıkça dökme işlemlerini başlatmayacaktır. Bu tür bir onayın (kabulün) alınmasından önce dökülen herhangi bir beton reddedilecektir. Yüklenici betonun insan gücü ile taşınmasını ve kaldırılmasını gerektiren beton taşıma ve dökme yöntemlerine izin verilmeyeceğini not etmelidir.

Kalıplar veya yerleştirme alanı belirtildiği gibi temizlenecektir. Gerekli yapısal(inşaat)tesisatları ve malzemeleri yada beton işleri sırasında gerekli olan tesisatlar ve malzemeler beton dökme işlemi başlamadan önce şantiyede olacak ve tam hazırlanmış olacaktır. Tüm aksesuarlar kurulacak ve kalıpların delikleri olukları vs belirtildiği şekilde hazırlanacaktır. Sadece tüm bu hazırlıklar yapıldıktan ve tüm diğer ilgili gereksinimler karşılandıktan sonra mühendisin beton dökme izni verilecektir.

Beton onaylanmış vasıtalarla ayrışmayı önleyecek biçimde taşınacak, yerleştirilecek ve yayılacaktır.

Sıcaklığı 32°C üzerinde olan yada 5°C altında olan 40 mm' den az yada 160 mm' den fazla çökme değeri ile beton reddedilecektir. Karıştırmanın başlamasından sonra 60 dakika içinde yada sertleşme başlangıcından önce dökülmeyen beton reddedilecektir.

Beton sert olduğu zaman dayanıklı, çatlaksız ve çiziksiz olacak şekilde beton ayrışma yada sızma olmaksızın katı, sızdırmaz bir kütle oluşturacak tarzda taşınacak ve sıkıştırılacaktır.

Mühendis tarafından aksine kabul edilmesi haricinde beton 300 mm' yi aşmayan bir derinlikte yatay tabakalar halinde dökülecektir. Beton yeniden taşınmayı önlemek için son konumuna mümkün olduğunca yakın konacaktır.

Mühendis tarafından aksine kabul edilmedikçe beton 3 metreyi aşan bir yükseklikten yerine dökülmeyecektir. Borular ve kanallar kullanıldığı zaman bunlar temiz tutulacak ve ayrışmayı engelleyecek şekilde kullanılacaklardır.

Yüklenici durağan yada akan su içine betonu dökmeyecektir.

Beton kesintisiz dökülecektir. Bağlantılar (ekler), zayıf düzlemler veya soğuk bağlantılara neden olacak yeterince sertleşmiş betona karşı beton dökülmeyecektir.

Eğer ön görülmeyen nedenlerle dökme tamamlanmadan beton dökme işlemini durdurmak gerekli olursa, o zaman belirtilen şekilde inşaat bağlantıları oluşturulacak ve en azından 24 saat süre sonraki beton işlemleri askıya alınacaktır.

Mühendisin onayı olmadan sertleşen betonun kesilmesi ve kaldırılmasına izin verilmeyecektir.

Yüklenici işler devam ettikçe betonda açıklıklar, delikler, kanallar vs sağlayacak ve civatalar, tutturma civataları, çapa demirleri vs sağlayacak ve gömülü malzemeleri yerinden çıkmaya karşı destekleyecektir. Kalıplanan malzemelerde tüm boşluklar beton girişini önlemek için kolay çıkarılabilen malzeme ile doldurulmuş olacaktır.

Yüklenici delikleri temizleyecek, ıslatacak ve sonra yama harcı ile sertleşecek şekilde dolduracaktır. Mühendis tarafından istendiği zaman bal peteği şeklinde gözenekli veya başka kusurlu beton sağlam beton kısmına kadar dikey yada hafif alttan kesme biçiminde kesilecek ve sonra uygun bir tarzda hazırlanacaktır.

Mühendis uygunsuz şekilde karıştırıldığını düşündüğü yada içeriği ayrıışmış olan yada artık etkin şekilde dökülüp sıkıştırılamayan betonu reddedecektir.

Betonun taşınması ve dökülmesi için kullanılan tüm kaplar temiz tutulacak ve iş durdurulduktan sonra ve her bir vardiya sonunda iyice yıkanacaktır.

Yüklenici 30°C' yi aşan gölgedeki hava sıcaklıklarında beton dökmeden önce mühendisin iznini alacak ve erken sertleşme vs'yi önlemek ve döküldüğü zaman beton sıcaklığının 32°C' yi aşmamasını sağlamak için kabul edilen önlemleri (karışımların kullanılması, içerik maddelerinin soğutulması, kalıplara sürekli su püskürtülmesi, güneşlikler yapılması vs) alacaktır.

Ağır yağmur altında hiçbir beton dökme işlemi yapılmayacaktır.

Sıkıştırma

Takviye elemanlarını tamamen çevrelemesini kalıbı doldurmasını ve boşlukların olmamasını sağlamak amacı ile dökme (yerleştirme) sırasında beton iyice sıkıştırılmamalıdır.

Bütün beton dahili vibratörler kullanılarak sıkıştırılacaktır. Vibratör büyüklüğü ve tipi mühendis tarafından onaylanmalıdır kullanımları konusunda tecrübeli operatörler tarafından kullanılacaktır. Beton katılaşma (sertleşme) için gerekli asgari sürede sıkıştırılacak ve yüklenici ayrışmaya yol açan aşırı sıkıştırmadan kaçınılmasını sağlayacaktır. Vibratörün takviyeye yada kalıba dokunmamasını sağlamak için önlem alınmalıdır.

Dahili vibratörler dakikada üç binden az olmayan bir sıkıştırma sıklığı ile dalgı tipi olacak ve betonu etkin şekilde sıkıştırmak için yeterli büyüklüğe sahip olacaktır. Yüklenici beton dökme işleminin herhangi bir dönemi süresince yedek olarak en azından yüze elli yedek sağlayacaktır.

Vibratörler kalıp içinde betonu oynatmak için kullanılmayacaktır.

Sertleşme (kuruma)

Yeni dökülen beton erken kuruma, aşırı soğuk veya sıcaklıklara karşı korunacak ve çimentonun uygun sulandırılması ve sertleştirilmesi için nispeten değişmez (sabit) sıcaklıkta asgari nem kaybı ile muhafaza edilecektir.

Sertleştirme malzemeleri ve yöntemleri mühendisin onayına tabi olacaktır. Kalıplar ile temas etmeyen beton yüzeyleri herhangi bir plastik ((esnek) büzülme, çatlama, veya beton yüzeylerinin kuruması meydana gelemeden aşağıdaki malzemeler veya yöntemlerden birisi ile serleştirilecektir.

- (a) Temel olarak yakın tutturulmuş bindirmeli bağlantılar ile kesintisiz tabakalarda doğrudan beton üzerine polietilen örtü örtülecektir. Tabakalar örtü altına kuru rüzgarların esmesini engellemek için tahta kalaslar ile ağırlaştırılacaktır.

- (b) Onaylanan imalatçılardan kabul edilen ve azami tutucu tipte sertleştirme karışımları püskürtülmesi ve sertleştirme örtüsünün uygulanması. Kullanılan sertleştirme karışımları yansıtıcı özelliklere sahip olacaktır. Bunlar imalatçının tavsiyelerine göre tatbik edilecek ve üzerine ilave beton dökülecek yada kaplama malzemeleri tatbik edilecek her hangi bir yüzeyde betonun olumsuz etkilenmemesi için aşırı dikkat gösterilecektir.

Sertleştirme suyunun tatbik edilmesi üst tabakanın inceltilmesi yolu ile bitirilmiş taze betonu etkilemeyecektir.

Yukarıdaki yöntem (a) kullanıldığı zaman sertleştirme en azından 7 gün süre ile devam ettirilecektir. Sertleştirme süresinin sonunda hızlı kurutma engellenecektir.

Mühendis sıcak, kuru havada yukarıdaki yöntemlerin bir birleşiminin kullanılması talimatını verebilir.

Döküldükten sonra betonun 20 (yirmi) dakikadan uzun süre maruz kalmamasını sağlamak amacı ile beton tabakaların açığındaki yatay yüzeyleri sıcak, rüzgarlı havalarda ilk sıkıştırma ve son kaplama aşamaları arasında ilave koruma gerektirebilir.

Sertleştirme (kurutma) sırasında doğrudan güneş ışığına maruz kalan kalıplar için gölgelendirme sağlanacaktır.

Sertleşme süresince beton ile temasta olan tahta kalıplar ile güneşin ısıttığı çelik kalıplar ıslak tutulacaktır. Eğer kalıplar sertleşme süresinde çıkarılacaksa, derhal yukarıda açıklanan sertleştirme malzemelerinden yada yöntemlerinden birisi kullanılacaktır. Sertleştirme süresinin kalan kısmında bu tür bir sertleştirme devam ettirilecektir.

Bu sertleştirme yöntemlerinden herhangi birisinin kullanılması tatmin edici bir sertleştirme sonucunun elde edilmesi için mühendisin isteklerine tabi olacaktır. Tatmin edici sonuçları vermeyen herhangi bir yöntem durdurulacak ve mühendisin tercihinine göre onun yerine başka bir yöntem kullanılacaktır.

Bağlantılar

İş başlamadan en azından 7 gün öncesinden mühendis ile müzakere edildiğinde ilave birleştirmeler(bağlantılar) kabul edilebilir.

İnşaat bağlantıları yatay yada dikey düzlemde oluşturulacak ve çalışma streslerine (gerginliklerine) uyacak şekilde konumlandırılacaktır. Herhangi bir anda dökülen ve yerleştirilen betonunun miktarı büzülme ve sıcaklık etkileri asgariye indirilecek tarzda sınırlı olacak biçimde bunlar konumlandırılacaktır. Tüm takviye çelikleri inşaat bağlantılarında devam edecektir. Tüm bağlantılarda betonun yüzeyi düzgün olacak ve çakıl çıkacak şekilde su ve basınçlı hava ile iyice temizlenecektir. Temizlenen yüzeyler dökme öncesinde ıslatılacaktır. Duvarlardaki yatay bağlantılar haricinde su basıncına tabi olarak bağlantılarda onaylanan su tutucuları sağlanacaktır.

- Su tutucuları

Genel

Su tutucuları hem yatay hem de dikey olarak kesintisiz bir şerit oluşturacak tarzda kaynatılarak yada yapıştırılarak birleştirilecektir.

Su tutucularının tesis edilmesi

Su tutucuları dikkatle yerleştirilecek ve beton dökme ve sıkıştırma işlemleri sırasında dikkatle yerinde tutulacaktır.

Boşluklar bırakmayacak biçimde su tutucuları etrafında beton dikkatle sıkıştırılacaktır.

Su tutan yapıların sıvı geçirmezlik testi

Su tutan yapılar BS 8007'ye göre(1987) test edilecektir.

Test herhangi bir tekrar doldurma yapılmadan önce yapılacaktır.

Tanımlanan testi geçemeyen herhangi bir su tutucu yapı olması halinde yüklenici masraflarını üstlenerek söz konusu yapıyı iyileştirecek ve test edecektir.

Su tutan yapılan sıvı geçirmezlik testi için kamuya açık su beslemesinden temiz suyun kullanılması beklenir.

✓ Yapılar için gereksinimler

-Genel

Yüklenici işlere dahil olan tüm yapılarda ve binalarda aşağıdaki gereksinimleri dahil edecektir.

Yapısal yerleşim

Tüm sıvı tutucu yapılar yerinde dökülen betonarme betonundan (takviyeli betondan) yapılacaktır..

Tüm sıvı tutan duvarlar dikey olacaktır.

Yüksekliği 5 metreyi aşan duvarlarda yatay inşaat bağlantılarına izin verilmez

İşlem tanklarının yapıları (uç duvarları) ve birinci ve ikinci arıtma dairesel yapılacaktır.

Dairesel (yuvarlak) duvarlar poligonal şekilde olmayacaktır.

Taban betonlarının altındaki tüm borular, boşaltma borularının haricinde (varsa) dökülecek ve taban betonu ile birlikte takviye edilecektir.

Tüm atıksu ıslah tesisi birimleri eğer aşağıda herhangi bir özel düzenlemeden bahsedilmezse yer seviyesinden bir metre mesafe bırakılarak geri doldurma ile çevrelenecektir.

İşlem tankları: Taban tabakası herhangi bir inşaat bağlantısı olmadan tek bir işlemde dökülmelidir.

Arıtıcılar: Taban tabakası herhangi bir inşaat bağlantısı olmadan tek bir işlemde dökülmelidir ve bağlantı duvarları da muhtemelen tek bir dökümde dökülecektir.

Duvarlarda yatay inşaat bağlantılarına izin verilmeyecektir. Rögatlar(bakım çukurları) için önceden dökülmüş beton birimleri (halkalar) sıvı tutucu yapılar için belirtilen kalitede olacaktır.

Tortu depolaması için duvarlar kapalı bağlantılar ile önceden dökülmüş beton birimleri şeklinde sağlanabilir.

Yapısal malzemelere boru bağlantılarında deprem yükleri hesaba katılacaktır.

-Beton

Beton kuvveti

Yapıların beton kuvveti gereksinimleri aşağıda verilmiştir:

Beton karışımı- C35/45

- Karakteristik kuvvet : $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$, silindir kuvveti
- Çimento : Düşük alkali muhtevası ve yüksek sülfat direnci olan
- Çimento risk sınıfı : Donma ergime etkisi ve kimyasal etki
- Azami serbest su/çimento oranı: 0.45
- Çakılların nominal azami büyüklüğü: 32 mm
- C35/45 betonu aşağıdakiler için kullanılacaktır:
 - Sıvı tutucu yapılar,
 - Bölmeler,
 - Tutma duvarları,
 - Kazan binasında taban betonu

Klorlama binası,

Garaj, atölyeler, ve depo binası(binaları)

Fan ve tortu suyunu alma binası,

- Tortu depolaması için beton tabaka ve duvarlar

Beton karışımı –C30/37

- Karakteristik kuvvet : $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$, silindir kuvveti
- Çimento : Normal Portland çimentosu
- Risk sınıfı : Donma ergime etkisi
- Azami serbest su/çimento oranı : 0.45
- Çakılların nominal azami büyüklüğü: 32 mm
- C30/37 betonu aşağıdakiler için kullanılacaktır: Yollar,
- Yüzey drenaj birimleri
- Sınır taşları

Beton karışımı –C25/30

- Karakteristik kuvvet : $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$, silindir kuvveti
- Çimento : Normal Portland çimentosu
- Maruz kalma sınıfı : Vasat ortam, XC3
- Azami serbest su/çimento oranı : 0.50
- Çakılların nominal azami büyüklüğü: 32 mm
- C30/37 betonu diğer beton kısımları için kullanılacaktır.

Beton karışımı –C16/20

- Karakteristik kuvvet : $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$, silindir kuvveti
- Çimento : Normal Portland çimentosu
- Maruz kalma sınıfı : Pasif ortam, X0
- Çakılların nominal azami büyüklüğü: 32 mm
- C30/37 betonu diğer beton kısımları için kullanılacaktır.

-Bağlantılar

Genel

Isıl işlem, büzülme ve sürtünme etkilerini dahil etmek için yüklenici inşaat bağlantılarını veya büzülme bağlantılarını bu şartnameye göre yapacaktır. Yüklenici planlama hesaplamalarını bağlantıların amaçlanan yerine göre yapacaktır.

İnşaat bağlantıları

Takviye elemanı bağlantıdan geçecektir. Bu tipte bir bağlantının amacı yapıyı kolaylıkla dökülebilen bir ölçüde kısımlara ayırmaktır. Yüksek stres olan kritik kısımlarda bağlantılar (ekler) onaylanmış bir su kesicisi ile yapılacaktır.

Betonun yüzeyi iyice temizlenecektir. Yüzey tabakası çakıl açığa çıkacak şekilde çelik bir fırça ile tamamen kaldırılacaktır.

Sertleşen beton bitişikteki beton atılmadan 1 saat önce devamlı sulanacaktır. Beton dökerken sertleşmiş beton yüzeyi ıslatılacak ancak yüzeyde su kalmayacaktır.

Çimento harcı ve yapıştırıcılar bağlantı noktalarında kullanılmayacaktır.

Büzülme bağlantıları

İşlerde bu tip bağlantılara izin verilmez.

Genleşme bağlantıları

İşlerde bu tip bağlantılara izin verilmez.

Su kesicileri

Su geçirmezliği sağlamak için su tutucuları(Kesicileri) yerleştirileceği zaman su kesicileri klorürler, sülfatlar kimyasallar ve benzerlerine dayanıklı PVC'den yapılacaktır.

Su durdurucularının(kesicilerinin) genişliği imalatçının standartlarına göre olacaktır.

Tüm su kesicileri devamlı olacak şekilde yapılacak ve tüm bağlantılarda kaynatılacaktır.

Bindirmeye izin verilmez. Su kesicilerdeki tüm bağlantılar su kesicinin imalatçısı tarafından yapılacaktır.

Örneğin bir duvar ve bir taban betonu arasındaki bir bağlantı benzeri bir bağlantı yapının başka bir kısmında sona ererse, su kesicisi de yapının bitişik kısmının en az 30 cm içersinde yerleştirilmelidir.

Su kesicileri imalatçının standartlarına göre yerleştirilecektir.

Su kesicileri aşağdaki gereksinimleri karşılayacaktır.

<u>25°C' de özellik</u>	<u>Kauçuk</u>	<u>PVC</u>
Asgari gerilme kuvveti (N/mm ²)	20	15
Kırılmada asgari uzama (%)	450	285
Sertlik (IRHD/Shore A)	60-75	70-75
Yumuşaklık (BS 2571)	-	42°C - 52°C
Özgöl ağırlık	1.1 (% +5)	1.3/%+5)

Yüklenici su kesicilerinin monte edilmesinin açıklaması dahil su tutucularının tipini şantiyede kalıp işleri başlamadan en azından bir ay öncesinde mühendisin onayına sunacaktır.

✓ Yapısal planlama gereksinimleri

-Genel

Asgari olarak “ yapısal planlama gereksinimleri” ve kısım 6.3’de verilen yapıların gereksinimleri” ne göre yüklenici işlerde kapsanan tüm yapılar ve binalar için yapı planlamalarını yapacak ve belgeleyecektir.

- Standartlar

Genel

Sismik yükler: Tüm yapılar ve binalar sismik alanlarda yapılacak inşaatlar için Türk yönetmeliklerine “ göre deprem yüklerine dayanıklı olarak planlanacaktır.

Sıvı tutan yapılar

Sıvı tutan yapılar Sulu sıvıları tutmak için beton yapılar uygulama kodu” konulu “BS 8007!ye göre planlanacaktır.

Diğer betonarme yapılar

Diğer yapılar ve binalar , örneğin ENV 1992 gibi EN standartlarına göre tasarlanacaktır.

-Tasarım(plan) varsayımları

Yanal toprak

Yapılar boş oldukları zaman harici yanal toprak basıncına dayanmalıdır. Herhangi bir harici sudan kaynaklanan basınç dikkate alınmalıdır.

Doldurulan tanklar

Yapılar (tanklar) su ile doldurulmuş oldukları zaman dahili basınçlara dayanıklı olmalıdır ve toprak ve/veya yer altı suyundan herhangi bir harici yanal destek almamalıdır.

Kaldırma

Yüklenicinin kendisinin yaptığı jeoteknik araştırmaların sonucuna dayalı olarak, yapıları kalkışa karşı emniyetli hale getirmek gerekli olabilir.

Yüklenici kalkışa karşı emniyet için tam sorumluluğa sahiptir ve buy nedenle kendisi tarafından hesaplamalarda yapılan yer altı suyu seviyesine ilişkin varsayımlardan sorumludur.

Eğer yüklenici bireysel yapıların tabanı üzerinde herhangi bir yer altı suyu seviyesi riskini tespit ederse (su yüzeyden gelmiş olsa bile) yapıların aşağıdaki şekilde emniyete alınması gerekli olacaktır.

- Su seviyelerinin aniden düşebileceği yapılar (operatörler hata yapmış olsalar bile) çevreleyici toprak ile birlikte yapıların kendi ağırlıkların ile kalkışa karşı emniyete alınmalıdır.
- Su seviyesinin sadece bazı olağan üstü (olağan dışı) inisiyatifler ile düşürülebileceği yapılar daimi yer altı suyu drenaj sistemi inşası ile emniyete alınmalıdır ve böylece operatörler gerekli olduğu zaman yer altı suyu seviyesini kolaylıkla düşürebilirler.

Asgari yapısal gereksinimler

Duvarlar

Duvarların kalınlığı en azından 20 ile bölünen duvar yüksekliğine eşit bir kalınlıkta olmalı ve hiçbir şart altında 250 mm'den az olmamalıdır.

Tüm duvarlar her iki yönde ve her iki tarafta takviye ile desteklenmelidir.

Duvarlar taban beton tabakasına bağlı olarak düşünülmalıdır. Bu nedenle menteşeli yada sürgülü duvarlara izin verilmez.

Sıvı tutan yapılarda bölme duvarları tek taraflı su basıncına göre planlanacaktır.

Taban beton tabakaları

Taban beton tabakalarının asgari kalınlığı duvar kalınlığı artı 50 mm ölçüye eşit olmalıdır. Duvarların yanındaki taban betonunun kalınlığı her metrede 100mm'ye düşürülebilir. Beton tabakalarının kalınlığı hiçbir şart altında 250 mm'den daha az olmamalıdır.

Taban beton tabakaları üstte ve altta her iki yönde takviyeli olmalıdır.

Takviye

Yapılarda yerleştirilen (konan) takviye miktarı yapısal(inşaat) planı gereksinimlerine göre olmalıdır. Buna ilave olarak, 25 ile bölünen çubuk çapından (milimetre) daha az çatlak genişliklerinin azaltılması için konan (yüzde olarak) takviyeye hiçbir şart altında izin verilmez. Yüzdede betonun tam kesiti hesaba katılmalıdır.

Sıvı tutucu yapılardaki takviye yüksek verimli çelik çubuklar olacaktır.

Beton için çatlak genişliği kriterleri

Bir elastik analizi kullanılarak stresin hesaplanmasında kısmın servis (hizmet) yükleri altında çatlamaşının beklenip beklenmediğı ile sürtünme ve büzülme etkileri dikkate alınacaktır.

	Çatlak genişliği W_{max} (mm)	
Risk sınıfı	Sadece gerginlik	Eğilmedeki gerginlik
Donma-çözülme etkisi ve kimyasal etkisi	0.15	0.20

Servis yükleri altında betondaki azami izin verilen çatlak genişliği

Sıcaklık, sürtünme betondaki büzülme nedeni ile oluşan çatlak genişliğini düşürmenin düzeneğine özel dikkat gösterilecektir. Bu düzenekler izin verilen azami $W_{max} = 0.20$ mm çatlak genişliği ile “ Sulu sıvıları tutmak için veton yapıların planlanması için uygulama kodu” konulu RS 8007 (1987) ‘de verilen gereksinimleri karşılamalıdır.

Takviye üzerindeki örtü (kaplama)

Takviye üzerindeki asgari örtü(kapak) :

- Sıvı tutan yapılar, tutma duvarları vs: Asgari 50 mm
- Diğer beton yapılar : Asgari 35 mm

✓ Yükler

Karakteristik değerler

Atıl yük :

- Beton: 24 kN/m^2
- Su : 10 kN/m^2
- Toprak: Yüklenici tarafından yapılan laboratuvar testlerine göre

Konan yükler

- a) Binalar üzerinde konan yükler: EN standartlarına göre
- b) Tanklar boyunca zemin seviyesinde trafik yükü : 10 kN/m^2
- c) Sıcaklık $T_1: 20^\circ\text{C}$ ’ den daha az değil, (BS 8007:1987 A 3)

$T_2 : 20^\circ\text{C}$ ’ den daha az değil, (BS 8007:1987 A 3)

Sismik yükler :

Proje yeri sismik faaliyetin olduğu bir bölgede bulunmaktadır ve tüm yapılar deprem yüklerine dayanacak şekilde planlanmalıdır. Planlama (tasarım) yapılar boru bağlantılarını da kapsayacaktır.

Diğer yükler

- Teçhizatlardan kaynaklanan yükler
- Desteklerden kaynaklanan yükler
- Uzunluğuna yönde borular tarafından dağıtılan yükler

Yük kombinezonları

Kullanılabilirlik sınırı durumu

Yük kombinezonları I (normal)

Kullanılabilirlik sınırı durumunda yapılar normal çalışma seviyesine kadar su ile doldurulur ve varsa çevresinde geri dolum yapılır. Bu durumda herhangi zemin suyu seviyesi ve çevresindeki topraktan basınç düşük değerlerle şart koşulmalıdır.

Bu durumda, ısıl işlem, büzülme ve sürtünme etkileri yukarıda belirtilen sıcaklık yüklerine göre hesaba katılmalıdır.

Nihai limit (sınır) durumu

Yük kombinezonu 2.1 (boş)

Bu durumda varsa zemin suyundan ve geri dolgudan kaynaklına basınç ile yapılar boş varsayılacaktır.

Yük kombinezonu 2.2 (tam)

Bu durumda, yapıların normal çalışma seviyesinin üzerinde olsa bile , yapıdaki izin verilen azami doldurma seviyesine kadar yapıların su ile doldurulacağı varsayılacaktır. Harici toprak veya zemin suyu basıncı bu durumda dikkate alınmamalıdır.

Yük kombinezonu 2.3 (Kaldırma) :

Bu kombinezon sadece uygulanabilir durumda ise kontrol edilmelidir.

Kaldırmaya karşı emniyet faktörü hesaplandığı zaman aşağıdaki gereksinimleri karşılamalıdır.

- Sadece taban tabakalarındaki toprağın ağırlığı (toprakta herhangi bir sürtünme olmadan tabaka kenarlarından yukarı doğru dikey olarak hesaplanır.) ile birlikte betonun ağırlığı dikkate alındığında emniyet faktörü en azından 1.05 olacaktır.
- Topraktaki sürtünmenin hesaba katılmasına izin verildiğinde emniyet faktörü en azından 1.2 olacaktır.

Yük kombinezonu 2.4 (Deprem)

Bu kombinezon Türk standartları ve normlarına göre hesaplanmalıdır.

- 2.4 a: Bu durumda yapılar boş varsayılacaktır.
- 2.4.b: Bu durumda yapılar dolu varsayılacaktır.
- 2.4.c: Farklı yük durumları ve kombinezonları

Su testi durumu

Yük kombinezonu 3.1 (sıvı tutan yapıların su testi)

Çatlak genişlikleri sadece kullanılabilirlik durumunda normal olarak hesaplanmış olsalar bile, yapıların su geçirmezlik durumunun test edilişi durumunda izin verilen azami çatlak genişliği 0.20 mm' dir. Bu durumda, yapıların sadece normal çalışma seviyesi yüksekliğinin % 70'ine kadar su ile dolduruldukları varsayılmalıdır. Çevreleyen toprak veya yer suyunun basıncı hesaba katılmalıdır.

✓ Hesaplamalar

Yüklenici yapı planlaması (tasarımı) hesaplamalarında tam sorumluluğa sahiptir.

Mümkün olduğunda esneklik (elastiklik) teorisine dayalı olarak tüm eylem kuvvetleri hesaplanmalıdır. Eğer gerçekçi ise sadece o zaman yük dağılımının yaklaşık bir varsayımına izin verilir. Yapıları destekleyen yükler düşük değerler ile şart koşulmalıdır.

denilmektedir. Nevşehir Atıksu Arıtma Tesisinin Betonarme kısmı bu şartlarda dahilinde yapılmıştır.



ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Yozgat'ta doğan Ayça DURAK YILMAZ, ilk, orta ve lise öğrenimini sırayla Cumhuriyet İ.O, Merkez O.O, Atatürk Lisesinde tamamlamıştır. 2002 yılında kazandığı Akdeniz Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünü 2006 yılında başarıyla bitirmiştir. 2008 yılında Yozgat Belediyesinde Çevre Mühendisi olarak göreve başlayarak çalışmasına hala devam etmektedir. 2014 yılında B sınıfı İş Güvenliği Uzmanı Belgesi almış ve Belediyede görevlendirilmiştir.

2012 yılında yüksek lisans eğitimine Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında başlamıştır. 2015 yılında danışmanı Prof. Dr. Fuat KÖKSAL gözetiminde “İç Anadolu Bölgesinde Bulunan Atıksu Arıtma Tesislerindeki Yapısal Hasarların Araştırılması” konusunda çalışmasına başlayarak 2019 yılında yüksek lisans tezi hazırlamıştır.

İletişim Bilgileri

Adres: Fatih Mah. Panorama Evleri A blok Kat:13 No:51 Yozgat/Merkez

GSM: 0 543 523 19 84

E-posta: ayca_durak@hotmail.com