

**SİVAS KENTİNDEKİ HASTANE  
KATI ATIKLARININ İNCELENMESİ VE  
UYGUN BERTARAF SİSTEMİNİN  
BELİRLENMESİ**

Süreyya ALTIN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

65213

**T.C. İZMİR İLİ EKİŞİTİM KURUMU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

65213

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SİVAS KENTİNDEKİ HASTANE KATI ATIKLARININ  
İNCELENMESİ VE UYGUN BERTARAF SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ**

Süreyya ALTIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

Orhan CERİT  
(Danışman Adı)

Çevre Müh. Yrd. Doç. Dr.  
(Bölümü - Ünvanı)

İmzası

## FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu çalışma jürimiz tarafından, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. İbrahim PEKER

Üye: Yrd. Doç. Dr. Meltem SARIOĞLU

Üye: Yrd. Doç. Dr. Nalan Çerit

### ONAY

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

... / ... / 1997  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05/ 01/ 1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30/ 12/ 1993 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünce hazırlanan ve yayınlanan " Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu " yönergelerine uygun olarak hazırlanmıştır.

## TEŐEKKÖR

Tez çalıŐmalarım sırasında değerli eleŐtiri ve katkıları ile çalıŐmamı yÖnlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Orhan CERİT 'e, zemin mekaniği uygulamalarında yardımcı olan Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı Öğretim üyelerinden Doç. Dr. Ergun KARACAN'a, Zeminin mineralojik incelemelerinde yardımcı olan Mineroloji Anabilim Dalı Öğretim üyelerinden Doç. Dr. Hüseyin YALÇIN 'a, ölçüm yaptığım hastanelerin çalıŐanlarına ve tezi destekleyen C.Ü. Araştırma Fonuna teŐekkÖr ederim.

Süreyya ALTIN

**ÖZET**

Yüksek Lisans Tezi

**SİVAS KENTİNDEKİ HASTANE KATI ATIKLARININ İNCELENMESİ VE UYGUN BERTARAF SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ**

Süreyya ALTIN  
Cumhuriyet Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Orhan CERİT

Bu çalışma da; Sivas kent merkezinde bulunan hastanelerin ve sağlık ocaklarının atık özelliklerinin belirlenerek, halk sağlığına ve yönetmeliklere uygun şekilde bertarafının sağlanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Numune, S.S.K., Doğumevi ve D.D.Y. hastanelerinin atıkları incelenmiştir. Hastane atıklarının, biyolojik tehlikeli atık sınıfına girmesi nedeniyle özel bir işlemle bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, Sivas kenti hastane atıklarının bertarafı için düzenli depolama yöntemi seçilmiştir.

Çalışma kapsamındaki hastanelerde katı atık miktarının tespit edilmesi için periyodik olarak ölçümler yapılmış ve kişi başına düşen atık miktarları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre seçilen alanın ancak 17 yıl için yeterli olabileceği bulunmuştur. Ölçümler sonucunda hastanelerdeki atık türü yüzdeleri, ameliyat atığı ve normal atık miktarları ölçülerek, depolamanın yapılacağı 17 yıl için gerekli depolama projesi yapılmıştır.

Buna göre; hastanelerdeki yanabilir atık yüzdesi % 90-95 arasındayken, yanmayan atık yüzdesi % 5-10 arasında değişmektedir. Hastanelerdeki enfekte atıklar gerektiği gibi ayrılabilirdiğinde, enfekte atık oranı, toplam atığın sadece % 10 - 20' si kadar olmaktadır. Sivas kenti için, hastane atıklarının nem içeriğinin ağırlıkça %14 olduğu bulunmuştur. Ayrıca normal atık ve enfekte atıklar, kaynağında istenildiği gibi ayrılamadığı için tüm atıkların enfekte olarak nitelendirilmesi mümkündür.

Hastane atıklarından ve sağlık ocaklarından çıkan atıkların toplanması için bir toplama güzergahı belirlenmiştir. Toplama işleminin 10 m<sup>3</sup> kapasiteli bir kamyonla, günde bir defa yapılması planlanmıştır. Toplama güzergahı, araçların park yerine en yakın sağlık ocağından başlayıp, deponi alanına en yakın sağlık ocağında son bulacak şekilde belirlenmiştir.

Hastane atıklarının depolanması için seçilen alanın kullanılabilir hacmi 99 878 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Deponi alanı her yıl çıkacak olan atık miktarını karşılayacak şekilde birer yıllık bölümlere ayrılmıştır. Deponide oluşacak sızıntı suyu ve gaz miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak, seçilen deponi sahasının, tehlikeli atıkların depolanması için geçerli olan prensiplere göre projelendirilmesi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Hastane atıklarının özellikleri, düzenli depolama, tıbbi atıkların depolanması,

**SUMMARY**

M. Sc. Thesis

**THE INVESTIGATION OF HOSPITAL WASTES IN SİVAS CITY AND  
DETERMINATION OF SUITABLE DISPOSAL SYSTEM**

Süreyya ALTIN

Cumhuriyet University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Orhan CERİT

In this study, waste properties of medical centers and hospitals have been determined in center of Sivas city and then it was aimed that disposal of wastes according to human healthy and regulations. In this concept, Numune, S.S.K., Doğumevi and D.D.Y. hospital's wastes have been investigated. Because of hospital wastes are biological hazardous wastes class, it should be disposed by method of special treatment. By the way; landfill method have been selected for the disposal of hospital wastes of Sivas.

Periodically, the measurement of wastes have been done where contains of study in order to find out amount of solid waste and it has been accounted quantity of solid waste per person. Based on calculations, it has been determined that selected are enough for 17 years. According to measurements results, waste type of percent and amount of surgical operation wastes where comes from hospitals have been determined and necessary landfill project have been done for 17 years.

According to measurements, it has been concluded that while percent of combustible waste was between % 90 - 95, percent of noncombustible waste was ranged between % 5 - 10. When infectious wastes in the hospitals can be separated like this required, rate of infectious wastes have been decrease only as % 10 - 20 of total wastes. For Sivas city, it has been determined that hospital wastes contained moisture %14 weightly. Beside all wastes can be accepted infectious because of normal and infectious wastes can't be separated in their sources.

For wastes where have been generated from hospitals and medical centers have been laid out a collection route. Collecting facilities have been laid out to collect one time at every day with vehicle the capacity of 10 m<sup>3</sup>. Collection route have been defined where it will be started from medical center at the nearest where vehicles parked and finished at the medical center near of the landfill area.

Selected area's useable volume for landfilling of hospital wastes have been counted as 99878 m<sup>3</sup>. Landfill area have been divided into the yearly parts, that it will be correspond to amount waste generation at every year. Amount of leachate and gases that be penetrated have been calculated. By using obtained data, selected landfill area have been projected according to proper regulations for hazardous wastes.

**Keywords:** The properties of hospital wastes, landfill, landfill of medical wastes

**İÇİNDEKİLER DİZİNİ**

ÖZET	i
SUMMARY	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Yöntemleri	2
1.2. Önceki Çalışmalar	3
2. HASTANE KATI ATIKLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ VE BERTARAF YÖNTEMLERİ	5
2.1. Hastane Atıklarının Niteliği, Miktarı ve Bileşimi	7
2.2. Hastane Atıklarının Toplanması ve Taşınması	11
2.3. Hastane Atıklarının Bertaraf Yöntemleri	13
2.3.1. Buhar Sterilizasyonu	15
2.3.2. Yakma Yöntemi	16
2.3.3. Hastane Atıklarının Düzenli Depolanması	19
2.3.3.1. Hastane Atıklarının Depolama Tekniği	21
2.3.3.2 . Düzenli Depolama Yerlerinde Gaz ve Sızıntı Suyu Sorunu	23
2.3.3.3 . Deponide Zemin Teşkil	27
2.3.3.4. Deponi Alanının Üst Kaplamasının Yapılması	29
2.3.3.5. Deponi Alanındaki Diğer Yapılar	30
3. SİVAS KENTİNİN VE ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI HASTANELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ	31
3.1. Sivas Kentinin Genel Özellikleri	32
3.2. Çalışmanın Yapıldığı Hastanelerin Genel Durumu	33
3.2.1. Sosyal Sigortalar Kurumu (S.S.K.) Hastanesi	34
3.2.2. Numune Hastanesi	35



3.2.3. Sivas Doğumevi Hastanesi	36
3.2.4. Devlet Demiryolları (D.D.Y.) Hastanesi	37
3.2.5. Sağlık Ocakları	38
4. SİVAS KENTİ HASTANE KATI ATILARININ İNCELENMESİ	40
4.1. Hastanelerden Çıkan Atık Miktarı ve Özellikleri	40
4.2. Hastane Atıkları ve Zemin Örnekleri Üzerinde Yapılan Laboratuvar Çalışmaları	47
5. SİVAS KENTİ HASTANE ATIKLARI İÇİN DEPOLAMA SAHASININ PROJELENDİRİLMESİ	54
5.1. Hastane ve Sağlık Ocaklarının Katı Atıklarının Toplanması	54
5.2. Deponi Ömrü Boyunca Atık Oluşumu	58
5.3. Deponi Sahasının Hacminin Belirlenmesi	62
5.4. Katı Atık Deponi Sahasında Oluşacak Gaz Miktarının Hesaplanması	62
5.5. Katı Atık Deponi Sahasında oluşacak Sızıntı Suyu Hesabı	68
5.6. Deponi Alanının Kullanımının Planlanması	71
5.7. Örtü Malzemesi Olarak Kullanılacak Kireç Hacminin Belirlenmesi	71
5.8. Hastane Atıklarının Depolanması Projesi	72
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	76
7. KAYNAKLAR	78
8. ÖZGEÇMİŞ	80
EKLER	81

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

Çizelge 2.1. Çeşitli Ülkelerdeki Hastanelerde; Yatak Sayısı, Verilen Hizmet ve Verilen Atık Miktarları Arasındaki İlişki	9
Çizelge 2.2. Hastane Atıklarının Bölümlere Göre Bileşimi	10
Çizelge 2.3 Toplam Atık İçindeki Atık Türü Yüzdeleri	10
Çizelge 2.4. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine Göre Baca Gazı Yakma Tesisi Baca Gazı Emisyonları	18
Çizelge 2.5. Deponilerde çıkan gazlar ve oranları	23
Çizelge 3.1. Sivas İlinin Meteorolojik Verileri	33
Çizelge 3.2. SSK Hastanesinin Genel Kapasitesi	35
Çizelge 3.3. Numune Hastanesinin Genel Kapasitesi	36
Çizelge 4.1. Sosyal Sigortalar Hastanesinde Oluşan Maksimum, Minimum ve Ortalama Atık Miktarları (kg/gün)	41
Çizelge 4.2. Numune Hastanesinde Oluşan Maksimum, Minimum ve Ortalama Atık Miktarları (kg/gün)	41
Çizelge 4.3. Devlet Demir Yolları Hastanesinde Oluşan Maksimum, Minimum ve Ortalama Atık Miktarları (kg/gün)	42
Çizelge 4.4. Doğumevi Hastanesinde Oluşan Maksimum, Minimum, ve Ortalama Atık Miktarları (kg/gün)	42
Çizelge 4.5. Bütün Hastaneler için Oluşan Birim Atık Miktarları (kg/gün)	43
Çizelge 4.6. Hastanelerde Kişi Başına Düşen Atık Miktarının Hastanenin Yatak Sayısıyla İlişkisi	43
Çizelge 4.7. Hastanelerde Kişi Başına Düşen Atıkların Aylara Göre Dağılımı	43
Çizelge 4.8. Hastanelerden Çıkan Aylık Atık Miktarları (kg)	44
Çizelge 4.9. S.S.K. ve Numune Hastaneleri, için Hastane Atıklarının Ağırlıkça Birleşim Yüzdeleri ve Ortalama Değerleri	46
Çizelge 4.10. Ameliyathane Atığı Ölçüm Sonuçları	46

Çizelge 4.11. Hastane Atıklarının Yüzde Nem İçeriği	47
Çizelge 4.12. Zemin örneklerinin Atterberg Limitleri ve Yüzde Bileşimleri	48
Çizelge 4.13. Zemin Örnekleri İçindeki Kil Türleri ve Yüzdeleri	48
Çizelge 5.1. Sivas İlinin Beş Yıllık Nüfus Verileri Artış Oranları	58
Çizelge 5.2. Deponi Ömrü Boyunca Oluşacak Atık Miktarı	60
Çizelge 5.3. Atıklar İçindeki Atık Türü Yüzdelerine Bağlı Olarak Atıktaki Toplam Nem Miktarının Bulunması	61
Çizelge 5.4. Katı Atıkların Ayrışabilme Yüzdeleri	63
Çizelge 5.5. kg. Atık Başına Hızlı Ayrışan Organiklerin Gaz Üretim Oranı	65
Çizelge 5.6. Yavaş Ayrışabilen Atıkların kg. Başına Ürettikleri Gaz Oranları	66
Çizelge 5.7. Hızlı ve Yavaş Ayrışan Atıkların Bir Yıllık Deponide Oluşturduğu Gazın Toplam Miktarı	67
Çizelge 5.8. Deponi bölgelerinin alanları, kullanımları süresinde oluşacak atık miktarları ve atık içindeki nem miktarları	68
Çizelge 5.9. Sivas Kentindeki Yağış ve Buharlaşmaya Bağlı Olarak Yüzey Akışın Aylık Gösterimi	68

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Genel Bir Hastane Atığı Yakma Tesis	19
Şekil 2.2. Düzenli Depolama Teknikleri a) Hendek b)Alan c) Kanyon Yöntemi	22
Şekil 2.3. Deponi Gazlarının Kontrolü için Kullanılan Sistemler a) Delikli ve çakıl doldurulmuş bir boru ile gazların yolunu kesen hendek sistemi, b) Çevre engel hendeği, c) Deponilerde geçirimsiz tabakalar uygulandığında, deponi içine yerleştirilen gaz toplama boruları	24
Şekil 2.4. Deponi Sahasına Döşenen Sızıntı Suyu Drenaj Sisteminin Değişik Dizaynları	26
Şekil 2.5. Özel Atık Sahalarında Zemin Drenaj Sistemindeki Boruların Dizaynı	26
Şekil 2.6. Deponi Geçirimsizliğini Etkileyen Faktörler	27
Şekil 2.7. Özel Atıklar için Deponi Tabanı Teşkili	28
Şekil 2.8. Hastane Atıklarının Deponi Sahasının Üst Kaplaması	29
Şekil 2.9. Özel Katı Atık Deponi Sahasının en Kesiti	30
Şekil 4.1. Kişi Başına Düşen Atık Miktarının Aylık Değişimi	44
Şekil 4.2. Hastane Atıklarının Aylık Değişimi	45
Şekil 4.3. Zemin Örneklerinin Tane Boyu Dağılım Eğrileri	49
Şekil 4.4. Zemin Örneklerinin Kil Difraktogramları	50
Şekil 4.5. Plastisite Kartı	53
Şekil 5.1. Sivas İli Yıllık Nüfus Artışı	59
Şekil 5.2. Hızlı Ayrışan Atıklar için Yıllara göre Gaz Üretim Oranı	64
Şekil 5.3. Yavaş Ayrışan Atıklar için Yıllara Göre Gaz Üretim Oranı	65
Şekil 5.4. Deponide Gaz Oluşum Grafiği	67
Şekil 5.5. Sahadaki Yapılarla Birlikte Deponinin 1/2000 Ölçekli Dizaynı	75

## 1. GİRİŞ

Dünyamız devamlı bir değişim ve gelişim halindedir. Bu gelişim tabii olarak teknolojinin ilerlemesine paraleldir. Teknoloji, insanların en iyi hayat standartlarına ulaşması için çalışmaktadır. Sosyo - ekonomik durumu gelişmiş olan toplumlar daha fazla tüketim sonucu, daha fazla atık vermektedir. Atıkların düzenlenmesinde ülkenin gelişmişliği ve ekonomik durumu büyük rol oynar.

Gelişmiş ülkeler atıklarını önceki yıllarda başka ülkelere göndererek kurtuluyorlardı. Ancak bu yanlış uygulamaya çevreci grupların büyük baskıları sonucu son vermişler ve daha uygun atık bertaraf yöntemleri geliştirmişlerdir. Öncelikle atıkları kaynağında azaltmak için geri dönüşüm işlemine önem verilmiştir. Böylece kağıt, teneke, vb. gibi geri kazanılabilir maddeler ayrılarak, hem atık üretimi, hem de doğal kaynakların tüketimi bir miktar azaltılmıştır. Kalan katı atıklar ise havaya, suya ve toprağa zarar vermeksizin, yakma, depolama, kompostlaştırma yöntemlerinden biri ile düzenlenmektedir.

Özellikle ekonomik olması nedeniyle, gelişmekte olan ülkeler tarafından düzenli depolama yöntemi oldukça ilgi görmektedir. Katı atıklar uygun hale getirilmiş bir araziye, tekniğine göre düzenli olarak yerleştirilerek üstü kapatılır. Daha sonra kapanan bu çöp sahaları, yeşil alan, park gibi değişik amaçlı kullanımlara sunulabilir.

Katı atıklar evsel ve tehlikeli atıklar olarak sınıflandırılabilir. Kimyasal atıklar, radyoaktif atıklar, hastane atıkları gibi özel ilgi gerektiren atıklara tehlikeli atıklar denir. Tehlikeli atıkların yönetimi halk sağlığı açısından da çok önemlidir.

Bu tez kapsamında ele alınan hastane atıkları, bütün toplumlar için özellikle 20. Yüzyılda çok büyük sorunların kaynağıdır. Yüzyılımızda yaygın olarak rastlanılan ve kanla bulaşan hastalıkların yayılmasında da özel bir işleme düzenlenmeyen hastane katı atıkları önemli bir etkindir.

Sağlık faaliyetlerinin artması ve çeşitlenmesi sonucu sağlık hizmeti veren yerlerden çıkan atıklar da artmış ve çeşitlenmiştir. Bu atıklar halk

sağlığı için oldukça tehlikeli olduğundan kaynağından, bertarafına kadar özel olarak izlenmelidir.

Hastane katı atıklarının genellikle yakılması önerilmektedir. Ancak yakma sisteminin dizaynı, maliyeti ve işletimi çok pahalı olan bir yöntemdir. Her hastane bu tesisi tek başına yaptığında hiç ekonomik olmamaktadır. Bütün hastanelerin ortak bir yakma tesisi yapması da, mevcut koşullarda hastane yönetimlerince yüklü maliyeti açısından istenmediğinden mümkün olmamaktadır. Depolama ise hem ilk yatırım, hemde işgücü açısından daha ucuz bir biçimde gerçekleştirildiği için ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde daha çok kabul görmektedir. Bu açıdan küçük hastaneler için hiç ekonomik olmamaktadır.

Bu sebeplerden dolayı hastane katı atıkları, miktarı belirlenerek, tehlikeli atıkların depolanması şartnamesine bağlı olarak depolanabilir. Böylece hastane katı atıkları sadece depolanırken değil toplama ve taşıma yapılırken de aynı özen ve dikkati gerektirir.

Bu şartlarda hastanelerden kaynaklanan tüm enfekte atıklar ; toplama, taşıma ve depolama bütünlüğü içerisinde ele alınarak bertaraf edilmelidir.

Bu çalışma kapsamında Sivas kent merkezindeki hastanelerde ve sağlık ocaklarında meydana gelen hastane atıklarının miktarının yerinde yapılan ölçümlerle tespit edilmesi ve bu atıklar için uygun depolama yönteminin ve yerinin seçilerek depolama projesinin yapılması amaçlanmıştır.

### **1.1. Çalışma Yöntemleri**

Bu çalışma; hastane ve arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve projelendirme çalışmaları olmak üzere üç aşamadan oluşur.

#### **1- Hastane ve arazi çalışmaları**

Tez kapsamında ele alınan Numune, SSK, Doğumevi ve DDY hastanelerine altı ay süresince her ay , ayda bir defa gidilmek suretiyle yerinde atık ölçümleri yapılmıştır.

Hastanelerin her servisinden çıkan atıklar, mümkün olduğu kadarıyla ayrı olarak tartılmaya çalışılmıştır. Hastaneler çöp toplama ve geçici depolama sistemleri gözlemlenmiş ve uygunluğu tartışılmıştır.

Servislerden torbalarla gelen atıklar tartıldıktan sonra bir kısmı açılarak içerdiği atık türü ve ağırlıkça yüzdeleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçüm yapıldığı gün hastanede ameliyat olduğunda, ameliyat sonrası ameliyathanede çıkan atıklar anında tespit edilmiştir.

Atık türlerinden örnekler alınarak nem içeriğini belirlemek üzere laboratuvara götürülmüştür.

Hastane atıklarının depolanacağı arazide çalışmalar yapılarak topoğrafik haritası çıkartılmış ve zemin deneylerini yapmak üzere zemin örnekleri alınmıştır.

## 2-Laboratuvar Çalışmaları

Hastanelerden alınan atık örnekleri, etüvde 105 °C de etüvde 24 saat kurutularak nem içerikleri belirlenmiştir.

Zeminden alınan örnekler üzerinde kil ayırma ve atterberg limiti deneyleri ile hidrometre deneyleri yapılmıştır.

Kil ayırma deneyinde zeminin kil içeriği belirlenmek üzere önce kil ayırımı yapılmış daha sonra ayrılan bu killerin difraktogramları çekilerek kil türleri ve yüzde bileşimleri belirlenmiştir. Atterberg limitleri ve hidrometre deneyleri yardımıyla ise zeminin plastikliği, geçirimsizliği, sıkıştırılabilirliği, tane boyu dağılımı gibi özelliklerinin belirlenmesi yapılmıştır.

## 3- Projelendirme Çalışmaları

Yapılan ölçümlerden elde edilen veriler kullanılarak, seçilen atık sahası, hastane atıklarının depolanmasına en uygun şekilde projelendirilmiştir. Ayrıca, planlı toplamanın sağlanabilmesi amacıyla hastane ve sağlık ocaklarının atıklarının toplanması için, il içinde bir toplama güzergahı belirlenmiştir.

## 1.2. Önceki çalışmalar

Yapılan literatür taraması sonucu, hastane atıkları yönetiminin tüm dünyada üzerinde önemle durulan bir konu olduğu görülmüştür. Yapılan tüm çalışmalarda EPA (Environmental Protection Agency) tarafından verilen kriterler esas alınmıştır. Hastane atıklarının toplanması konusunda Guerquin (1995) bir çalışma yaparak, mevcut toplama sistemlerinin avantaj ve dezavantajlarını belirlemiştir. Hastane atıklarının fiziksel ve kimyasal bileşimi Li ve ark. (1993) ve Rutala ve ark. (1992) tarafından incelenirken, hastanelerden çıkan günlük atık miktarı yatak başına olmak üzere Kocasoy 'un (1995) çalışmalarının kapsamı içinde yer almaktadır. Kocasoy ayrıca hastane atıkların taşınması konusuna da değinmiştir. 1997 yılında Tunçsiper Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesinin atık bileşimi hacimce; %32.65 cam, %22.25 plastik, %0.562 doku, % 35.41 bez-pamuk, %0.70 alçılı bez olarak belirlenmiştir. Ağırlık olarak yüzdeleri ve yatak başına atık miktarı tespit edilmediğinden yapılacak olan çalışmayla benzerlik göstermemektedir. Ancak atık türleri hakkında fikir vermesi açısından dikkate değerdir (Tunçsiper, 1997).

Bir çoğu literatüre dayalı olarak yapılan diğer çalışmalar içerisinde atığı kaynağından alıp bertarafına kadar götüren tam bir çalışma bulunamamıştır. Çalışmalar genellikle hastane atıklarının miktarı ve bileşimi ile sınırlı kalmıştır.



## 2. HASTANE KATI ATIKLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ VE BERTARAF YÖNTEMLERİ

Tehlikeli atıklar; bulaşıcı hastalıklara neden olabilen, parlayabilen, patlayabilen, okside olabilen, toksik, korrozif ve benzeri özellik gösteren atıklardır (Curi, 1990). Bu atıklar çeşitli kuruluş ve araştırmacılar tarafından doğadaki etkilerine ve atıkların kendi özelliklerine göre farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır; EPA'ya (1986) göre tehlikeli atıklar;

1. Doğada kalıcı ve bozunmayan atıklar
2. Biyolojik olarak birikebilen atıklar
3. Öldürücü olan atıklar olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.

Tchobanoglous ve ark. (1993) ise, tehlikeli atıkları özelliklerine göre aşağıdaki gibi sıralamışlardır.

1. Radyoaktif atıklar
2. Kimyasallar
3. Biyolojik atıklar
4. Yanabilir atıklar
5. Patlayıcı atıklar

Biyolojik atıkların kaynağı, hastane atıklarıdır. Tehlikeli biyolojik atıkların en belirgin özelliği toksinler üretebilmeleri ve diğer canlı organizmalara bulaşabilmeleridir. Cerrahi müdahaleler sonucu çıkan, enjektörler, sargı bezleri ve bunun gibi ameliyat atıkları, hastane atıklarının en zararlılarını oluşturmaktadır. Bununla birlikte sağlık faaliyetlerinde meydana gelen ilerlemeler ile hastane kaynaklı atıklar değişmiş ve çeşitlenmiştir. Hastanelerden kaynaklanan atıklar WHO (Dünya Sağlık Örgütü) (1983) tarafından genel olarak;

1. Enfekte ve biyolojik açıdan tehlikeli atıklar
2. Enfekte olmayan katı atıklar (evsel nitelikli atıklar)

### 3. Tehlikeli atıklar olmak üzere üç grupta toplanmıştır.

Bunlardan hastane atıklarının en önemlisi olan enfekte atık en basit şekliyle; Hastane içerisinde bulaşıcı bir hastalığı olan hasta veya bu hastayla ilgili herhangi bir aletle temas etmiş atıkların tümü olarak tanımlanır (EPA,1990). Hastanelerdeki bu tür hastaların yattığı servislerden kaynaklanan bütün atıklar enfekte atık olarak kabul edilir. Hastanelerden kaynaklanan enfekte atıkların % 80 'inden fazlası ameliyat, diyaliz ve laboratuvar çalışmalarından çıkar (Layne, 1988).

Hastanelerden çıkan enfekte atıkların özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

Biyolojik açıdan tehlikeli atıklar: Bu atıklar patojen mikroorganizmaları içerir. Genellikle laboratuvar çalışmalarından doğan bulaşıcı ajanların kültürleri ve stoklarını, bulaşıcı hastalıklı hastalar üzerinde yapılan ameliyat ve otopsilerden doğan atığı, karantina koşullarındaki hastalardan doğan atığı içerir, (San ve ark.,1991).

Patolojik atıklar: Dokulardan, orgânlardan, vücut parçalarından, insan ceninlerinden, hayvan leşlerinden, kan ve vücut sıvılarından oluşur.

Kontamine olmuş aletler: Ameliyat sırasında hastalarla temas eden aletler, bulaşıcı hastalık taşıyan hastalarla temas etmiş aletler bu gruptadır. Ayrıca farklı olarak kesici aletler bulunmaktadır. Bunlar iğneleri şırıngaları, küçük bıçakları, testereleri, jiletler ile kesme ve yaralanmaya neden olan diğerlerini içerir.

Kimyasal atıklar: İlaçları ve koşullardan geri gönderilmiş, dökülmüş kullanma süresi geçmiş, kirlenmiş veya gerekli olmadığından dolayı atılan kimyasalları içerir.

Diyaliz atıkları: Hemodiyalize bağlı hastalarla ilişkiden doğan (filtreler, gereğinde kullanılabilen havlular, önlükler, eldivenler ve laboratuvar giysileri gibi diyaliz araç ve gereçleri) atıklardır.

Hastane atıkları ve benzer tıbbi çalışma yapan tüm kuruluşların atıklarının halk sağlığı açısından oluşturduğu potansiyel tehlikelerden biri de

HIV (Human Immunaefficiency Virus) ve HBV (Hepatitis B Virus) gibi kanla bulaşan hastalıkların yayılma riskini artırmasıdır. Söz konusu risk unsurunun önemi hastane atıklarının yönetimine ilgiyi arttırmaktadır. (Arian ve Ark.,1980)

Hastane atıklarının yönetimi şeklinin belirlenmesi için atığın türü, bileşimi bilinmelidir. Hastane atıklarının niteliği, fiziksel ve kimyasal bileşimi, yatak başına düşen atık miktarı birçok parametre ile birlikte değişim gösterir. Ülkenin gelişmişlik durumu, hastanenin hangi sağlık amacına yönelik çalıştığı, hastanenin yatak sayısı, hastanede hizmet veren servislerin türleri atık özelliklerini değiştiren parametrelerden bazılarıdır.

Hastanelerdeki farklı servislerin atıkları servislerde yapılan işlere göre farklı kontaminasyon riskleri oluşturur. Radyoaktif atıklar ve bulaşıcı hastalık taşıyan hastalarla etkileşen her atık özel ilgi gerektirir (Li ve ark., 1993).

Hastane atıklarının tehlikesiz hale getirilmesi, bütün ülkeler için başarılması zorunlu bir konudur. Gelişmekte olan ülkelerde ve ülkemizde hastane atıklarının düzenlenmesine değinen kanunlar ve yönetmelikler hazırlanarak, hastanelerdeki hijyen şartları düzeltilmeli ve atıkların düzenlenmesine de yasal yaptırımlar getirilmelidir.

## **2.1. Hastane Atıklarının Niteliği, Miktarı ve Bileşimi**

Sağlık faaliyetlerinden çıkan atıklar genellikle miktar yönünden değişkendir. Hastanelerdeki servislere göre atık özellikleri belirlenebilir. Hastanelerdeki atıklar genellikle evsel nitelikli ve enfekte atıklar olarak tanımlanır. Enfekte atıklar özellikle yoğun bakım , ameliyathane, jinekoloji, hepatoloji gibi servislerden çıkar (EPA,1986). Bu servislerde kullanılan ve hastalarla temas etmiş her şey enfekte özellik gösterir. Enfekte olmayan katı atıklar, evsel atık olarak bilinen parçaları içerir. Birçok hastanede büro atığı veren arşiv, yazı işleri ve idari servisler vardır. Ayrıca yemekhane ve kafeteryalarda da büyük miktarda yiyecek kırıntıları ve yiyecek paketleriyle ilgili atık meydana gelir. Bu tür atıklar normal atık olarak olup, ayrı toplanması gerekir. Ayrı toplanmıyorsa hastanenin bütün atıklarının enfekte özellikte olduğu kabul edilir.(EPA, 1990)

Hastanelerden çıkan atığın tipini ve miktarını belirlemek, uygun bertaraf yönteminin belirlenmesi için temeldir. İstenilen kesin atık miktarı hesabı ancak verilerin yerinde ölçülmesi ile doğru olarak belirlenebilir.

Hastane atıklarının yönetim probleminin çözümlenmesinde, atıkların bina içerisinde toplanması, kısa süreli depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesi faaliyetlerinde uyulması zorunlu çevre mühendisliği uygulamaları mevcuttur. Katı atık yönetiminin her kademesi için bütün hastane personelinin eğitilmesi gerekir.

Hastane atıklarının yönetimine ilişkin prensipler Guerquin'e (1995) göre aşağıdaki şekilde şöyle sıralanabilmektedir.

- a) Atıklar kaynaklarından zararsız hale getirilinceye kadar izlenip, denetlenmelidir.
- b) Atıkların miktarının azaltılması konusunda çalışılmalıdır.
- c) Atıklar çevre sağlığına uygun şekilde toplanmalı, taşınmalı, geçici olarak depolanmalı, artırılmalı ve bertaraf edilmelidir.
- d) Tıbbi atıklar ev çöpleri niteliğindeki katı atıklarla karıştırılmamalı, tıbbi atıklar özel işlem görmelidir.
- e) Atıkların toplanması, taşınması ve geçici depolanması konusunda bütün hastane personeli eğitilmelidir.

Hastanelerden kaynaklanan atıkların miktarının ve bileşiminin daha önce değişik ülkelerde, değişik hizmet veren hastanelerde yapılan çalışmalarla çok sayıda etkene bağlı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2.1. de gelişmişliği farklı birçok ülkede bulunan hastanelerde yapılan çalışmaların sonuçları verilmiştir. Buradan da görüldüğü gibi Amerika'daki bir hastane ortalama 4 -5 kg/yatak/gün atık verirken, gelişmekte olan Pakistan'daki bir hastanede bu değer 1 - 2 kg/yatak/gün olmaktadır. Bu sonuca göre atık üretimi ülkenin gelişmişliğiyle paralel özellik göstermektedir.

**Çizelge 2.1. Çeşitli Ülkelerdeki Hastanelerde; Yatak Sayısı, Verilen Hizmet ve Verilen Atık Miktarı Arasındaki İlişki**

Araştırmanın Yapıldığı ülke.	Sağlık Kuruluşunun Türü	Yatak Sayısı	Atık Miktarı kg/yatak/gün
İngiltere (WHO, 1983)	Yaşlı bakım	-----	1,2
	Ruhsal	--	1,6
	Genel	--	2,8
	Doğum	--	3,4
Hollanda (WHO,1983)	Üniversite araştırma hastaneleri ve genel hastaneler	900 -1000	4,2
		800 -900	6,5
		600 -700	2,7
		300 -400	2,3
	Tıp merkezleri	100 'den az	5,0
	Ruh hastalıkları	100 - 200 800 - 900 400 - 500	6,0 1,3 1,2
Amerika (WHO,1983)	Genel	500 den az	5,24
		500 den çok	4.10
Pakistan (EPA, 1990)	7 şehir 48 hastanede yapılan bir araştırma	13.493 Toplam	1,06 ort.
Amerika (Li,1993)	--	--	10
EPA,1986			7
Taiwan (Arian,1980)			2,5 - 4
Amerika (Arian,1980)			4,3

Bunun yanı sıra sağlık kuruluşunun verdiği hizmet türü de atık miktarını etkiler. Hastaneler içinde en fazla atık, birçok servisin bir arada bulunduğu genel nitelikli hastaneler ve araştırma hastanelerinde verilmektedir. Kesin bir şey söylenemese de, genellikle hastanelerin yatak sayısı ile oluşan atık miktarı arasında doğru bir orantı olabilir. Ayrıca hastanenin hizmet verdiği topluluğun sosyo-ekonomik durumu da verilen atık miktarı ile yakından ilgilidir.

Hastanelerden çıkan atıklar oldukça heterojen olmakla birlikte genel olarak kağıt, karton, plastik, patolojik atık, yiyecek atığı, cam ve metallerin bir karışımı olarak tanımlanabilir. Atık içindeki bu bileşenlerin miktarı; laboratuvarların kapasitesi, araştırma aktiviteleri, bir kullanımlık aletlerin

miktarı ve ameliyathanenin programına bağlıdır. Hastane atıklarının hastane içindeki bölümlere göre dağılımı Çizelge 2.2.' de verilmiştir.

Li ve ark. (1993) tarafından hastane atıklarının bileşimini belirlemek için yapılan bir çalışmada dört ayrı hastanede gerekli ölçümler yapılarak elde edilen sonuçlara göre toplam atıkta bulunan atık türlerinin yüzde bileşimleri Çizelge 2.3. de verilmiştir. Burada atıkların %70-98 arasında yanabilir atıklardan oluştuğu görülmektedir.

**Çizelge 2.2.** Hastane Atıklarının Bölümlere Göre Bileşimi (EPA,1986)

Servis adı	% Kağıt	% Plastik	% Patolojik	% Yiyecek	% Cam	% Metal
Yazı işleri	100	-	-	-	-	-
Kafeterya	20	20	-	30	-	-
Ameliyathane	60	30	10	-	-	-
Acil	60	35	5	-	-	-
Yoğun Bakım	60	35	5	-	-	-
Diyaliz	10	85	5	-	-	-
Laboratuvar	35	30	25	-	10	-
Hemşire od.	45	35	-	5	15	-
Eczane	50	30	-	-	20	-
Hasta servisi	60	35	-	5	-	-
Araştırma	40	-	30	-	-	20
Alet	-	90	-	-	-	10

**Çizelge 2.3.** Toplam Atık içindeki Atık Türü Yüzdeleri (Li ve ark.,1993)

Atık türü	1.hastane	2.hastane	3.hastane	4.hastane
<b>Yanabilir Atıklar</b>				
Kağıt	18	16,17	34,22	50,99
Tekstil		9,77	14,18	1,53
Karton, odun vb.	45	9,12	1,03	2,65
Yiyecek		21,51	16,61	6,36
Plastik	14	50,45	20,78	17,97
<b>Yanmayan Atıklar</b>				
Cam	20	0,40	1,36	9,09
Metal		0,50	10,88	7,97

## 2.2. Hastane Atıklarının Toplanması ve Taşınması

Hastane atıklarının tehlikesiz olarak bertarafında ilk adım olan hastane atıklarının, hastane içinde toplanmasıdır. Atıklar hastane içinde toplanırken enfekte ve normal atıkların ayrı toplanabilmesi esas alınmalıdır. Kaynağında ayrılabilen hastane atıklarının atıkların düzenlenmesi daha kolay ve daha az masraflıdır.

Atıklar hastane içinde toplanılırken iki konu üzerinde özellikle durulmalıdır.

1. Atığın meydana gelmesinden giderimine kadar taşınabilmesi için uygun bir atık akış diyagramı oluşturmak ve toplama faaliyetine katılan personel için sağlık riskini minimize etmek.
2. Atığın toplanması ve taşınması sırasında halk sağlığının korunmasıyla birlikte, güvenlik ve estetik (koku, gürültü ve psikojik faktörler) konularını da gözönünde bulundurmak (EPA,1987).

Guerquin'e göre (1995), hastane içinde çöplerin toplanması için birkaç yöntem bulunmaktadır ;

1- Servislerden çıkan atıklar, belirli standartlara göre üretilmiş, belli hacimdeki plastik çöp torbalarına atılır ve torba ağızları kapatılarak, hastane dışındaki çöp biriktirme alanına el arabası ile taşınır. Enfekte atıkların kaynağında ayrılabilmesi için kırmızı ve turuncu torbalar kullanılır. Bu torbaların üzerine "Enfekte" veya "Biyolojik Tehlikeli" etiketleri yapıştırılmalıdır. Atıkların ayrı olarak atılmasına dikkat edilmesi, rastgele kullanımların önlenmesi için hastane personeli ve gerektiğinde hastaların uyarılması gerekmektedir. Bu yöntemin başarıyla kullanılması için iyi bir dezenfeksiyon sistemi kurulması gerekmektedir. Örneğin torbalara atılmış olan enjektör iğneleri ve taşımadaki dikkatsizlik nedeniyle torbalar yırtılabilmektedir. Enjektörlerin toplanması 1980'lerde AIDS yayılmasında etkin olmasından dolayı özellikle önem taşıdığından bu tür aletlerin hastane içinde güvenli olarak toplanacağı özel

birimler oluşturulabilir. Plastik torbalarda taşımanın dezavantajı olan kontaminasyon riskini azaltmak amacıyla metal kapların kullanılması önerilmektedir. (MMWR,1987)

2- Metal kap yönteminde kaplar, servislerde bir yere yerleştirilir ve dolduğunda ağzı kapatılarak son bertaraf yerine kadar aynı kap içinde taşınır. Kaplar son bertaraf yerinde boşaltıldıktan sonra dezenfekte edilerek hastaneye geri gönderilir. Bu yöntemin avantajı torba sistemi ve bundan kaynaklanan dezavantajlar yoktur ve hijyeniktir. Dezavantajı ise maliyetin fazla olmasıdır. Maliyeti düşürmek için metalik kaplar yerine su geçirmez karton kutuların kullanılması önerilebilir, ancak atıkların hacminin büyük olması özel bir paketleme gerektirdiğinden tercih edilmez.

Bunların içinde hastane ve ülke koşullarına en uygun olanı seçilmelidir Hastane atıklarının toplanması için uygun yöntem seçilirken ayırma, taşıma ve toplamadaki hijyen şartlarıyla birlikte fiyat etkinliği de dikkate alınmalıdır.

Ülkemizde geçerli olan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine (1993) göre ise; hastane atıkları kaynağında ayrılmalıdır. Enfekte atıklar için turuncu, diğerleri için mavi çöp torbaları hazırlanmıştır. Hastane bahçesindeki konteynerlere de torbalar renklerine uygun olarak atılmak zorundadır. Enfekte atıklar, kapaklı ve kilitli kırmızı konteynerlere atılacaktır. Hastanelerde temizlik işlerinin sorumlusu olan başhemşireler, temizlik personelinin uyararak kurallara uyulmasını sağlamakla yükümlüdür. Ancak hastanelerde yapılan çalışmalar sırasında bu kurallara uyulduğu görülmemiştir. Hastanelerden çıkan bütün atıkların birbirine karışması nedeniyle tamamı enfekte kabul edilerek işlem görmesi gereklidir.(Rutala ve ark.,1992)

Hastanelerden çıkan atıklar bina içinde toplandıktan sonra görevli personel tarafından, hastane bahçesindeki çöp toplama yerine, el arabaları ile götürülür veya gelişmiş ülkelerde olduğu gibi asansör sistemi de kullanılabilir. Diğer bir yöntemde ise atıklar servislerde bulunan çöp toplama deliklerine atılarak, hastane binasının altındaki bir çöp toplama odasında biriktirilir, buradan da bertaraf yerine gönderilir. Hastane atıklarının toplanması ve



taşıması personeli ve halk sağlığını tehdit etmeyecek şekilde yapılmalıdır (San,1991). Eysel nitelikli hastane atıkları, diğer şehir çöpleriyle birlikte depolama alanına taşınabilir. Enfekte atıklar ise günde en az bir kere toplanmalı ve iki hususa dikkat edilmelidir;

1. Kapalı kamyonlarda ve sıkıştırılmaksızın toplanılmalıdır.
2. Taşıma sırasında özel önlemler alınmalıdır. Kamyon dışına sızıntı olmamalıdır. Havaaların sıcak olduğu iklimlerde, kamyonlarda soğutma sistemi bulunmalıdır (Borat, 1991).

Enfekte atık taşıyan kamyonlar kırmızı renkte olmalı ve üzerine "Dikkat Enfekte Hastane Atığı" büyük harflerle yazılmalıdır. Taşımanın yapıldığı kamyonlar hergün temizlenerek dezenfekte edilmelidir. Bu kamyonlarda çalışan kişiler, atıkların toplanması hakkında özel eğitim almalı, eğitim almasalar da içinde buldukları tehlikelerin farkında olmalıdırlar.

Halk sağlığı ve çalışanların güvenliği açısından tüm taşıma ve toplama uygulamaları boyunca eldiven ve maske kullanılması, her iş günü sonunda da kullanılan ayakkabı ve elbiselerin değiştirilmesi gerekmektedir.

### **2.3. Hastane Atıklarının Bertaraf Yöntemleri**

Bertaraf etme ile hastanenin tıbbi atıklarının çevre sağlığı kurallarına ve mevzuata uygun şekilde zararsız hale getirilmesi, su, toprak ve havaya zarar vermeksizin uzaklaştırılması anlatılmaktadır. Hastane atıklarının bertarafında kullanılan teknikler EPA (1986) tarafından;

1. Sterilizasyon/kompaksiyon,
2. Yakma
3. Depolama olarak tanımlanmıştır.

Ayrıca küçük çapta kullanılan, ancak günümüzde kullanımı henüz yaygınlaşmamış olan mikrodalga, hydropulping gibi sistemler vardır.

Uygulanacak bertaraf yönteminin belirlenmesi öncelikle atığın özelliklerine ve bileşimine bağlı olmakla birlikte, ekonomik şartlar, estetik çevresel etkiler, uygulama kolaylığı ve ilk yatırım maliyetiyle de ilgilidir.

Hastane atıklarının bileşimi, bertaraf yönteminin belirlenmesinde en önemli etkidir. Bertaraf yöntemi seçilmeden önce atıkların bileşimini belirleyecek analizler yapılmalıdır. Bunlar;

1. Atıkların yüzde bileşimlerinin belirlenmesi
2. Nem içeriğinin belirlenmesi
3. Atığın yanabilirliğinin belirlenmesi
4. Atığın kalori içeriğinin belirlenmesi ifade edilebilir (Peavy ve ark. 1985).

Enfekte atıkların özel atık olarak düzenlenmesinden amaç bu atıklarda bulunan enfekte maddelerin hastalığa sebep olma potansiyelini gidermektir. Bertaraf sisteminin etkinliği sistemin dikkatli işletilmesine bağlıdır. Bu sebeplerle mevcut koşullara göre, tüm bertaraf yöntemlerinin avantaj ve dezavantajlarının karşılaştırılarak, değerlendirmenin yapılması gerekir.

Sterilizasyon ile arıtma da; enfekte atıklar ve aletler yeteri kadar, yani yerleşmiş sporlar ölene kadar buhara maruz bırakılmalıdır. Böylece atığın enfekte özelliği yok olmuş olacaktır.

Yakma tesislerinde; steril haldeki kül boyutuna indirgenmiş olan atık kolayca depolanabilir. Doğru işletme şartları altında, yakma tesislerinden olumlu sonuçlar alınmaktadır.

### 2.3.1. Buhar Sterilizasyonu

Bu yöntemde enfekte atık, basınçlı otoklav içinde, yüksek sıcaklığa maruz bırakılarak, bakterilerin ölmesi sağlanır. Burada amaç kuru hastane atıklarının hijyenik yönden sakıncasız hale getirilmesidir. Sterilizasyon işleminden geçirilecek olan atıklar, özel yapılmış içi polietilen kaplı kağıt torbalarda en uygun şekilde biriktirilir. Tekerlekli vagonlarla toplanan torbalar, yine aynı vagonla sterilizatöre götürülerek konmaktadır. Vagonlar alüminyum veya paslanmaz çelikten imal edilmektedir. Sterilizasyondan sonra atıklar öğütülerek veya sıkıştırılarak, nihai depolamaya gönderilir. Etkin ve yeterli buhar sterilizasyonunu başarabilmek için uygun bir zaman periyodunda tüm atık istenilen sıcaklığa maruz bırakılmalıdır. İstenilen sonuca ulaşılmasında buharın atığa nüfuz etme (penetrasyon) derecesi kritik bir faktördür. Tam bir nüfuz (penetrasyon), buhar sterilizasyonu ile arıtımda istenilen etkinliği sağlamış olur.

Sterilizatörler bir veya iki vagonun içine girebileceği otoklavlardır. Sterilizasyon ya 160 - 200 °C sıcak hava veya 134 °C 'de 3 bar basınç altında buhar ile sağlanır. Buharın etki süresi daha uzundur. Ancak hastanelerde buhar genellikle mevcut olduğundan buharla sterilizasyon daha kolay temin edilebilmektedir.

Sterilize edilecek atıklar torbalarda bulunduğu için sıcak havanın her tarafa etki edebilmesi için önce 10 dk. vakum uygulandıktan sonra 15 dk. 3 barlık basınç altında ve 134 °C 'nin üstünde sıcak su buharı uygulanır. Son olarak 10 dk. lık vakum ile sterilizasyon tamamlanmış olur. Sterilizasyon tesisleri küçük hastaneler için uygun değildir (EPA, 1986)

Vücut parçaları, akışkanlar gibi bazı atıklar buhar sterilizasyonu ile arılamaz. Bu atıkların bertarafı için yakma tesisleri önerilmektedir. Buhar sterilizasyonu ile arılamayan diğer atıklar, toksik veya radyoaktif kimyasalların yanısıra diğer hiçbir kimyasal buhar sterilizasyonundan geçirildiğinde arılamaz. Plastik parçalar, çözeltili kapları ve gereksiz tüpler için de geçerli bir yöntem değildir.

Sterilizatörler sabit veya hareketli olarak çalıştırılabilirler. Son yıllarda hareketli sistemler, aşağıdaki avantajları nedeniyle tercih edilmektedir (Unat, 1986);

- a) Enfekte atıklar kaynağında evsel atık haline getirilerek nakliye sırasındaki riskler minimum indirilmiş olur.
- b) Aynı gün içerisinde birçok hastanenin ihtiyacını karşılar.

### 2.3.2. Yakma Yöntemi

Yakma tesisi, atık maddeleri yanmayan kalıntı veya kül ve eksoz gazlarına indirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu proses atıkların hem arıtma hem de bertaraf işlemini aynı anda yapması açısından avantajlıdır. Yakma tesislerinde aşırı sıcaklık nedeniyle enfekte maddeler giderilir, eksoz gazları atmosfere verilir ve sadece kalan kül depolamaya gönderilir (Masters, 1991).

Yakma tesisleri enfekte atıkların bütün tipleri için uygun arıtma sağlar . Bir yakma tesisinin verimliliği işletim şartlarına göre belirlenir. Verimli bir yakma tesisinde;

- 1- Atıkların tam yanması için gerekli hava sağlanmalıdır.
- 2- Yakma bölgesinde sıcaklık 2000°F (1200 °C) olmalıdır.
- 3- Tam yanmanın sağlanması için uygun bekleme zamanı seçilir.

Yakma tesislerinin atmosfere verdiği eksoz gazları özellikle klorlanmış plastikler yakıldığında ortaya çıkan koku ve siyah renkli duman halinde sorun oluşturur. Bu problem sisteme eklenecek uygun bir gaz kontrol sistemiyle giderilebilir. Bu teknoloji enfekte atıklar için yüksek etkinlikte bir arıtma sağlar (Lagregre ve ark. 1994).

#### Yakma tesislerinin avantajları;

- Hastane atıklarının bütün tipleri için uygundur.
- Hacim ve ağırlıkta önemli bir indirgeme sağlar
- Kül veya yanmayan kalıntının son bertarafı için sterilizasyonunu sağlar.
- Sadece çıkan külün depolanması nedeniyle büyük depolama alanlarına ihtiyaç duyulmaz.

#### Dezavantajları;

- Heterojen atıkların tam olarak yakılması zordur.
- Uygun yakıcıların işletme ve tasarımına ek olarak işletme personeli gerekir
- Hava kirlenmesini önleyici donanım gerekir.
- Küçük hastaneler için uygun olmaz

Yakma tesisleri enfekte atık giderme yöntemi olarak ancak çok büyük hastanelerde veya merkezi sistemlerin kurulmasıyla kullanılabilir. İlk yatırım ve bakım maliyeti çok fazla olan yakma tesislerinin , küçük boyutlarda yapılması ekonomik değildir. Ayrıca küçük yakma tesisleri, büyüklere oranla havayı daha fazla kirlletirler. Koşullar uygun olduğunda yakma tesislerinden küçük boyutlu ısı kazanımı da sağlanabilmektedir (Frank, 1990).

Mali durumun ve yakılacak atığın uygun olduğu durumlarda enfekte atık giderimi için merkezi yakma tesisleri önerilmektedir. (EPA,1989)

Ülkemizde geçerli olan "Tıbbi Atıkların Kontrolü " Yönetmeliğine (1993) göre yakma tesislerinin genel yakma özellikleri şöyle olmalıdır;

- 1- Yakma fırınında ilk bölme sıcaklığının 900 ° C olması ve son yakma bölmesindeki gazların 1200 ° C ' de en az 2 sn tutulması gerekir.
- 2- Fırından çıkan küller içinde, yanabilen maddelerden tam yanmamış olanlar, toplam kütlenin ağırlıkça %2' sini aşamaz. Oluşan küller katı atık depolama yerlerinde depolanırlar.

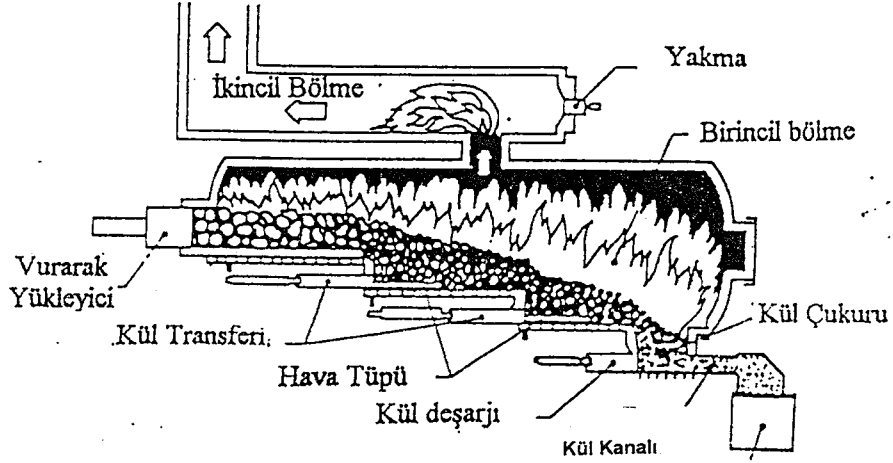
3- Yakma fırınında imha edilecek olan atıkların kabul ve depolama birimleri sürekli temiz tutulur ve sık sık dezenfekte edilir. Buraya görevlilerden başkasının girmesi yasak olacağı gibi, hayvanların yaklaşması da önlenmelidir.

4- Yakma tesisi baca gazı emisyonlarında normal şartlar altında %11 O<sub>2</sub> esas alındığında, Çizelge 2.4. 'deki şartlar gerçekleştirilmelidir.

**Çizelge 2.4.** Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmesine Göre Yakma Tesisi Baca Gazı Emisyonları ( Gözet, 1995).

	günlük 1 ton/sa' ten fazla kapasiteli tesisler için (mg/m <sup>3</sup> )	günlük 1 ton/sa' ten az kapasiteli tesisler için (mg/m <sup>3</sup> )
Toplam Partikül	10	100
Ağır metaller ve bileşikleri	10	5
Hg, Cd	0,1	5
HCl	10	100
HF	1	1
CO	50	100
SO <sub>2</sub>	50	300
NO <sub>2</sub>	100	100
Toplam Organik Karbon	10	100
Poliklorlü dibenzo-p-dioksin ve Poliklorlü dibenzofuranlar	0,1	0,1

Hastane atıklarının yakılmasının uygunluğu, atıkların ısıl bileşimiyle yakından ilgilidir. Genel olarak hastane atıklarının %99,02 'si (Li va ark., 1993) yanabilir atıklardan oluşmaktadır. Ortalama ısıl değeri 3400 kcal/kg olarak bulunmuştur. Ancak bu konuda bir genelleme yapılması mümkün değildir. İşlem görececek olan atık için özel olarak bu değerın saptanması gerekir. Çoğunlukla evsel atıklardan daha fazla ısıl değere sahiptirler. Hastane atıklarının yakılabilmesi için 5000 kcal /kg ısıl değere sahip olması gerekmektedir. Bu mümkün olmadığı için yakma tesislerinde bir ek yakıtı ihtiyaç vardır. İstenilen sıcaklığa gelindikten sonra yakılan mevcut hastane atıklarından bir enerji kazanımı söz konusu olabilir. Şekil 2.1. de hastane atıklarının yakılmasında kullanılan bir yakma tesisinin genel görünümü verilmiştir.



**Şekil 2.1.** Genel Olarak Hastane Atığı Yakma Tesisi (EPA,1989)

### 2.3.3. Hastane Atıklarının Düzenli Depolanması

Katı atıkların havaya, suya, ve toprağa zarar vermeden hijyenik şartlarda, toplanması, taşınması, depolanması ve en kısa zamanda arıtılması veya boşaltılması amacı ile verimli ve ekonomik bir hizmet organizasyonunun kurulması ve işletilmesi katı atık yönetiminin bir amacıdır (Sorgun, 1988). Depolama yöntemi enfekte atıklar için sadece yakma tesisinden çıkan küller için tavsiye edilmektedir. Ancak günümüzde halen hastane atıklarının %11'i direkt olarak depolanmaktadır (Layne,1988).

Bu amaca yönelik olarak katı atıkların bertarafında sağladığı kolaylıklar nedeniyle, düzenli depolamaya ilgi oldukça fazladır. Bu, dünya çapında uygulanan bir yöntemdir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve arazinin uygun olduğu durumlarda tercih edilir. Önceki yıllarda düzensiz olarak bir çukura atılan veya yığınlar halinde bırakılan çöpler, halk sağlığı açısından büyük sorunlar oluşturmuştur. Burada yaşayan insanlar hastalık, koku, gaz patlaması ve estetik çirkinliklerle karşı karşıya kalmıştır. Ayrıca çöp yığınları iyi

geçirgen bir ortam olduğundan yığından geçen yağmur suları, geçiş sırasında atıkların bileşimindeki suda çözünebilir bileşikleri de beraberinde taşıyarak, yüzeysel suları ve yeraltı sularını da kirletmektedir. Bu zararların önlenmesi gerekliliği atıkların bertarafı için düzenli depolama yapılmasını gündeme gelmiştir.

Hastane atıkları biyolojik tehlikeli atıklar içerisinde yer almaktadır. Dolayısıyla bertarafında da normal atıklardan farklı işlemler uygulanması gerekir. Hastane atıklarının bertarafında en güvenilir teknik yakma olmasına rağmen ekonomik bakımdan uygun olmadığı ve arazi koşullarının yeterli olduğu durumlarda, hastanelerden gelen tıbbi çöpler tehlikeli atık depolama mevzuatına göre araziye gömülerek düzenlenebilir.

Hastane atıklarının depolanması için seçilen arazi istenilen ihtiyaçlara cevap verebilmelidir. Bu amaçla şehir çöplüğünde özel bir yer ayrılarak, seçilen deponi alanının tabanı tehlikeli atıklara özgü geçirimsiz tabakalarla kaplanır, tıbbi atıkların üzeri her dökümden sonra önce kireçle sonra da örtü tabakasıyla her iş günü sonunda örtülmelidir (Borat, 1991).

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine<sup>(1993)</sup> göre nihai depolama tesislerinin aşağıdaki kurallara uygun seçilmesi gereklidir;

- a) Karstik bölgelerde içme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yeraltı ve yerüstü suları koruma bölgelerinde, taşkın riskinin yüksek olduğu bölgelerde, heyelan, çığ ve erozyon bölgelerinde kurulmasına ve işletilmesine izin verilmez.
- b) Yer seçiminde, seçilecek olan yerin jeolojik, hidrojeolojik, jeoteknik özellikleri, yeraltı su seviyesi ve yeraltı suyu akış gözleri mevcut ve planlanan mesken bölge ve diğer yapılaşmalar, deprem kuşakları ve tektonik koruma bölgeleri ile diğer zemin hareketleri, hakim rüzgar yönü ve trafik durumu dikkate alınır.
- c) Bu deponi tesislerinin en yakın yerleşim bölgesine uzaklığı 3000 m.' den , en yakın havaalanına uzaklığı 5000 m. den az olamaz.



### 2.3.3.1. Hastane Atıklarını Depolama Tekniği

Hastane atıklarının depolanması; yakma yöntemine göre daha ekonomik olduğundan arazinin uygun olduğu bölgelerde oldukça sık kullanılan bir yöntemdir. Ülkemizde hastane atıkları "Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"ne (1993) göre depolanmalıdır. Yönetmelikte belirtilen depolanması

- a) Tehlikeli atık depolama alanlarının özel bölümlerinde
- b) Evsel atık bertaraf alanlarının "Tıbbi Atıkların Bertarafı Yönetmeliğine Uygun Olarak hazırlanmış özel bölümlerinde
- c) Sadece tıbbi atıklar için yapılmış özel bertaraf alanlarında yapılır

Tıbbi atıkların yakma tesislerinde yakılması sonucu oluşan küller yakma tesislerine atık getiren kapalı araçlarla uygun şekilde örtölüp, sıkıştırılmak suretiyle bertaraf edilirler.

Depolama işlemine başlamadan önce kullanılacak arazi depolamaya uygun duruma getirilmelidir(Erdin, 1990);

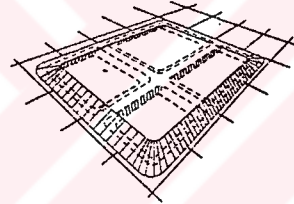
- a ) Deponi alanı yakınındaki yüzey su yataklarının değiştirilmesi veya yönlendirilmesi gerekmektedir.
- b) Yüzeysel suların deponi alanına doğru akması yamaç toplama kanalları ile önlenabilir.
- c) Atıkların depolama işlemi devam ederken, deponi sahasına sızıntı suları ve deponi gazları için drenaj sistemi yapılarak bunlardan doğabilecek tehlikeler de minimuma indirgenmiş olur.
- d) Depolama işlemi sona erdiğinde, depolama alanının üstü örtü malzemesiyle örtölerek sıkıştırılır. Deponi alanından depolama başlamadan önce sıyrılarak alınan tarım toprağı biriktirilir. Depolama tamamlandıktan sonra tekrar yüzeye serilerek, deponi üst tabakasının yeşillendirilmesi sağlanır.

Depolama üç yöntemle yapılabilir. (Peavy ve ark. 1995) ;

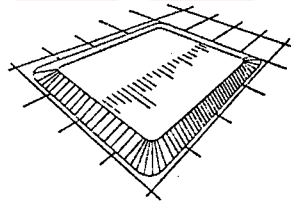
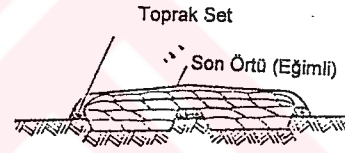
**1. Hendek Yöntemi;** Yeraltı su seviyesine gelmeyecek şekilde, arazi üzerinde belirli derinlikte kazılar yapılarak, çukurla oluşturulur. Kazılar sonucu alınan malzeme, örtü malzemesi olarak kullanılır. Hendekler genellikle kare yapılır ve 2 : 1 lik bir eğime sahip olurlar (Şekil 2.2.a.).

**2. Alan Yöntemi;** Kazı yapmak için uygun olmayan alanlarda atıkların düz bir alana yayılıp, üzerinin örtü malzemesiyle kapatılmasıyla yapılan bir depolama işlemidir (Şekil 2.2.b.).

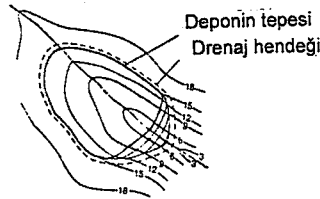
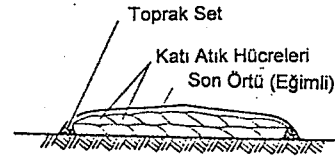
**3. Kanyon Yöntemi;** Doğada mevcut büyük çukurlar kullanılarak yapılan depolamadır. Atıklar bu çukurlara tek veya çok katlı hücreler oluşturacak şekilde doldurularak depolama gerçekleştirilir. Her hücre tamamlandıktan sonra üzeri örtü malzemesiyle kapatılır. Depolama yöntemi arazinin koşullarına göre seçilir ve uygulanır (Şekil 2.3.c.).



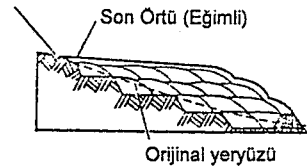
(a)



(b)



(c)



**Şekil 2.2.** Düzenli Depolama Teknikleri a) Hendek b)Alan c) Kanyon Yöntemi (Peavy ve ark.,1995)

### 2.3.3.2. Düzenli Depolama Yerlerinde Gaz ve Sızıntı Suyu Sorunu

#### Deponi Gazı Sorunu

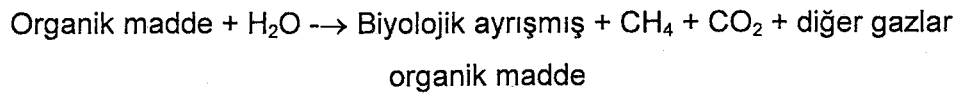
Deponi yerleştirilen atıkların içerisindeki organik maddeler belli bir zaman içerisinde bozunarak, gaz açığa çıkarırlar. Bu gazların buldukları ortamda sıkışarak patlama tehlikesi vardır. Bu tür patlamalar deponi için istenmeyen ve halk sağlığı açısından da zararlı oluşumlardır. Deponi gazı içerisinde eser düzeyde bulunan bazı gazlar, zehirli olduğundan halk sağlığını tehdit eder. Bu yüzden deponi alanının kullanımı esnasında atık hücreleri içine dönecek bir boru sistemiyle bu gazların toplanması gereklidir.

Deponilerde oluşan gazlar genel olarak ; Amonyak (NH<sub>3</sub>), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), karbonmonoksit (CO), hidrojen (H<sub>2</sub>), Oksijen (O<sub>2</sub>), hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S), metan (CH<sub>4</sub>) ve azot (N<sub>2</sub>) gazlarını içerir. Çizelge 2.4. 'de Tchbanoglous ve ark. (1993) göre bu gazların oranları sunulmuştur.

**Çizelge 2.5.** Deponilerde çıkan gazlar ve oranları (Tchbanoglous ve ark. 1993)

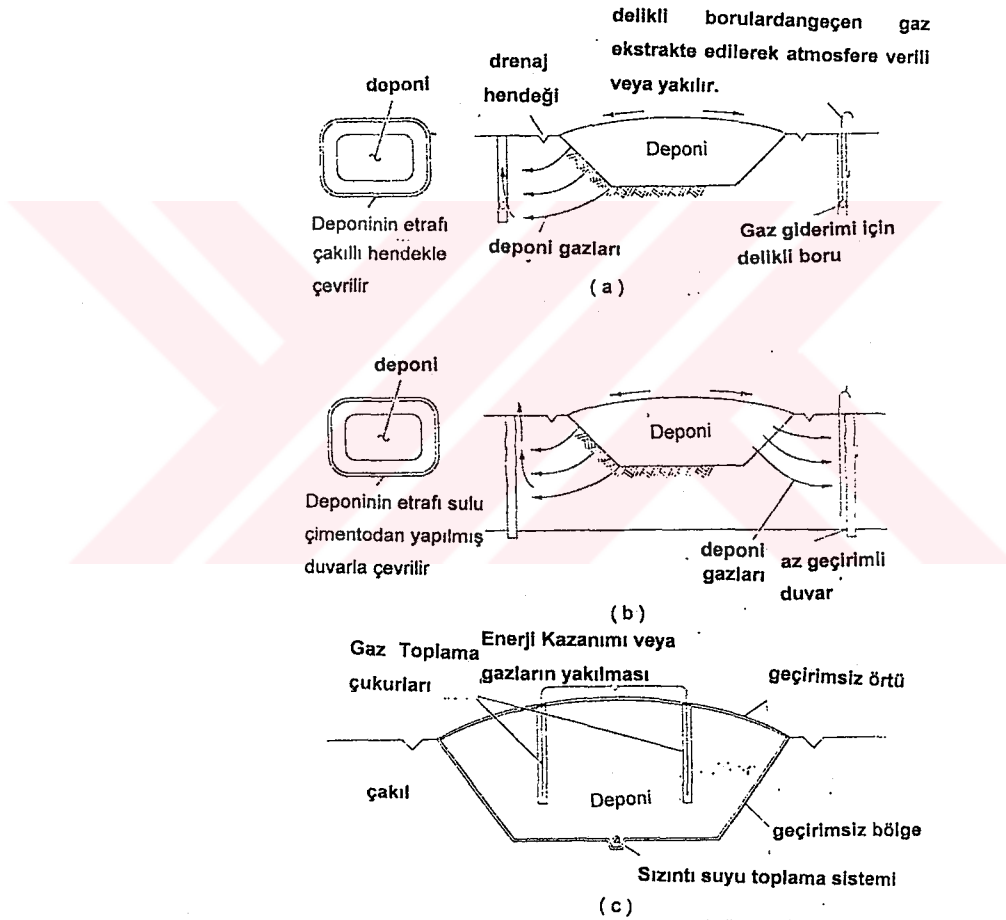
Gaz	% Miktarı
Metan	45 - 60
CO <sub>2</sub>	40 - 60
N <sub>2</sub>	2 - 5
O <sub>2</sub>	0,1- 1,0
NH <sub>3</sub>	0,1 - 1,0
H <sub>2</sub>	0 - 0,2
CO	0 - 0,2
Diğer	0,01 - 0,6

Deponi gazları, katı atıkların anaerobik ayrışması sonucu oluşurlar. Bunu genel bir kimyasal formülle şöyle ifade edebiliriz;



Deponi gazlarının depolama alanında kontrol altında tutulması için birkaç sistem geliştirilmiştir (Şekil 2.3.). Bazen bu gazlardan enerji kazanımı da mümkün olabilmektedir.

Hastane atıklarının depolandığı alanın zemini ve yamaçlar geçirimsiz hale getirildiği için deponi gazları geçirimli tabakalarla deponinin kenarlarındaki borularla toplanmak yerine deponi içine kurulacak olan gaz toplama sistemleri tercih edilir.(Şekil 2.3. c.)



**Şekil 2.3.** Deponi Gazlarının Kontrolü için Kullanılan Sistemler a) Delikli ve çakıl doldurulmuş bir boru ile gazların yolunu kesen hendek sistemi, b) Çevre engel hendeği, c) Deponilerde geçirimsiz tabakalar uygulandığında, deponi içine yerleştirilen gaz toplama boruları (Tchobanoglous ve Ark., 1993).

### Deponide Sızıntı Suyu Oluşumu

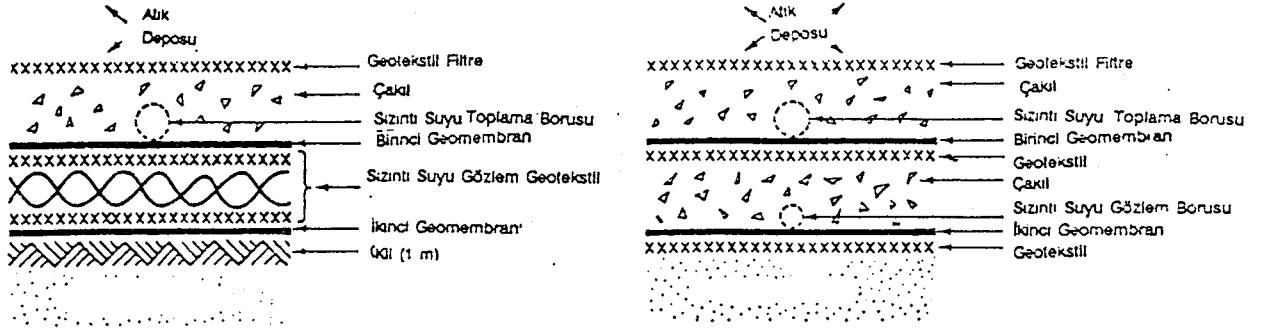
Sızıntı; atıktaki süspanse maddeler veya ekstrakte olmuş maddeler ve katı atık yığını içerisinde geçmiş sular olarak tanımlanabilir. Sızıntı suyunun büyük bir kısmı dış kaynaklardan gelmektedir. Bunlar yüzey drenajı, yağmur suyu, yeraltı suyu ve yeraltı su kaynakları olarak sıralanabilir. Sızıntı suyunun büyük bir kısmı ise atıkların dekompozisyonu sonucu oluşan sulardır.

Deponideki su miktarı değişimi; yağış, yüzeysel akış, infiltrasyon, buharlaşma, depolama, sızıntı suyu akışına bağlıdır. Katı atıkların bileşimi, deponi tekniği, deponi tabaka kalınlığı, deponi yaşı ise sızıntı suyu debisini etkileyen faktörler olarak sıralanabilir.

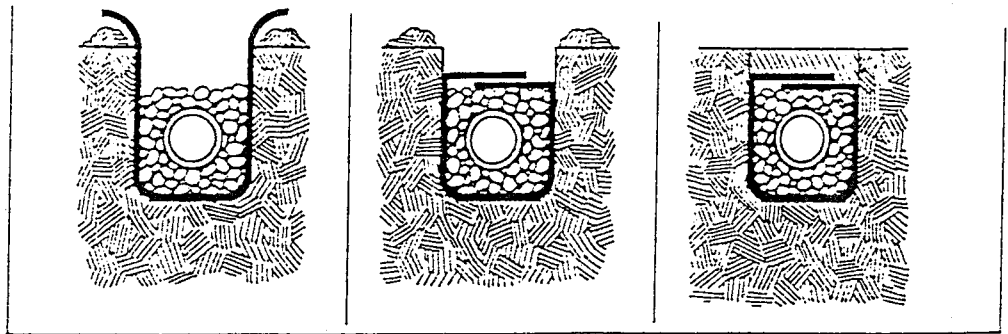
Sızıntı suları deponi alanında toplanarak arıtdıktan sonra, ya yüzey suyuna deşarj edilir veya deponi sahasına yağmurlanır. Sızıntı suyu kompozisyonundaki organik madde, deponi alanı yaşlandıkça ve kararlılığı arttıkça, biyolojik parçalanma tamamlandığından gittikçe azalan bir eğilim içindedir.

Deponi tabanına sızan sular, buraya döşenen drenaj sistemleriyle toplanır. Deponi sahasında filtre edilecek sızıntı suyu içerisinde birçok koloidal madde içerdiğinden ve çöp ortamında bakteri üreme hızı çok yüksek olduğundan drenaj borularının gözenekleri tıkanabilir. Drenaj amacıyla drenfleks denilen delikli borular kullanılmaktadır. Toprak içine doğrudan konulduklarında zemin taneciklerinin boruyu tıkama ihtimali mevcuttur. Bu yüzden borular geotekstile sarılarak kullanılmaktadır, (Şekil 2.5.). Boruların üzeri 20 cm. yüksekliğinde, 15 - 30 mm., daneli çakıl ile örtülür. Borular 100 mm çapındaki delikli drenflekslerden 20 m. aralıklarla yerleştirilir.

Sızıntı suları deponi alanının topoğrafyasına uygun bir eğimle döşenen tali borularla en alttaki ana boruya iletilir. Buradan da deponi sahasında hazırlanan sızıntı suyu havuzlarına alınarak arıtıma tabi tutulur. (Sorgun, 1988)



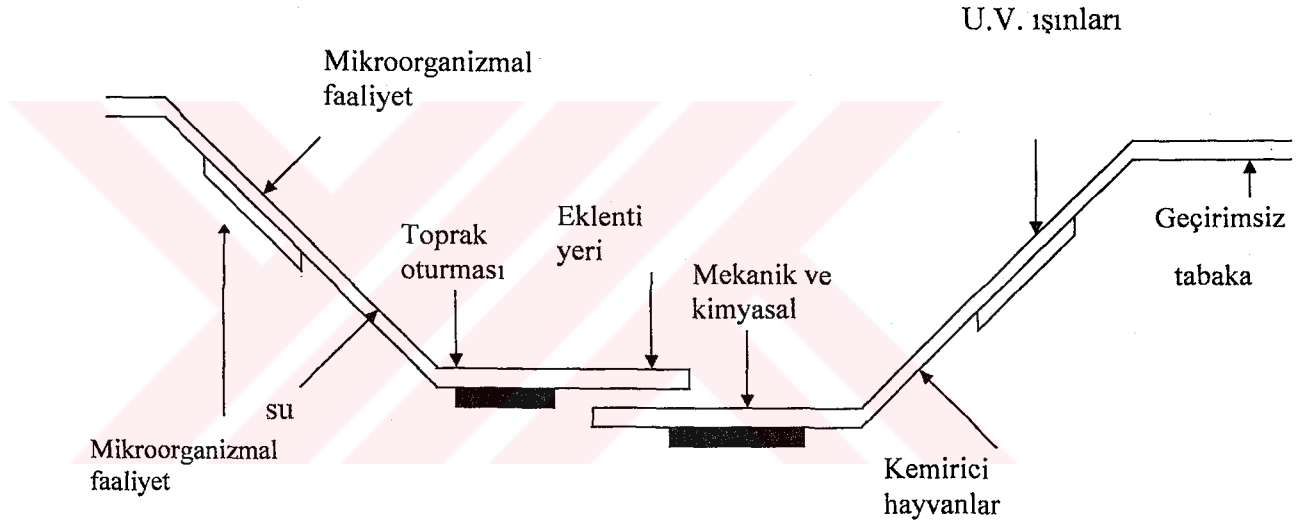
Şekil 2.4. Deponi Sahasına Döşenen Sızıntı Suyu Drenaj Sisteminin Değişik Dizaynları (Güler, 1995).



Şekil 2.5. Özel Atık Sahalarında Zemin Drenaj Sistemindeki Boruların Dizaynı (Güler, 1995)

### 2.3.3.3. Deponide Zemin Teşkili

Katı atık deponi sahasında oluşan sızıntı suyu, inşa edilen toplama ve ayırma sistemleriyle deponi alanından uzaklaştırılır. Sızıntı sularının derinlere sızmasının engellenmesi için deponi sahası tabanının geçirimsiz maddelerle kaplanması gerekir. Düzenli depolama alanlarında geçirimsizliği etkileyen faktörler (Şekil 2.6.) göz önüne alınarak, saha depolamaya uygun hale getirilmelidir;



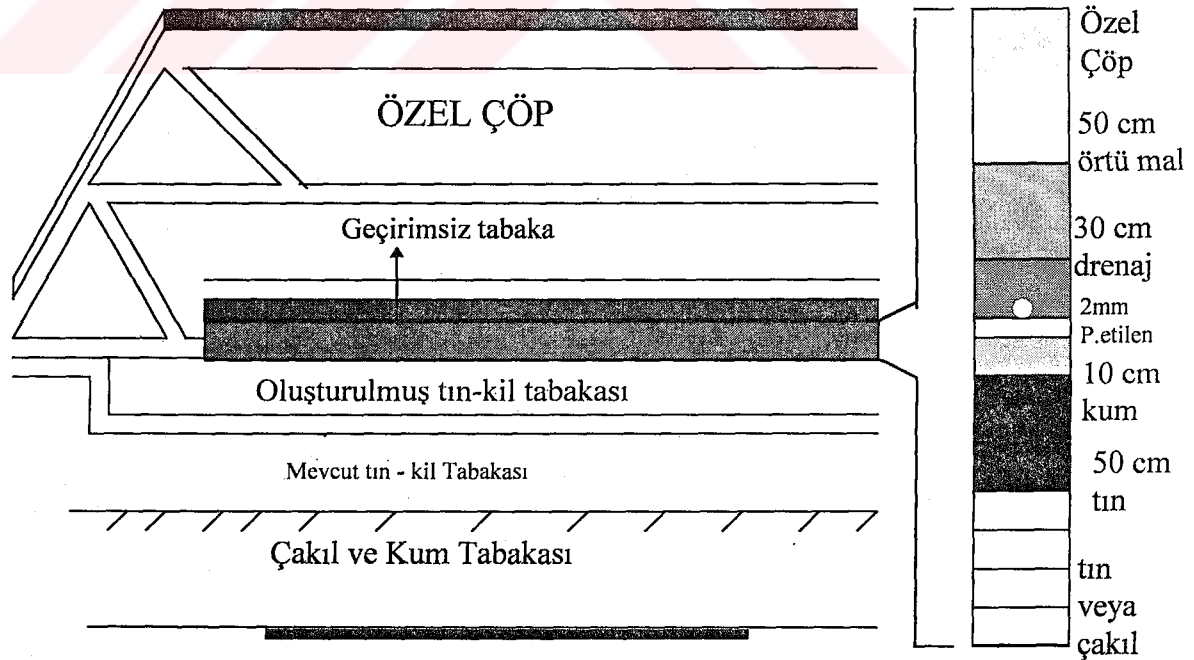
**Şekil 2.6.** Deponi Geçirimsizliğini Etkileyen Faktörler (Erdin, 1990)

Sözö edilen geçirimsizlik koşullarını sağlamak için deponi tabanı üzerinde aşağıdaki çalışmalar yapılmalıdır.

- Kullanılacak arazi üzerinden tarım toprağı sıyrılarak, sonradan kullanılmak üzere biriktirilir.
- Depolama tesisinin tabanının maksimum yeraltı su seviyesine uzaklığı en az 2 m. olmalıdır.

- c) Depolama tesisinin oturacağı temelin doğal olarak sıkıştırılabilirliği yüksek yani % 95'ten büyük olmalıdır.
- d) Depolama tesisinin zemini sızıntı su geçişini tamamıyla önleyecek şekilde olmalıdır.
- e) Depolama bölgesinde sızıntıyı engellemek için mineral sızdırmazlık tabakasıyla plastik geçirimsizlik tabakası birlikte kullanılmalıdır.
- f) Mineral sızdırmazlık tabakasının kalınlığı 1,5 mm 'den az, permeabilitesi  $10^9$  m/s 'den küçük olmamalıdır. Geçirimsiz malzemeler doğal veya sentetik olabilir. Doğal malzeme olarak çok kil ve bentonit kullanılır.
- g) Plastik geçirimsizlik tabakasının kalınlığı 2,5 mm olup, tabana balık sırtı şekli verilir. Tabanın eğimi %3 olacak şekilde düzenlenir (Erdin,1990).

Ancak özel atık olarak nitelendirilen ve hastane atıklarının da içinde bulunduğu atık grubunun depolandığı alanların taban geçirimsizliğinin sağlanmasına daha fazla önem verilmelidir. Bu tip sahalar için en uygun malzeme olarak geomembran ve geotekstiller tavsiye edilmektedir, (Şekil 2.7.).



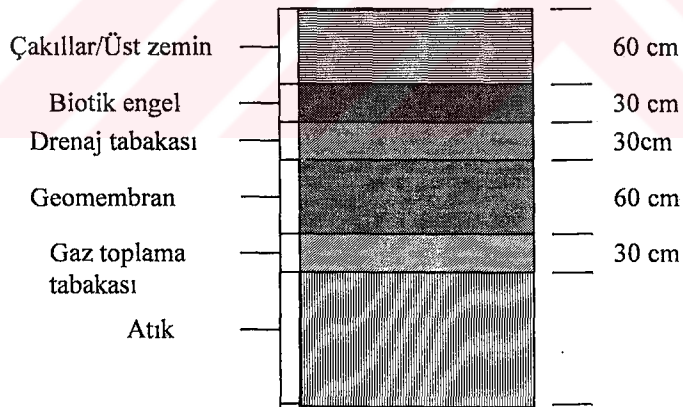
Şekil 2.7. Özel Atıklar için Deponi Tabanı Teşkili (Erdin, 1990).



### 2.3.3.4. Deponi Alanının Üst Kaplamasının Yapılması

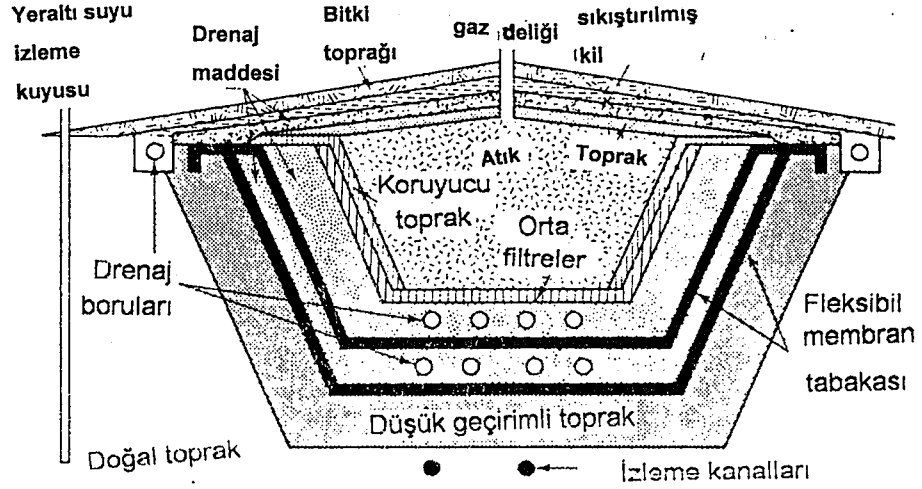
Depolama alanının ömrünün sona ermesiyle birlikte sahanın üzerine amaca yönelik olarak istenilen şeklin verilerek kapatılması gerekir. Depolama işlemi bu şekilde tamamlandıktan sonra, deponi sahasının tekrar kullanılabilmesi için yeşillendirilmesi, ağaçlandırılması, deponun en üstüne ve sevlere tarım toprağı serilmesi zorunludur. Bu toprağın kalınlığı yetiştirilmek istenilen bitkinin kök derinliğine göre değişir. Deponi sahasına düşen yağmur sularının alanı kısa sürede terk edebilmesi için en üst toprak tabakasının eğimi %5 'ten büyük olmalıdır.

Depolama işlemi tamamlandıktan sonra, dolgu üstü deponi gövdesine su girmeyecek şekilde sızdırmaz hale getirilir. İstenilen sızdırmazlığın oluşturulması için gerekli tabakalar; dolgu üzeri 0.5 m. homojen ve kohezyonsuz malzemeyle kapatılır. Aşağıda çöp dolgusunun üstünde oluşturulan üst kaplama katmanları açık olarak gösterilmiştir, (Şekil 2.8.)



**Şekil 2.8.** Hastane Atıklarının Deponi Sahasının Üst Kaplaması (Güler, 1995).

Özel atıklar için optimum şartlarda bir depolama tesisi yapıldığında deponi sahasının en kesiti Şekil 2.9 daki gibi olmalıdır.



**Şekil 2.9.** Özel Katı Atık Sahasının en Kesiti (Masters, 1991 )

### 2.3.3.5. Deponi Alanındaki Diğer Yapılar

Deponi sahasının etrafı, çevreden gelebilecek olumsuz etkenlere karşı 2 m. Yüksekliğinde çit ve tel örgü ile çevrilir. Böylece deponi alanına izinsiz döküm yapılması, hayvan giriş ve çıkışı önlenmiş olur.

Depolama alanı içine uzun süreli deponiler için, asfalt yollar yapılır. İşletme planına uygun olarak, giriş ve çıkışlar düzenlenir. İşletme ve bakım binaları yapılır. Bu binalar sağlam ve dayanıklı olmalı dışarıdan su ile yıkanabilmelidir. Bunların yanısıra deponi alanında yeterli tartı yapabilecek bir kantar düzeneği de konulmalıdır (Sorgun, 1988).

### 3. SİVAS KENTİNİN VE ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI HASTANELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Çalışma kapsamında Sivas kentindeki hastanelerin katı atıklarının depolanması için uygun bir alan seçilmesi gerekmektedir. Deponi alanı seçiminde ilgili bölgenin Tchobanoglous ve ark. (1993) tarafından da ifade edildiği gibi, aşağıda sıralanmış özelliklerinin bilinmesi ve değerlendirilmesi zorunlu olup, projelendirme çalışması için çok önemlidir.

- 1- Deponi sahasının büyüklüğü ve ömrü
- 2- Toprak şartları ve topoğrafya
- 3- Bölgenin coğrafi konumu
- 4- Jeolojik ve hidrojeolojik yapısı
- 5- Yüzeysel su hidrolojisi
- 6- İklim şartları
- 7- Yerel ve çevresel şartlar
- 8- Alanın son kullanımı

Bu bilgiler değerlendirildiğinde incelenen bölgenin depolama alanı olarak kullanımına karar verildiğinde ise deponi projesini yapmak için gerekli rapor ve verileri elde etmek gerekir;

- 1- Jeolojik ve hidrojeolojik rapor
- 2- Zemin mekaniği raporu
- 3- Deponi yeri planı (1/1000 - 1/2000 ölçekli)
- 4- Bölgenin 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritası.

### 3.1. Sivas Kentinin Genel Özellikleri

#### Sivas 'ın Coğrafi Durumu

36° - 39° boylam ve 38° - 40° enlemleri arasında yer alan Sivas ili Erzincan, Malatya, K. Maraş, Kayseri, Yozgat, Giresun, Ordu ve Tokat illeri ile komşudur. İç Anadolu Bölgesinin yukarı Kızılırmak havzasında bulunan Sivas ilinin yüzölçümü 2 848 800 hektardır. Genel olarak dağlık ve yüksek düzlüklerden oluşan Sivas kentinin ortalama yüksekliği 1000 m. dir.

#### Yüzeysuları

İl sınırları içinde birçok akarsu bulunmaktadır. İklima bağlı olarak düzenli bir akış rejimine sahip değildirler. En önemlileri Kızılırmak, Çaltı çayı, Kelkit çayı ve Tohma çayıdır. Bunlara ek olarak kent içinden geçen Pünzürük suyu, Mısmılırmak ve Mundar ırmak küçük derelerdir.

#### Bölgenin Jeolojik Özellikleri

Sivas kenti ve yakın kesiminde ana kayaç miyosen yaşlı jipslerdir. Sivas çevresinde jipsli seviyeler içeren Miyosen yaşlı birimler oldukça geniş bir yayılım göstermektedir. Jipsli birimlerin alt ve üst kesimlerinde jips-marn ardalanması, orta seviyelerinde ise massif jips kütleleri şeklinde yer yer yumrulu yapıdadır. Yapılan incelemeler yöredeki jipslerin anhidritlerin hidrasyonu ile oluşmuş ikincil jipsler olduğunu göstermiştir. (Gökçe ve ark., 1988). Bunların üzerine kent zeminin %70 - 80 ini oluşturan miyosen yaşlı marnlar gelmektedir. Marnların üzeri uyumsuzlukla pliyosen yaşlı çakıl taşı, kumtaşı ve yer yer kil içeren çapraz katmanlı akarsu çökelleri gelmektedir. Bunların üzerine ise yine uyumsuzlukla kuvaterner yaşlı travertenler ve alüvyonlar gelmektedir (Karagözoğlu, 1995). (Ek:2, Sivas'ın jeolojik haritası)

### Bölgenin İklim Özellikleri

Sivas ilinde karasal iklim hakimdir ve bu iklimin özellikleri olan yazların sıcak kışların ise soğuk oluşu Sivas 'ta tipik olarak gözlenmektedir.

Deponi alanının projelendirilmesinde gerekli olan veriler meteoroloji il müdürlüğünden alınmış ve buharlaşma değerlerinde bu verilere bağlı olarak Penman yöntemiyle bulunmuştur. Alınan veriler ve hesaplanan buharlaşma sonuçları Çizelge 3.1. de verilmiştir. Buna ek olarak Sivas'ta hakim rüzgar yönünün Kuzey olduğu da alınan bilgiler arasındadır.

**Çizelge 3.1. Sivas İlinin Meteorolojik Verileri**

Aylar	Oc.	Şub.	Ma.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağ.	Ey.	Ek.	Kas.	Ar a
Sıcaklık °C	-4,0	2,1	8,7	13,3	16,7	11,6	19,6	19,6	15,7	10,5	4,5	1,1
Rüzgar hızı m/s.	1,6	1,8	2,3	2,2	2,0	2,0	2,2	1,9	1,6	1,4	1,3	1,4
Nisbi nem	0,42	0,45	0,53	0,59	0,69	0,78	0,85	0,84	0,76	0,66	0,55	0,3
Yağış mm.	10,5	47,1	53,6	58,8	70,2	48,4	10,2	5,2	10,9	40,8	64,1	43,
Buharlaşma mm.	12,4	364	105	125	179	241	208	179	109	63	15	5

### **3.2. Çalışmanın Yapıldığı Hastanelerin Genel Durumu**

Sivas kenti içinde geniş kapsamlı sağlık hizmeti veren 5 hastane vardır. Bunlar Sosyal Sigortalar Hastanesi, Numune Hastanesi, Doğumevi Hastanesi, Devlet Demiryolları Hastanesi ve Askeri Hastane. Bir de Göğüs Hastalıkları Hastanesi olmakla birlikte çok küçük kapasiteli, 20 -30 yataklı, ameliyathanelerinin olmadığı bir tedavi hastanesi vardır. Ancak atıkları Doğumevi hastanesi ile birlikte atılmakta ve kayda değer miktarda bir atık vermemektedir.

Çalışmanın yapıldığı hastanelerin kapasitesi, verilen sağlık hizmetleri yapılan sağlık faaliyetleri, personel ve yatak durumu ile birlikte mevcut atık toplama ve taşıma yöntemleri, hastane yetkilileriyle görüşülerek belirlenmiştir.

### 3.2.1. Sosyal Sigortalar Kurumu (S.S.K.) Hastanesi

S.S.K. elemanlarına hizmet veren ve Sivas kenti merkezindeki en çok yatak ve personel kapasitesine sahip hastanesidir (Çizelge 3.2.). Oldukça geniş bir halk kitlesine ulaşmaktadır. Kalabalık bir poliklinik hastası vardır. Hastane içinde enfekte atık verebilecek; ameliyathane, laboratuvar, doğumhane gibi özel bölümlerle birlikte hariciye ve nisaiye servisleri bulunmaktadır.

Hastanedeki ameliyathanede bütün genel cerrahi ve kadın doğum ameliyatları yapılmaktadır. Ameliyathanenin programı çok yoğundur. Acil durumlar hariç günde ortalama 4 - 5 ameliyat yapılmaktadır. Tüm hastanelerde olduğu gibi ameliyat atıkları, ameliyat sonrası bekletilmeden hemen atılmaktadır. Hastanenin çöp toplama sahasında biri kırmızı, diğeri mavi olmak üzere iki konteyner vardır. Kırmızı konteyner enfekte atıklar için ayrılmıştır ve kilitlidir. Ancak hastane içinde enfekte ve normal atıklar kaynağında tam olarak ayrılmadıkları gibi çöp toplama sahasındaki konteynerlere da rastgele atılmaktadır. Hastanelerde temizlik işlerinin sorumlusu olan başhemşireler tarafından kırmızı ve mavi çöp torbaları görevli personele verilmesine rağmen personel eğitiminin yeterli olmamasından dolayı atık ayırımına önem verilmemekte taşınırken ise maske ve eldiven kullanılmamaktadır. Bu şartlarda tüm atıklar enfekte hale gelmekte, çalışanlar için sağlık riski oluşmaktadır. Günlük üç vardiya olarak toplanan çöpler belediye tarafından her gün alınmaktadır.

Hastane bünyesindeki laboratuvarlarda ise mikrobiyoloji, kan, idrar ve gaita testleri yapılmaktadır. Verilen tüm atıklar enfektedir. Laboratuvardan radyoaktif atık çıkmamaktadır. Laboratuvar atıkları genellikle kırık tüp parçaları, bazı kan tüpleri, enjektörler ve bir kullanımlık pipet uçlarıdır. Yeniden kullanılabilir malzeme otoklavda sterilize edilmektedir. Günde yaklaşık 300 kişiye laboratuvar ve poliklinik hizmet verilmektedir.

Çizelge 3.2. SSK Hastanesinin Genel Kapasitesi

Servis adı	Yatak sayısı	Doktor sayısı	Hemşire sayısı	Personel
KBB	20	3	5	4
Göz	10			
1.dahiliye	110	1	3	4
2.dahiliye		1	5	4
3.dahiliye		1	3	5
Nisaiye	50	3	4	7
Doğum			7	
Bevliye 1	10	3	5	6
Cildiye 1	7			
1. hariciye	55	2	5	6
2. hariciye	20	2	4	5
Ortopedi				
Asabiye	30			
Nöroloji		3	5	6
Fizik tedavi	10			
Poliklinik		21	21	8
Röntgen				5
Acil		1	5	7
Çocuk	40	1	5	9
Mutfak	750			
Yazı işleri	52			
<b>Toplam</b>	<b>362</b>			

### 3.2.2. Numune Hastanesi

Sivas kent merkezindeki ikinci büyük hastanedir. Hastane bünyesinde özel atık veren servisler; kroner yoğun bakım bölümü, hemodiyaliz bölümü, ameliyathane ve laboratuvarlardır. Ameliyathanede aynı anda altı ameliyat birden yapılabilir. Ameliyathanede kalp ve damar cerrahi dışında bütün ameliyatlar yapılmaktadır. Hemodiyaliz bölümünde ise altı adet makine bulunmakta ve halen 55 hastaya hizmet vermektedir. Hastaların haftada makineye giriş sayısı değişmektedir. Laboratuvarlarda ise tüm poliklinik testleri yapılmaktadır, ayrıca yapılan hormon testi bilgisayarla yapılmakta ve tehlikeli hiçbir atık vermemektedir. Mikrobiyoloji, bakteriyoloji laboratuvarlarında

bulunmaktadır. Hastane çöpleri görevli personel tarafından günde 3 defa dökülmektedir. çöp kovalarına kırmızı ve siyah poşetler konmuştur. Kırmızı poşetlere enfekte atıkların atılması gereklidir ama bu kurala tam olarak uyulduğu söylenemez. Tekrar kullanılabilen ameliyat malzemeleri de sterilizasyon fırınlarında steril edilmektedir. Numune hastanesi Sivas kenti içinde yer alan en büyük hastanedir ve büyük bir halk kitlesine hizmet vermektedir. Hastanenin genel kapasitesi Çizelge 3.3.' de verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Numune Hastanesinin Genel Kapasitesi

Servisler	Yatak Sayısı	Doktor Sayısı	Hemşire Sayısı	Personel
Dahiliye	77	5	16	7
G. Cerrahi	64	3	9	5
Nöroloji	30	2	8	5
İntaniye	22	1	3	
Ortopedi	30	2	7	5
Fizik Tedavi	12	1	3	1
Üroloji	20	3	7	5
Dermatoloji	12	1	1	
Göğüs Hast.	8	1	1	
Psikiyatri	20	1	4	4
KBB	8	2	2	3
Göz	16	2	3	
Acil	5			
Yemekhane	800			

### 3.2.3. Sivas Doğumevi Hastanesi

Doğumevi hastanesi kadın hastalıkları konusunda uzman hizmet veren bir hastanedir. Hastane tamamen kadın - doğum konusunda çalışmaktadır. Bunun yanısıra çocuk polikliniği de bulunmaktadır. Hastaların kan ve idrar tahlillerinin yapıldığı bir laboratuvar bulunmaktadır. Laboratuvar günlük ortalama 200 hastaya hizmet vermektedir. Ameliyathanenin atıkları ve Laboratuvar atıkları genel çöplerle birlikte toplanarak hastane dışındaki ana konteynere atılmaktadır. Hastane dışındaki konteyner, aynı alanda bulunan



göğüs hastalıkları hastanesiyle birlikte kullanılmaktadır. Çöp konteyneri doldukça Sivas belediyesi tarafından alınarak kentin genel çöp döküm alanına götürülmektedir. Hastanenin ana çöp toplama yeri estetik ve sağlık açısından oldukça kötü koşullar sergilemektedir.

Hastane bünyesinde bulunan servisler;

Aseptik	servisi
Yeni doğan	“
Çocuk	“
Ameliyat	“
Septik	“

Ayrıca bir ameliyathanede bulunmaktadır.

Hastanenin toplam 150 kişilik hasta kapasitesi vardır. Genellikle gelen hastalar uzun süreli değil sadece 1-2 gün kalmaktadır. Bu sebeple hasta yoğunluğu günlük olarak değişmektedir. Çocuk bölümünde 6 doktor, 13 p, ratisyen hekim görevlidir, 4 tane kadın - doğum uzmanı doktor vardır. 55 hemşire, 30 personel çalışmaktadır. Günde 150 kişilik yemek çıkmaktadır. Hastanedeki ameliyathanede kadın - doğum ameliyatlarının tamamı yapılmaktadır. Günlük ameliyat sayısını vermek oldukça zordur, çünkü her an acil hastalar gelmektedir. ortalama olarak günde 5 ameliyat yapıldığı kabul edilmiştir.

#### **3.2.4. Devlet Demir Yolları (DDY) Hastanesi**

DDY hastanesi küçük bir hastane olup çoğunlukla kendi personeline hizmet vermektedir. Ameliyathane ve laboratuvar bulunmaktadır. Ameliyathanede daha çok doğum, genel cerrahi, göz, kulak ve kadın hastalıkları ameliyatları yapılmaktadır. Günde ortalama 2-3 ameliyat yapılmakta ancak bu sayı acil ameliyatlara artabilmektedir. Hastane bünyesinde bulunan laboratuvarında kan, idrar, mikrobiyoloji analizleri yapılmaktadır. Günde ortalama 150 hastaya poliklinik hizmet vermektedir.

dökülmektedir. Bir kullanımlık enjektörler ise hastanedeki çamaşırhaneye sıcak su sağlayan kazanda yakılmaktadır. Hastanede bulunan servisler; hariciye, dahiliye, kadın-doğum, göz, KBB, cildiye ve çocuk. Hastanenin toplam kapasitesi 100 yataktır. 76 personel çalışmaktadır (doktor, hemşire ve personel olmak üzere), 120 kişilik yemekhanesi mevcuttur.

### 3.2.5.Sağlık Ocakları

Sağlık ocakları hastaların ayakta tedavi edildiği veya aşı, iğne, pansuman gibi hastaların bir takım ihtiyaçlarının karşılandığı mahalli sağlık kuruluşlarıdır. Bu sebeple sağlık ocaklarından çıkan atıklar genellikle ilaç kutusu ve enjektör atıklarıdır. Bunların miktarları bölgenin nüfusuna ve sosyo - ekonomik durumuna göre değişir.

Tüm sağlık kuruluşlarında olduğu gibi sağlık ocaklarında da birçok enfekte hastalıkla karşılaşılmaktadır. Bu yüzden atılan atıkların tamamı enfekte kabul edilerek, diğer hastane atıklarıyla birlikte işlem görmesi uygundur. Tez kapsamında yapılan çalışmalarda hastane atıklarının miktarını belirlemek için yapılan çalışmalara sağlık ocakları da dahil edilmiştir. Sağlık ocaklarının atık miktarını hesaplamak için, sağlık ocaklarına verilen yıllık malzeme belirlenmiş ve aşağıdaki atık türlerini verebileceği belirlenmiştir.

Sağlık ocaklarında cerrahi eldiven, BCG enjektör, sargı bezi, pamuk, BDT, Polio, BCG, PPD, kuduz, tetenoz aşısı, iğne ampulleri gibi atıklar verilir.

Sivas kentindeki sağlık ocakları;

1. Alibaba sağlık ocağı
2. Aydoğan sağlık ocağı
3. Emek sağlık ocağı
4. Çayyurt sağlık ocağı
5. Esentepe sağlık ocağı
6. Karşıyaka sağlık ocağı
7. Kılavuz sağlık ocağı
8. Kızılırmak sağlık ocağı

9. 4 Eylül sağlık ocağı

10. Mimar Sinan sağlık ocağı

11. Bakkal ve bayiler sağlık ocağı

Bunlardan 4 Eylül sağlık ocağı ile Bakkal ve bayiler sağlık ocakları çalışmanın yapıldığı dönemde henüz tam faaliyete geçmemiştir.



#### 4. SİVAS KENTİ HASTANE KATI ATIKLARININ İNCELENMESİ

Tez kapsamında öncelikle çöp miktarını belirlemek için, Sivas kenti içinde sağlık hizmeti veren beş hastanede periyodik ölçümler yapılmıştır. Askeri saha içindeki, askeri hastanede ise ilgili birimlerden izin alınmadığı için ölçüm yapılamamıştır. Ayrıca Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Tunçsiper (1997) tarafından incelenmiş olduğu için çalışma kapsamına alınmamıştır.

İkinci deponi alanında yapılan arazi çalışmalarında alınan zemin numuneleri ve hastanelerden alınan atık örnekleri laboratuvarında analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Son olarak elde edilen veriler yardımıyla hastane atıkları için uygun bir deponi projesi yapılmıştır.

##### 4.1. Hastanelerden Çıkan Atık Miktarı ve Özellikleri

Söz konusu hastanelerde Ocak-Haziran 1995 tarihleri içerisinde aylık ölçümler periyodik olarak yapılmıştır. Ölçümler sırasında hastane koşullarına bağlı olarak, servislerden çıkan hasta atıkları yerinde tartılmış içerdiği atık türlerinin yüzde değerleri bulunmuştur. Ayrıca yemekhanelerden çıkan atıklar da yemek sonrası yemekhanede yapılan tartımlarla belirlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı günde mevcut olan hasta sayısı ilgililerden alınarak değerlendirmeye konulmuştur (elde edilen ölçüm sonuçları Ek:1de verilmiştir) . Bunun yanısıra enfekte atıkların esas kaynaklarından biri olan ameliyat atıkları da yerinde tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu ölçümler sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.1.- 4.4. 'de özet olarak verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Sosyal Sigortalar Hastanesinde Oluşan Maksimum, Minimum ve Ortalama Atık Miktarları (kg/gün)

Servisler	Hasta Sayısı			Hasta Atığı (kg/gün)			Yemek Atığı (kg/gün)		
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Dahiliye	38	59	48	43	90	73	22	38	36
KBB									
Göz	4	16	11	10	38	22	9	16	13
Nisaiye	17	27	21	18	43	33	18	27	22
Üroloji									
Cildiye	8	16	13	12	38	29	5	23	10
Hariciye	25	35	29	19	49	36	-	-	-
Ortopedi	9	14	11	12	40	27	17	40	28
Nöroloji	9	24	19	16	42	29	13	28	22
Çocuk	16	32	23	34	50	40	13	28	22
<b>Toplam</b>	<b>126</b>	<b>223</b>	<b>172</b>	<b>204</b>	<b>390</b>	<b>289</b>	<b>97</b>	<b>200</b>	<b>153</b>

**Çizelge 4.2.** Numune Hastanesinde Oluşan Maksimum, Minimum ve Ortalama Atık Miktarları (kg/gün)

Servisler	Hasta Sayısı			Hasta Atığı (kg/gün)			Yemek Atığı (kg/gün)		
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Dahiliye	27	65	42	56	108	76			
Göz							39	55	46
KBB	3	30	19	17	47	33			
Nöroloji									
İntaniye	22	43	34	25	66	49	33	45	42
Kalp - damar									
Genel cerrahi	20	43	31	48	80	58			
Beyin cerrahi									
Cildiye									
Üroloji	12	24	17	18	38	28	22	39	30
Ortopedi									
Fizik Tedavi	16	26	23	18	47	83			
Diyaliz	14	24	16	18	36	26			
<b>Toplam</b>	<b>114</b>	<b>255</b>	<b>182</b>	<b>200</b>	<b>422</b>	<b>343</b>	<b>94</b>	<b>139</b>	<b>118</b>

**Çizelge 4.3.** Devlet Demir Yolları Hastanesinde Oluşan Maksimum, Minimum ve Ortalama Atık Miktarları (kg/gün)

Servisler	Hasta Sayısı			Hasta Atığı (kg/gün)		
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Hariciye	8	20	13	4	25	9
Dahiliye	7	23	13	10	16	13
K. Doğum	4	10	7	3	7	6
Cildiye	1	2	1	0.3	1.2	0.7
<b>Toplam</b>	<b>20</b>	<b>55</b>	<b>34</b>	<b>17.3</b>	<b>49.2</b>	<b>28.7</b>

**Çizelge 4.4.** Doğumevi Hastanesinde Oluşan Maksimum, Minimum ve Ortalama Atık Miktarları (kg/gün)

Servisler	Hasta Sayısı			Hasta Atığı (kg/gün)			Yemek Atığı (kg/gün)		
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Septik	10	20	14	7	18	14	5	8	7
Aseptik	6	12	9	8	17	12	4	8	5
Yenidoğan	3	8	6	2	12	8	-	-	-
Ameliyat	10	16	13	10	18	13	5	10	7
<b>Toplam</b>	<b>29</b>	<b>56</b>	<b>42</b>	<b>27</b>	<b>65</b>	<b>47</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>19</b>

Yapılan bu ölçümler sonucunda doluluk oranlarının ortalama S.S.K. ve D.D.Y. hastaneleri için %48, Numune hastanesi için %57, Doğumevi hastanesi için %28 olduğu görülmüştür. Bu verilerin hasta sayısına göre değerlendirilmesiyle her bir hastane için yatak başına düşen birim atık miktarı kg/gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.5.). Bu miktarlar her hastanenin verdiği hizmete göre değiştiğinden, hastanelerin türleri ile verdikleri atık miktarlarının ilişkilendirilmesini sağlamakta bir fikir vermektedir. Bulunan ortalama değerleri hastanelerin yatak sayılarıyla karşılaştırdığımızda Çizelge 4.6. da görüldüğü gibi genel hastaneler olarak nitelendirdiğimiz Numune ve S.S.K. hastanelerinin kişi başına verdiği atık miktarı, bir kaç servisi bünyesinde bulunduran küçük kapasiteli doğumevi ve D.D.Y. hastanelerinden

oldukça fazladır. Yani kişi başına düşen atık miktarı aynı hizmeti veren hastaneler için kapasite ile doğru orantılı olarak artar denilebilir.

**Çizelge 4. 5.** Bütün Hastaneler için Oluşan Birim Atık Miktarları (kg/gün)

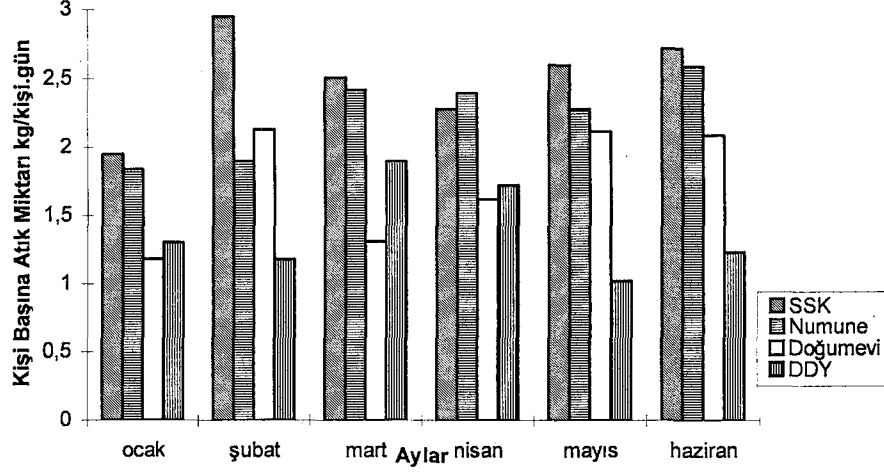
	S.S.K.			Numune			Doğumevi			D.D.Y.		
	Hst	Ymk	Top	Hst	Ymk	Topl	Hst.	Ymk	Top	Hst	Ymk	Top
1.Ölç	0.98	0.97	1.95	1.28	0.62	1.84	0.88	0.3	1.18	0.96	11,1	1.30
2.ölç	0.19	0.60	2.28	1.34	0.56	1.90	1.54	0.59	2.13	0.81	0.36	1.17
3.ölç	1.94	1,00	2.95	1.80	0.62	2.42	0.93	0.37	1.31	1.35	0.55	1.90
4.ölç	1.77	0.83	2.60	1.82	0.58	2.4	1.19	0.43	1.62	1.27	0.45	1.72
5.ölç	1.72	0.78	2.51	1.71	0.57	2.28	1.48	0.64	2.12	0.69	0.33	1.02
6.ölç	1.82	0.89	2.72	1.85	0.74	2.59	1.65	0.44	2.09	0.79	0.44	1.23
ort.	1.30	0.84	2.48	1.61	0.61	2.24	1.25	0.45	1.70	0.96	0.38	1.34

**Çizelge 4.6.** Hastanelerde Kişi Başına Düşen Atık Miktarının Hastanenin Yatak Sayısıyla İlişkisi

Hastane adı	Yatak Sayısı	Yatak Başına düşen atık kg/Yatak/gün
S.S.K	362	2.5
Numune	319	2.24
Doğumevi	150	1.70
D.D.Y.	76	1.34

**Çizelge 4.7.** Hastanelerde Kişi Başına Düşen Atıkların Aylara Göre Dağılımı

Hastane Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
S.S.K.	1.95	2.95	2.51	2.28	2.6	2.72
Numune	1.84	1.90	2.42	2.4	2.28	2.59
Doğumevi	1.18	2.13	1.31	1.62	2.12	2.09
D.D.Y.	1.30	1.18	1.90	1.72	1.02	1.23



**Şekil 4.1.** Kişi Başına Düşen Atık Miktarının Aylık Değişimi

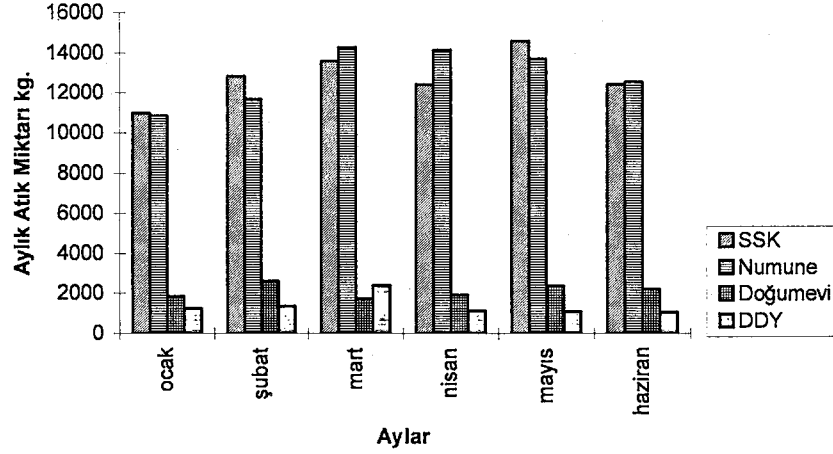
Çizelge 4.7. ve Şekil 4.1. den görüldüğü üzere hastanelerden çıkan aylık birim atık miktarları aylara bağlı olarak belirgin bir değişim göstermemektedir. Aylık atık miktarı salınımları hakkında kesin bir tespit bulunmak mümkün değildir.

Hastanelerden çıkan atık miktarları her ay yapılan ölçümlere göre aylık toplam olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). bulunan bu değerlerin grafiksel gösterimi olan Şekil 4.2. den de görüleceği gibi hastanelerin aylık olarak verdiği toplam atık miktarları arasında oldukça büyük bir değişim olduğu görülmektedir. Buna göre Sivas kentinde oluşan atıkların önemli bir kısmının Numune ve S.S.K. hastanelerinden kaynaklandığını söylemek mümkündür.

**Çizelge 4.8.** Hastanelerden Çıkan Aylık Atık Miktarları (kg.)

Hastane adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
S.S.K.	10 983	12 843	13 599	12 411	14 592	12 435
Numune	10 860	11 673	14 265	14 160	13 710	12 540
Doğumevi	1 845	2 634	1 737	1 905	2 370	2 205
D.D.Y.	1 263	1 383	2 403	1 140	1 116	1 080
<b>Toplam</b>	<b>24 951</b>	<b>28 533</b>	<b>32 004</b>	<b>29 616</b>	<b>29 616</b>	<b>28 260</b>





**Şekil 4.2.** Hastane Atıklarının Aylık Değişimi

Hastanelerde yerinde yapılan ölçümlerden biri de atıkların bileşiminin bulunması için değişik çöp torbalarında atık türleri ve yüzdelerinin belirlenmesidir.

Hastanelerde belli ağırlıktaki çöp torbaları içindeki çöpler ayrılarak, belirlenen her atık türü için ağırlıkça yüzde bileşim değerleri bulunmuştur (Çizelge 4.9.). Bu çalışma sadece SSK ve Numune hastaneleri için yapılabilmektedir. DDY ve Doğumevi hastanelerinin düzenli bir çöp döküm düzeni olmaması ve çöplerin torbalar yerine kovalarla taşınması nedeniyle buralarda atıkların bileşimi incelenememiştir. Bulunan ortalama atık türü yüzdelerine göre hastane atıklarının büyük bir kısmını doğal koşullarda ayrışması en zor olan maddelerden biri olan plastikler oluşturmaktadır. Yanmayan atık yüzdesi ise toplam atık içerisinde % 8 gibi düşük bir miktarda bulunmaktadır. Buna göre hastane atıklarının en belirgin özelliği yüksek plastik içeriğidir diyebiliriz.

Ameliyatlar sonucunda açığa çıkan atıklar ise ameliyatlardan hemen sonra yerinde yapılan ölçümlerle belirlenmiştir. Ameliyat atıklarının genel hastane atıklarından en önemli farkı (Çizelge 4.10.) ameliyat özel atığı denilen doku ve organ parçalarını içermesidir.

**Çizelge 4.9.** S.S.K. ve Numune Hastaneleri, için Hastane Atıklarının Ağırlıkça Birleşim Yüzdesi ve Ortalama Değerleri

Atık Türü	I. ölçüm SSK	II. ölçüm SSK	III. ölçüm SSK	I. ölçüm Numune	II. ölçüm Numune	% ort.
Yanabilir						
Kağıt	12	15	20	20.5	13	16.1
Tekstil	10	9	7	10	15	10.2
Karton	8	10	3	2	-	4.6
Yiyecek	20	22	12	13.5	18	17.1
Plastik	45	50	45	30	36	41.2
Deri ve las.	-	-	2	-	-	0.4
Diğer	-	0.03	-	10	5	3.0
Toplam	95	96.03	89	87	90	92.6
Yanmayan						
Metal	0.9	-	2.12	-	1.2	0.84
Cam	4	3.7	7.6	12	9	7.2
Toplam	4.9	3.7	9.72	12	10.2	8.04

**Çizelge 4.10.** Ameliyathane Atığı Ölçüm Sonuçları

Ameliyat Atığı (g.)	DDY I. ölçüm	DDY II. ölçüm	DDY III. ölçüm	SSK I. ölçüm	SSK II. ölçüm	SSK III. ölçüm	Doğumevi
Cerrahi eld. ve maske	5	4	4	6	6	5	2
Enjektör 20 cc 10 cc 5 cc	2 1 1	2 1 1	1 2	1 1	2	2	3
Gazlı bez	20	8	20	16	20	50	30
İğne tüpü	2	3	4	3	-	4	10
Sonda	-	1	-	-	1	-	1
Ameliyat özel atığı (kg)	0.1	0.13	-	0.01	0.1	0.2	-
Pamuk (kg)	0.12	0.04	0.06	0.02	0.04	0.1	-

#### 4.2. Hastane Atıkları ve Zemin Örnekleri Üzerinde Yapılan Laboratuvar Çalışmaları

Hastanelerde yapılan ölçümler sırasında alınan plastik ( enjektör, eldiven, sonda), kağıt ( gazete ve ambalaj kağıtları), karton (ilaç kutuları, karton kutular), tekstil (pamuk, gazlı bez ) ve cam (serum şişesi ve iğne tüpleri) atıkların nem içeriği laboratuvarında belirlenmiştir. Bu işlemde çöpler etüvde 105 °C de 24 saat kurutulularak nemi uçurulmuş ve yapılan tartım sonucu her bir atık türünün nem içeriği bulunmuştur (Çizelge 4.11). Bu sonuçlara göre hastane atıklarında bulunan atık türlerinin toplam nem içeriği ortalama %33 'tür. Bu değerler projelendirme sırasında toplam hastane atığı içindeki nem yüzdesinin hesaplanmasında kullanılacaktır

**Çizelge 4.11.** Hastane Atıklarının Ağırlıkça Yüzde Nem İçeriği

Atık türü	1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm	4.ölçüm	ortalama
Kağıt	4	4.5	6	3.5	4.5
Tekstil	7	12	10	5.5	8.6
Karton	6	14	5	-	5
Plastik	1	3	2	0.8	2.8
Metal	-	1.5	3	-	2.25
Cam	4	2	2	1.5	2.05
Diğer	-	-	1.5	-	8

#### Zemin Örneklerinde Yapılan Deneyler ve Sonuçları

Sivas kenti hastane atıklarının depolanması için seçilen bölgede zemin özelliklerini belirlemek amacıyla zemin mekaniği deneyleri ve geçirimsizliğini araştırmak için ise kil ayırma deneyleri yapılmıştır.

Deponi alanından alınan 11 örnekten dört tanesi diğerlerini de temsil edecek şekilde seçilmiştir. Bu örnekler üzerinde Atterberg limitleri (Likit limit, Plastik limit) deneyleri yapılmış, hidrometre deneyleri de yapılarak tane boyu dağılım eğrileri çizilmiştir, (Şekil 4.3.). Çizilen eğriler yardımıyla zeminlerin kum, silt ve kil yüzdeleri bulunmuştur.(Çizelge 4.12.).

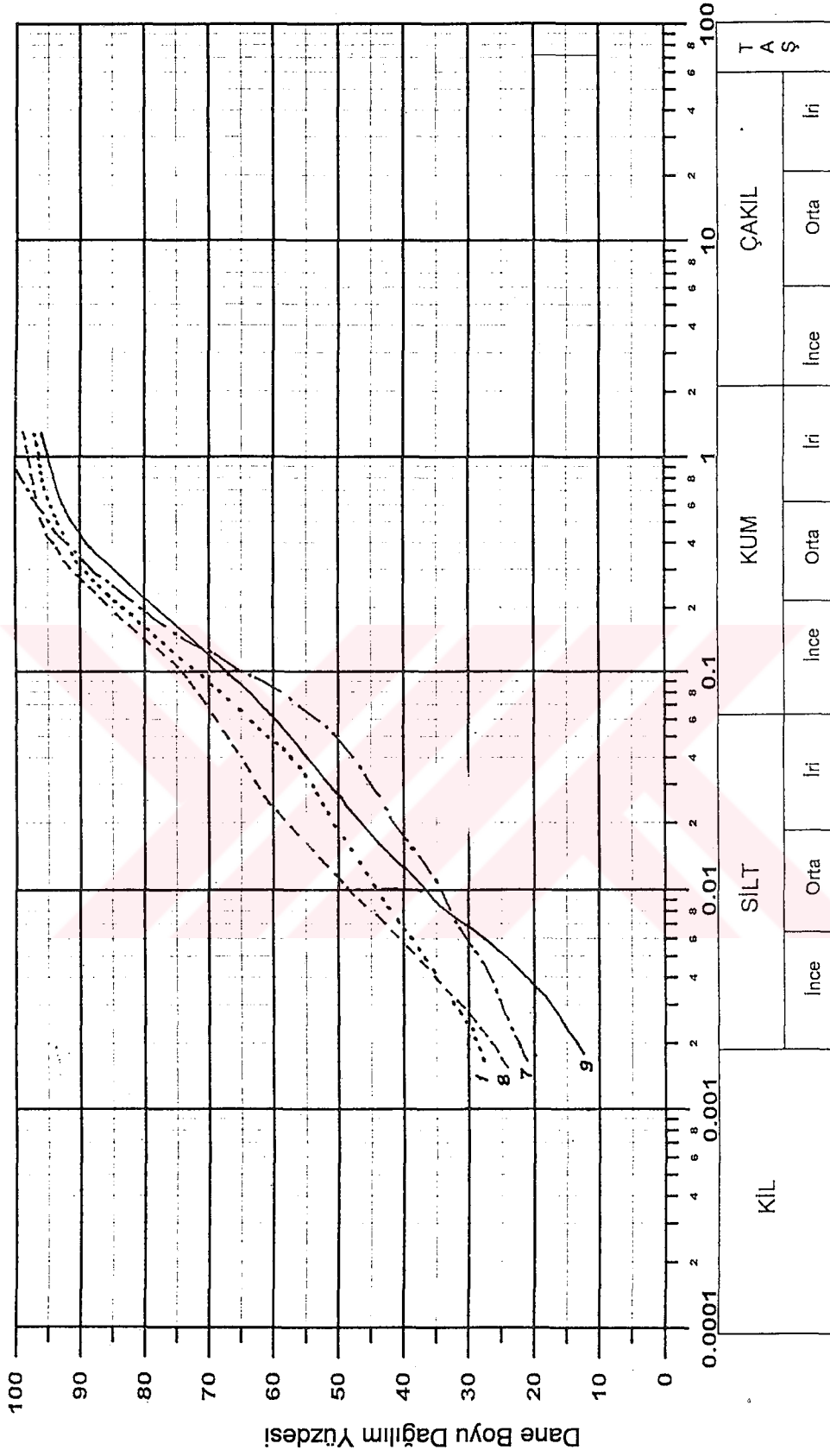
**Çizelge 4.12.** Zemin örneklerinin Atterberg Limitleri ve Yüzde Bileşimleri

Deney adı	örnek 1	örnek 2	örnek 3	örnek 4
Likit limit	32.5	35	39.5	34
Plastik limit	20	22	28	19
Plastisite ind.	12.5	13	11.5	23
Kil yüzdesi	23	25	12	35
Silt yüzdesil	30	51	43	40
Kum yüzdesi	47	34	45	35
Aktivite Ip/c	0.54	0.52	0.95	0.65

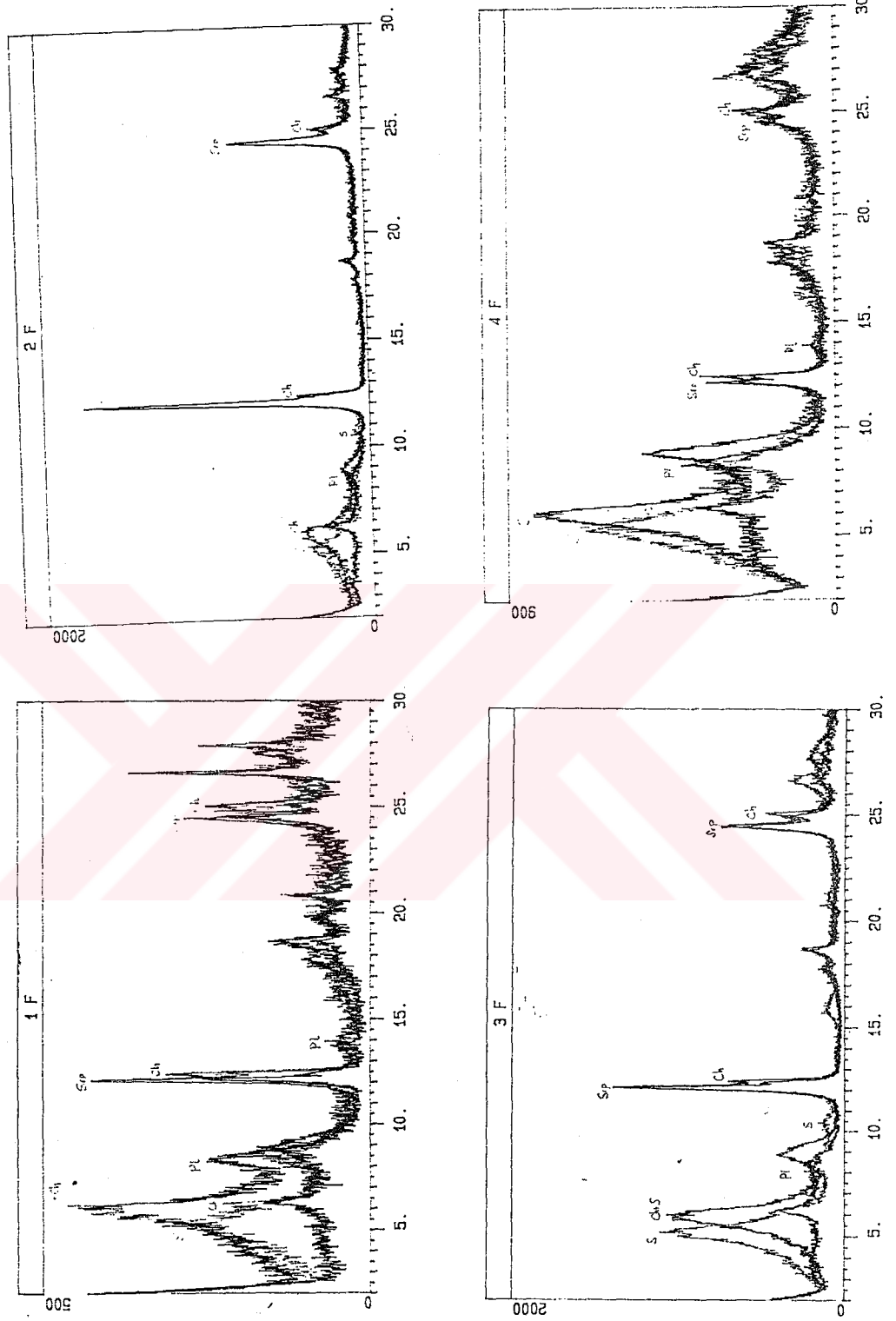
Çöp deponi sahasından alınan 11 adet örnek, öncelikle kil ayırma laboratuvarında öğütülerek kil boyutuna indirildi, daha sonra sulandırılıp karıştırılarak beherlere konan örnekler dinlendirildikten sonra, santrifüjlenerek kil tanecikleri ayrıldı. Bu killerden hazırlanan plakaların kil difraktogramları normal, glükollü ve fırınlanmış örneklerde çekilmiş (Şekil 4.4.) ve örneklerin içindeki kil türleri ve yüzdeleri belirlenmiştir (Çizelge 4.13.).

**Çizelge 4.13.** Zemin Örnekleri İçindeki Kil Türleri ve Yüzdeleri

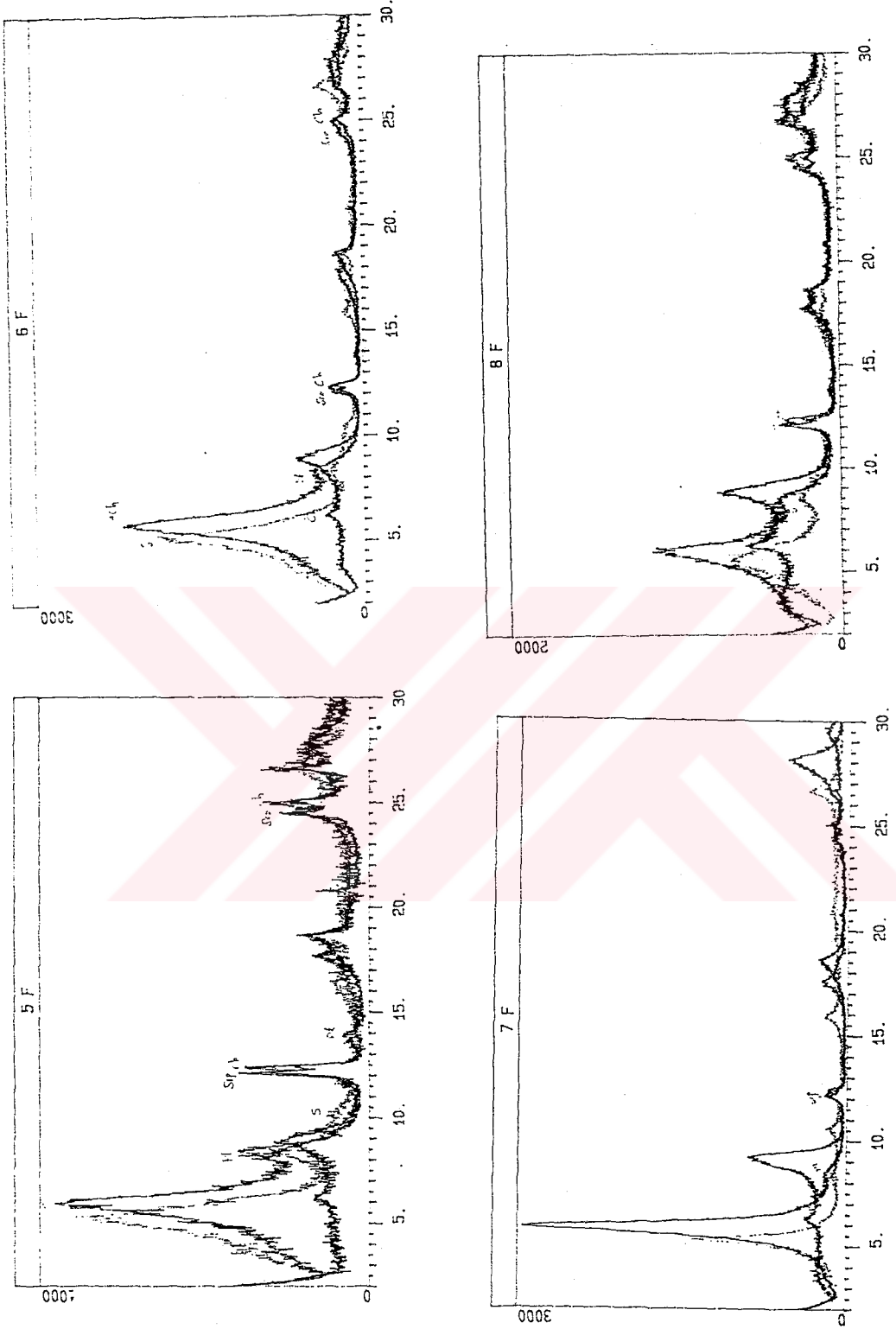
Numune	Smektit	Klorit	Serpantin	Paligorskisit
1	30	20	35	15
2	15	15	65	5
3	35	20	40	5
4	45	15	20	20
5	45	20	20	15
6	70	10	10	10
7	80	10	5	5
8	50	15	20	15
9	35	20	25	20
10	40	15	25	20
11	15	15	60	10



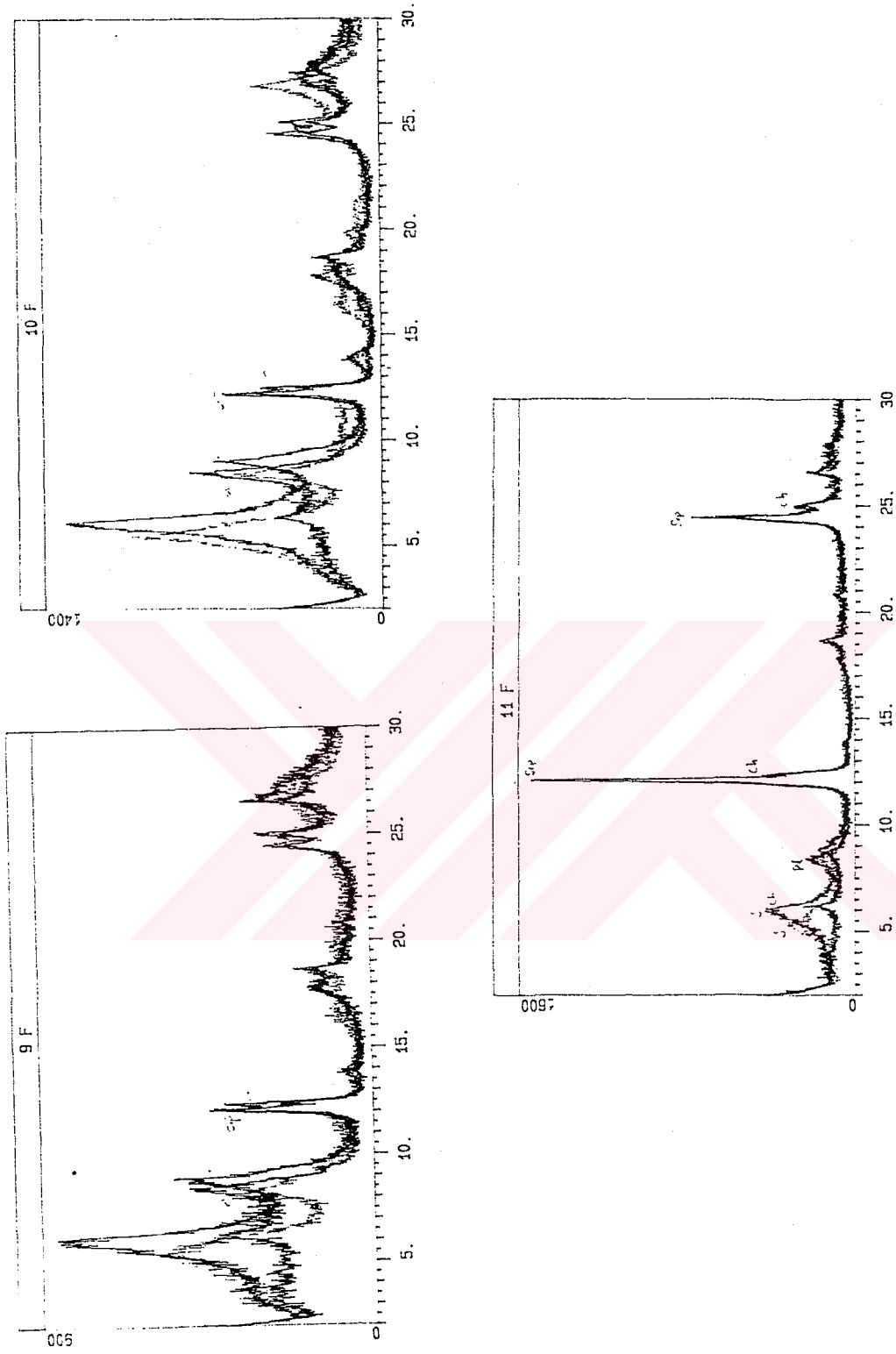
Şekil 4.3. Zemin Örneklerinin Tane Boyu Dağılım Eğrileri



Şekil 4.4. Zemin Örneklerinin Kil Difraktogramları Srp (serpantin), S (smektit), Ch (klorit), PI (paligorskisit)



Şekil 4.4. devam ediyor

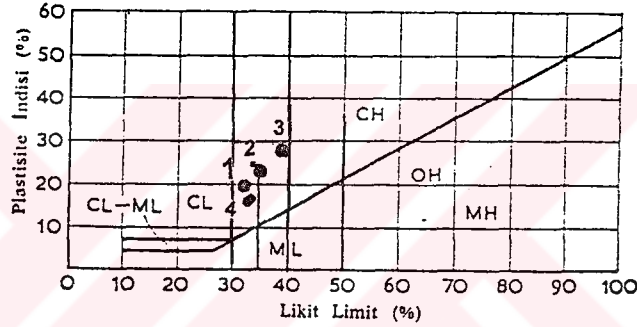


Şekil 4.4. devam ediyor



Yapılan zemin mekaniği deneyleri sonucunda zeminin ince taneli olduğu görülmüştür. Likit limit değerleri 50 den küçüktür. Plastisite kartından (Şekil 4.5.) elde edilen değerlere göre 10 numaralı örnek dışında, bütün örnekler düşük plastik özellik gösteren aktif olmayan inorganik killer grubuna girmektedir (CL grubu killer).

Kum ve silt yüzdeleri dikkate alındığında zemin genel olarak killi kumlu silt türü zemin özelliğindedir diyebiliriz. Bu gruba giren zeminler sıkıştırıldığında geçirimsiz bir ortam oluşturulabilir.



Şekil 4.5. Plastisite Kartı'nda Örneklerin Dağılımı (1 - 4 Örnek Numaraları)

Kil difraktogramlarına göre zeminde smektit türü killer bulumakla birlikte zeminin özelliklerinde baskın bir etkisinin görülmesi beklenemez. Çünkü zeminin kil yüzdesi % 20-25 gibi düşük oranlarda bulunmuştur. Bu düşük kil yüzdesi içindeki % 40 -70 arasında görülen smektit zemin üzerinde fazla etkili olmaz. Smektit türü killer suyu bünyesine alan yüksek şişme özelliğine sahip bu yüzden duraylılığı az ve yamaçlarda heyelana neden olan ve depolama alanlarında genellikle istenmeyen bir kil türüdür.

## 5. SİVAS KENTİ HASTANE ATIKLARI İÇİN DEPOLAMA SAHASININ PROJELENDİRİLMESİ

Deponi projesi yapılırken çalışma kapsamına, hastanelerin yanısıra tıbbi atık vereceği düşünülen sağlık ocakları da alınmıştır. Böylece halk sağlığı açısından tehlike unsuru oluşturan tıbbi atıklarının düzenli bertarafı için uygun bir düzenleme yapılması amaçlanmıştır.

Deponi alanı seçilirken; Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine uygun olarak şehirden belirli uzaklıktaki, evsel çöp depolama alanının hemen yakınında karayolundan daha iç bölgede, doğal çukur bir alan seçilmiştir. Alanın topoğrafik haritası çıkartılarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

### 5.1. Hastane ve Sağlık Ocaklarının Katı Atıklarının Toplanması

Hastane ve sağlık ocaklarının çöpleri her gün olmak üzere 10 m<sup>3</sup> kapasiteli bir araçla toplanacaktır. Aşağıdaki şartlara uygun olarak Sivas şehir imar planında toplama güzergahı belirlenmiştir. (Güzergah ek 3 deki imar haritasında gösterilmiştir.)

#### Hastane Atıklarının Toplama Güzergahının Belirlenmesi

Öncelikle ekipman ihtiyacı belirlenir. Genellikle kabaca bir toplama planı oluşturulur. Bütün istasyonlarda uygulanabilen sabit kurallar yoktur. Ancak hepsinde dikkat edilmesi gereken faktörler şu şekilde sıralanabilir;

- 1- Toplamanın sıklığı ve toplama noktalarındaki maddelerle ilgili olarak koyulmuş olan yönetmeliklere uyulması gerekir.
- 2- Trafığın kalabalık olduğu bölgelerde meydana gelen atıklar mümkün olduğu kadar sabahın erken saatlerinde toplanmalıdır.
- 3- Personel sayısı ve kamyon tipinin belirlenmesi gibi sistem koşulları mevcuttur.

- 4- Günün ilk bölümünde aşırı fazla atık veren kaynaklar toplanmalıdır.
- 5- Katı atıkların az miktarda çıktığı yerler bir tur boyunca ve aynı günde toplanıp taşınmalıdır.

Toplama güzergahının planı dört adımda yapılır. İlk olarak bölgenin haritası hazırlanır. Alanının büyük ölçekli bir haritasında çöp toplama istasyonları belirlenir. Her bir katı atık noktasının verileri işaretlenir ; yeri, konteyner sayısı, toplama sıklığı her bir atık noktasında toplanacak atık miktarı tahmin edilir.

İkinci adım toplama işleminin yapıldığı her gün, atık noktalarından toplanılan atıkların tahmini miktarı hesaplanmalıdır.

Üçüncü olarak; toplama güzergahının başlangıç noktası seçilir. Güzergah ya kamyonların park yerinden, ya da deponi alanından başlar. Toplama güzergahının planlanması, bir gün süresince toplanması planlanan bütün istasyonlara bağlıdır. Toplama güzergahı, bertaraf sahasının en yakınındaki toplama noktasında son bulur.

Son olarak ise, güzergahın dengelenmesi yapılarak kesin halini alması sağlanır.

Katı atıkları toplayan araçların optimum turlarını belirlerken aşağıdaki hususlara dikkat edilir;

- 1- Toplayıcı aracın parkına en yakın yerden turlara başlamak
- 2- Boşaltma yerine en yakın yerde turlara başlamak
- 3- Tur hatlarını birleştirmeye çalışmak
- 4- Hangi yolların tek, hangi yolların çift yönlü kullanılması gerektiğini belirlemek
- 5- Toplama araçlarının kapasitelerini tamamen kullanmak

Bu koşullara uygun olarak hazırlanan toplama güzergahı optimumdur. Bununla birlikte uygulama sırasında da çalışmalara devam ederek güzergahın iyileştirilmesi mevcut duruma göre yapılabilir.

### Sivas Kenti için Belirlenen Toplama Güzergahı

Hastane ve sağlık ocaklarının atıkları her gün toplanacaktır. Günlük oluşacak atık miktarı bütün atık istasyonları için 10 m<sup>3</sup> kapasiteli bir aracın yeterli olacağını göstermiştir. Bütün kent için bir araç günlük bir tur yapacaktır. Tur başlangıcı araçların park yeri olan İtfaiye Sokak, son toplama istasyonu ise bertaraf alanına en yakın sağlık ocağı olan Kılavuz Sağlık Ocağı olarak belirlenmiştir. Uygun görülen tur hattı; genellikle ana caddeler esas alınarak ve takip edilecek yolların gidiş-geliş yönleri dikkate alınarak ihtiyaca tam anlamıyla cevap verecek en kısa hat özelliği taşımaktadır.

### Atık Toplama Hattı için Gerekli Hesaplamalar

İzlenecek olan hattın ve atık istasyonlarının özellikleri;

- Günlük çalışma süresi = 2 saat
- Toplama sıklığı = her gün
- İstasyonların sayısı = 11
- Katı atıkların günlük ortalama miktarı = 600 kg

### Atık Toplama İstasyonları:

1. Kızılırmak Sağlık Ocağı
2. Sigorta Hastanesi
3. D.D.Y. Hastanesi
4. Mimar Sinan Sağ. Ocağı
5. Emek Sağlık Ocağı
6. Esentepe Sağlık Ocağı
7. Aydoğan Sağlık Ocağı
8. Askeri Hastane
9. Numune Hastanesi + Doğumevi Hastanesi + Çayyurt sağlık Ocağı
10. Alibaba Sağlık Ocağı
11. Kılavuz Sağlık Ocağı

Yapılan hesaplamalarda; Atık toplama araçlarının iki istasyon arası kattıkları mesafe 1.5 km. ve daha fazlası olduğunda taşıma mesafesi olarak, diğer uzaklıklar ise toplama mesafesi olarak alınmıştır. Taşıma ve toplama hatları güzergahın yapıldığı harita üzerinde ölçülerek belirlenmiştir.

Belirlenen taşıma ve toplama hattı için gerekli hesaplamalar;

a) Ulaşım Randımanı

Tüm hat (m) (Stot) = 24315 m.

Toplama Hattı (m) (Ss) = 10500 m.

Taşıma Hattı (m) (Ts) = 13780 m.

b) Zaman Gereksinimi

Toplama zamanı (St) = 40 dk.

Taşıma zamanı (Tt) = 20 dk.

Ölü (verimsiz) zaman (Ut) = 1 saat

c) Toplama hızı (VmS) = (Ss/1000)/(St / 60)  
 = (10500/1000)/(40/60)  
 = 15 km /sa.

Taşıma hızı (VmTs) = (Ts/ 1000)/(Tt / 60)  
 = 13.78 / (20 / 60)  
 = 40 km/sa.

Her durakta beş dakika beklediği varsayılırsa 12 x 5 = 60 dk. bulunur. Buna göre ölü zaman 1saat bulunur.

d) Toplama verimi (SL) = KG/ (St / 60) = 857 kg./saat

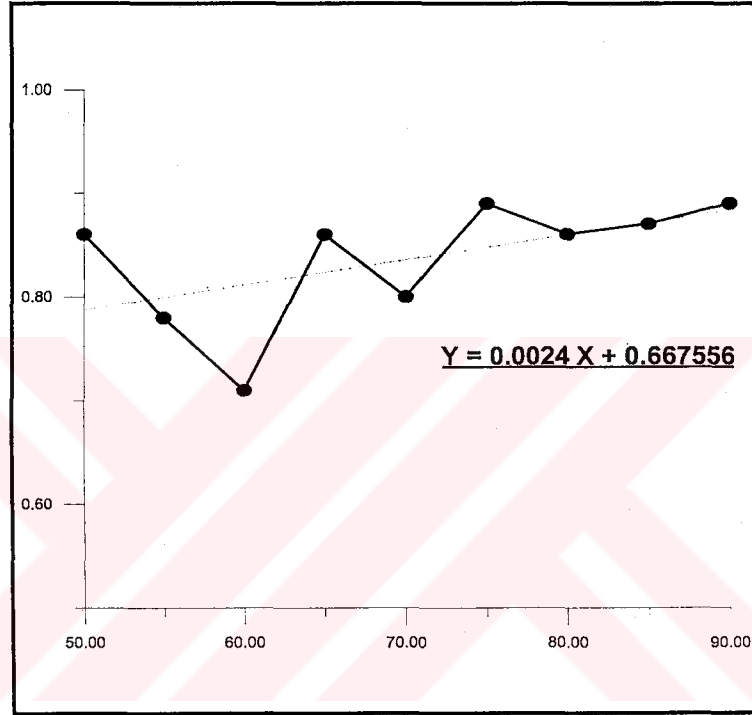
Bu şekilde Sivas kenti içindeki hastane ve sağlık ocaklarının bütün atıkları, tıbbi atıkların toplanması kurallarına uygun olarak 10 m<sup>3</sup> ' lük kapalı bir kamyonla her gün toplanarak, bu atıklar için özel olarak hazırlanmış olan deponi sahasına götürülecektir.

## 5.2. Deponi Ömrü Boyunca Atık Oluşumu

Hastanelerin yatak sayısı ve her hastane için yatak başına düşen atık miktarları belli olduğundan toplam atık miktarı bulunabilir. Bu değerler çalışma yapıldığı sırada hastanelerin çalışma kapasiteleri için geçerli değerlerdir. Çizelge 5.1. deki verilere göre Sivas ilinin yıllık nüfus artış oranı 0.83 olarak bulunmuştur. Şekil 5.1. deki yıllık nüfus artış oranı grafiğinden de görüleceği gibi nüfusun artışı son yıllarda daha dengeli hale gelmiştir. Sivas ilinin nüfus artış oranı, il içindeki hastanelerin yıllık çalışma kapasitesini de doğrudan etkileyecektir. Belirlenen yıllık artış oranına bir miktarda hata payı eklenerek hastanelerin çalışma kapasitelerinin yıllık artışının % 1 kabul edilmiştir. Atıkların özgül ağırlığı da yerinde yapılan ölçümlerle yaklaşık 70 kg/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Atık miktarları hesaplandığında seçilen deponi sahasının bu koşullarda 17 yıl için yeterli olduğu saptanmıştır. Hastane atıklarının depolanması için proje yılı 17 yıl olarak seçilmiştir.

**Çizelge 5.1. Sivas İlinin Beş Yıllık Nüfus Verileri Artış Oranları**

Yıllar	Nüfus	Artış Oranı
1945	44856	-
1950	52234	0.86
1955	66813	0.78
1960	93368	0.71
1965	108320	0.86
1970	133979	0.80
1975	149201	0.89
1980	172864	0.86
1985	198553	0.87
1985	221512	0.89



**Şekil 5.1. Sivas İli Yıllık Nüfus Artışı**

Çizelge 5.1. deki değerlerin bulunmasının hesaplama şekli ilk sene için aşağıda verilmiştir.

S.S.K. Hastanesi için;

Atık miktarı = Yatak sayısı x Çalışma kapasitesi x Kişi başına düşen atık x Gün sayısı  
 $362 \times 0.48 \times 2.5 \times 365 = 158\,556 \text{ kg / yıl}$

Numune Hastanesi için;

Atık Miktarı =  $319 \times 0.57 \times 2.24 \times 365 = 148\,664 \text{ kg / yıl}$

Doğumevi Hastanesi için;

Atık Miktarı =  $150 \times 0.28 \times 1.70 \times 365 = 26\,061 \text{ kg / yıl}$

D.D.Y. Hastanesi için;

Atık Miktarı =  $76 \times 0.48 \times 1.34 \times 365 = 17\,842$  kg / yıl

Sağlık ocakları içinde 1ton / yıl alınmıştır.

Toplam =  $158\,556 + 148\,664 + 26\,061 + 17\,842 = 351\,123$  kg/yıl

Yıllık Hacim =  $351\,123$  kg/yıl /  $70$  kg/m<sup>3</sup> =  $5016$  m<sup>3</sup>

Çizelgedeki örtü malzemesi değeri gerekli hacmin 1/6 'i esas alınmıştır (Tchobanoglous ve ark., 1993). Çizelgedeki değerler dikkate alındığında ;

17 yıl için gerekli deponi hacmi

=  $99242 + 242$  (sağlık ocakları için) +  $16234 + 40 = 115758$  m<sup>3</sup>

olmalıdır.

**Çizelge 5.2.** Deponi Ömrü Boyunca Oluşacak Atık Miktarı

Yıllar	Hastanelerin Çalışma Kapasitesi				Günlük atık oluşumu m <sup>3</sup>	Yıllık atık oluşumu m <sup>3</sup>	Örtü malzemesi hacmi m <sup>3</sup>
	SSK hastanesi	Numune hastanesi	Doğumevi hastanesi	DDY hastanesi			
1997	48	57	28	48	13.7	5016	836
1998	49	58	29	49	14.0	5119	853
1999	50	59	30	50	14.3	5222	870
2000	51	60	31	51	14.5	5325	887
2001	52	61	32	52	14.8	5428	904
2002	53	62	33	53	15.1	5531	921
2003	54	63	34	54	15.4	5634	939
2004	55	64	35	55	15.7	5737	956
2005	56	65	36	56	16	5840	973
2006	57	66	37	57	16.2	5943	990
2007	58	67	38	58	16.5	6046	1007
2008	59	68	39	59	16.8	6147	1024
2009	60	69	40	60	17.1	6253	1042
2010	61	70	41	61	17.4	6355	1059
2011	62	71	42	62	17.6	6458	1076
2012	63	72	43	63	17.9	6561	1093
2013	64	73	44	64	18.1	6627	1104
toplam						99242	16234
Sağlık Oc.						242	40
Toplam						99484	16274

(sağlık ocakları  $20$  m<sup>3</sup>/yıllık bir atık hacmi oluşturmaktadır.)



Hastane atıkları içindeki atık türlerinin belirlenen nem yüzdelere (Çizelge 4.11) bağlı olarak atığın toplam atıktaki nem miktarı şu şekilde bulunmuştur; birinci ve onyedinci yıllardaki toplam atık miktarı Çizelge 5.2 den ilgili yıllara karşılık gelen değerlere göre

$$1997 \text{ yılı için} = (5016 \text{ m}^3 + 20 \text{ m}^3) \times 70 \text{ kg/m}^3 = 352 \ 520 \text{ kg}$$

$$2013 \text{ yılı için} = (6627 \text{ m}^3 + 20 \text{ m}^3) \times 70 \text{ kg/m}^3 = 465 \ 290 \text{ kg dir.}$$

Çizelge 5.3. de ise bulunan bu toplam atık miktarı, atık türlerinin yüzdelere bağlı olarak ayrılmıştır. Böylece her bir atık türünün ağırlığı yüzde nem içeriği ile çarpılarak atığın içerdiği nemin ağırlığı belirlenmiştir

**Çizelge 5.3.** Atıklar İçindeki Atık Türü Yüzdelere Bağlı Olarak, Atıktaki Toplam Nem Miktarının Bulunması

Atık Türü	Ağırlık %	Nem %	1. sene (1997)		17. sene (2013)	
			Ağırlık	Nem kg.	Ağırlık	Nem kg.
Kağıt	16.1	4.5	56403	2538	74911	3370
Tekstil	10.2	8.6	35957	2876	46529	3722
Karton	4.6	5	16215	810	21403	1070
Yiyecek	17.1	70.98	59928	41949	79564	55694
Plastik	41.2	2.8	144533	2890	190768	3815
Metal	0.84	2.25	2961	74	3908	93
Cam	7.2	2.05	25381	520	32570	667
Diğerleri	3.4	8	11985	958	15819	1265
<b>Toplam</b>			<b>353 363</b>	<b>51 657</b>	<b>465 472</b>	<b>69 696</b>

\* Suyun özgül ağırlığı = 1 g/cm<sup>3</sup>

Çöp içindeki suyun miktarı ilk yıl için 51 657L, son yıl için 69 696 L.

Günlük olarak sızıntı suyu havuzuna gelecek maksimum miktar ;

$69696/365 = 141\text{L/gün}$ , debiyi L / s. olarak vermek gerekirse bu değer ;

$141 / 24 \times 60 \times 60 = 1.6 \times 10^{-3} \text{ L / s.}$  olarak bulunur.

### 5.3. Deponi Sahasının Hacminin Belirlenmesi

Seçilen deponi hacmini bulmak için ilk olarak arazide ölçümler yapılarak deponi alanının topoğrafik haritası çıkarılmıştır. 1/2000 ölçekli olarak çizilen harita üzerinde deponinin sınırları belirlenmiştir. Elde edilen haritadan 20 m aralıklarla kesitler alınarak kare sayma yöntemiyle hacim hesabı yapılmıştır.

Gerekli düzenlemelerden sonra gerçek hacim hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda deponi sahasının hacmi 116152 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Taban düzenlemeleri ve deponi sahasında yapılacak işletme sahası için yapılan kazı hacmi ve asfalt kullanılacak alan aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

#### Kazı hacmi ve asfaltlanacak alan :

Taban düzenlemesi için kazılacak hacim = 2970 m<sup>3</sup>

İşletme sahası ve yollar için kazılacak hacim= 7000 m<sup>3</sup>

Toplam kazı hacmi = 9970 m<sup>3</sup>

Deponi sahasındaki asfalt dökülecek alan = 5600 m<sup>2</sup>

Deponi sahasında 200 m<sup>2</sup> 'lik, tek katlı, 4m yüksekliğinde bir tamir ve bakım binası ile her katı 100 m<sup>2</sup> olan iki katlı bir işletme binası yapılacaktır.

### 5.4. Katı Atık Deponi Sahasında Oluşacak Gaz Miktarının Hesaplanması

Yapılan ölçümler sonucu hastane katı atıklarının bileşimi ve nem içeriği belirlenmiştir buna göre deponide gaz oluşumunu sağlayacak hızlı ve yavaş ayrışabilen organik atıkların kuru ağırlık cinsinden yüzde değerleri (Yaş ağırlık x % nem içeriği) Çizelge 5.4. de verilmiştir. Bu hesaplamalarda; diğer atıkların %25 inin kolay; %25 inin zor ayrışan kalan %50 sinin ise ayrışmayan maddelerden oluştuğu varsayılmıştır.

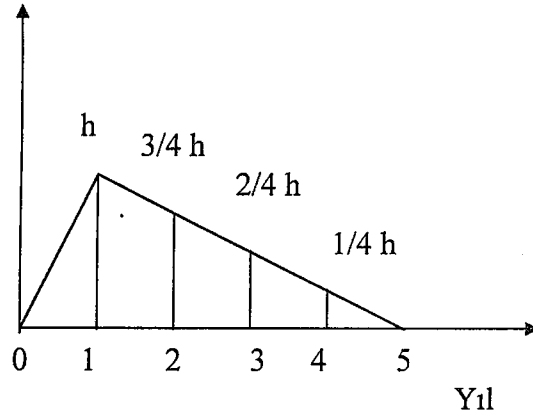
**Çizelge 5.4. Katı Atıkların Ayrışabilme Yüzdeleri**

Atık türü	Yaş ağırlık %	Nem içeriği %	Hızlı ayrışan kuru ağırlık %	Yavaş ayrışan kuru ağırlık %	Ayrışmayan kuru ağırlık %
Kağıt	16.1	4.8	15.3	-	-
karton	4.6	5	4.4	-	-
Tekstil	10.2	9.6	-	9.2	-
Yiyecek	17.1	70	5.1	-	-
Metal	0.8	15	-	-	0.8
Cam	7.2	2.6	-	-	7.0
Plastik	41.2	2.0	-	-	40.4
Diğer	3.4	8	0.8	0.8	1.6
<b>Toplam</b>	<b>100.6</b>		<b>25.6</b>	<b>10</b>	<b>49.8</b>

Deponide oluşacak gaz miktarının hesaplanmasında üçgen gaz üretim modeli kullanılacaktır. Buna göre hesaplamalarda Çizelge 5.4. de değerlerin yanısıra aşağıdaki kabullerin yapılması da gerekmektedir (Tchobaoglous ve ark. 1993)

- Deponi ömrü =17 yıl
- Hızlı ayrışan organiklerin % 75 i, yavaş ayrışan organiklerin ise % 50 si biyolojik ayrışmaya uğramayacaktır. (çöplerin plastik torbalar içinde olması ve yeterli nem içermemesi gibi nedenlerden dolayı)
- Her yıl depolanan hızlı ve yavaş ayrışabilir organik maddelerden üretilen gaz miktarı sırasıyla 0.874 m<sup>3</sup>/kg kuru atık ve 1 m<sup>3</sup>/kg kuru atık kadardır.
- Hızlı ayrışan atıkların 5 yıllık, yavaş ayrışabilen atıkların ise 15 yıllık bir periyotta tamamen ayrıştığı varsayılmıştır.

Pik gaz üretim oranı, gaz üretimi başladıktan 1 ve 5 yıl sonra gözlenir. Gaz üretimi ise depolama işleminin birinci yılının sonunda başlar. Bu kabuller doğrultusunda hızlı ayrışan organikler için yine Tchobaoglous ve ark. (1993) tarafından ifade edilen, üçgen gaz üretim modeli kullanılarak, gaz üretim oranları hesaplanmıştır.



**Şekil 5.2.** Hızlı Ayrışan Atıklar için Yıllara göre Gaz Üretim Oranı

Buna göre toplam gaz üretimi bu üçgenin alanına eşit olup;

Üçgenin alanı =  $\frac{5}{2} \times h$  (pik gaz üretim oranı) şeklinde hesaplanabilir. 1 kg atık için  $0.875 \text{ m}^3$  gazın oluştuğu kabulüne göre pik gaz üretim oranı (h) ;

$$h = 0.875 \text{ m}^3 \times \frac{2}{5\text{yıl}} = 0.35 \text{ m}^3/\text{yıl olur.}$$

1.yılda üretilen gaz miktarı ise, 0 \* 1 yılları arasındaki üçgenin alanına eşittir.

$$1.\text{yıldaki gaz üretimi} = \frac{1}{2} \times h \times 1\text{yıl} = \frac{1}{2} \times 0.35 \times 1 = 0.175 \text{ m}^3$$

2.yıldaki gaz üretimi =  $\frac{3}{4}h = \frac{3}{4} \times 0.35 = 0.263 \text{ m}^3/\text{yıl}$  olduğuna göre 2. yılda üretilen gaz miktarı buradaki yamuğun alanına eşittir;

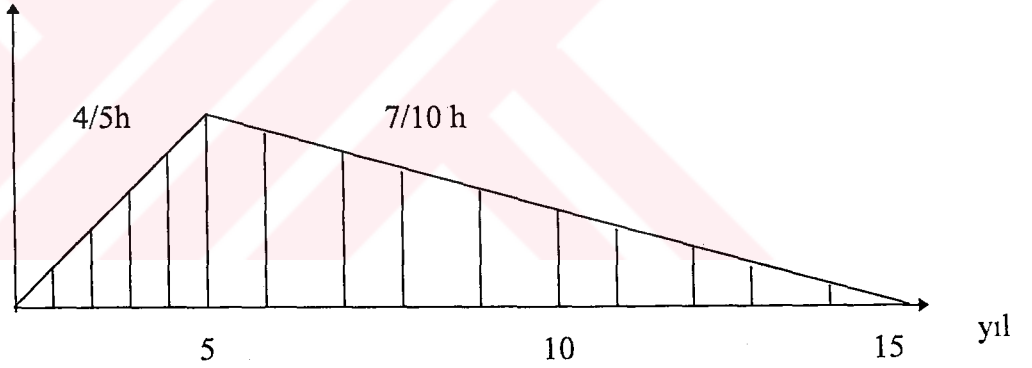
$$\text{Yamuğun alanı} = (h + \frac{3}{4}h) \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{7}{8}h = \frac{7}{8} \times 0.35 = 0.306 \text{ m}^3$$

Yukarıdaki yöntem baz alınarak 3. , 4. ve 5. yıllardaki gaz üretim oran ve miktarları hesaplanabilir. Hızlı ayrışan organikler için yapılan hesaplamaların sonuçları Çizelge 5.5. da özetlenmiştir.

**Çizelge 5.5.** kg. Atık Başına Hızlı Ayrışan Organiklerin Gaz Üretim Oranı ve Miktarları

Yıl sonu	Gaz üretim oranı (m <sup>3</sup> / yıl)	Gaz üretimi (m <sup>3</sup> )
1	0.00	
2	0.350	0.175
3	0.263	0.306
4	0.175	0.218
5	0.088	0.132
6	0.0	0.044
toplam		0.875

Hızlı ayrışabilenler için oluşturulan gaz üretim modeli yavaş ayrışabilenler için 15 yıllık bir periyotta uygulanırsa aşağıdaki diyagram elde edilir.



**Şekil 5.3.** Yavaş Ayrışan Atıklar için Yıllara Göre Gaz Üretim Oranı

Buna göre pik gaz üretim oranı ;

$$h = 2/15 \text{ yıl} \times 1 \text{ m}^3 = 0.133 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olarak bulunur.}$$

Birinci yıldaki gaz üretim oranı ;

$$(1/5)h = 1/5 \times 0.133 = 0.027 \text{ m}^3/\text{yıl 'dır.}$$

Birinci yıl süresince üretilen gaz miktarı, buradaki üçgenin alanından;

$$1/2 \times (1\text{yıl}) \times (0.027) = 0.0135 \text{ m}^3 \text{ 'tür.}$$

Bu hesaplama yöntemine göre yavaş ayrışan atıkların 15 yıl süresince kg. atık başına gaz üretim oranı ve miktarları Çizelge 5.6. ' de verilmiştir.

**Çizelge 5.6.** Yavaş Ayırışabilen Atıkların kg. Atık Başına Ürettikleri Gaz Oranları ve Miktarları

Yıl sonu	Gaz üretim oranı (m <sup>3</sup> /yıl)	Gaz üretimi (m <sup>3</sup> )	Yıl sonu	Gaz Üretim oranı (m <sup>3</sup> /yıl)	Gaz Üretimi (m <sup>3</sup> )
1	0.0		9	0.093	0.10
2	0.027	0.135	10	0.080	0.086
3	0.053	0.040	11	0.067	0.073
4	0.080	0.067	12	0.053	0.060
5	0.106	0.093	13	0.040	0.047
6	0.133	0.120	14	0.027	0.033
7	0.120	0.126	15	0.013	0.027
8	0.106	0.113	16	0.0	0.007
Toplam					1.005

Depolanan toplam hızlı ve yavaş ayırışabilir organik atıkların 1 kg 'ından üretilecek gazın dağılımı ise aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

- Kuru ağırlık olarak hızlı ayırışabilen atığın % 75 'inin ayırışmaya uğrayacağı kabul edilirse, bu atığın toplam atığa olan oranı;

$0.256 \times 0.75 = 0.192$  kg. hızlı ayırışabilir atık / kg. toplam atık şeklinde hesaplanabilir. Yavaş ayırışan atıklar için ise bu değer,

$0.1 \times 0.5 = 0.05$  kg yavaş ayırışabilir atık / kg. toplam atık 'tır.

- Her hızlı ayırışan atık için üretilecek gazın toplam miktarı;

$0.192 \text{ kg./kg.} \times 0.875 \text{ m}^3/\text{kg.} = 0.168 \text{ m}^3 / \text{kg.}$  toplam atık

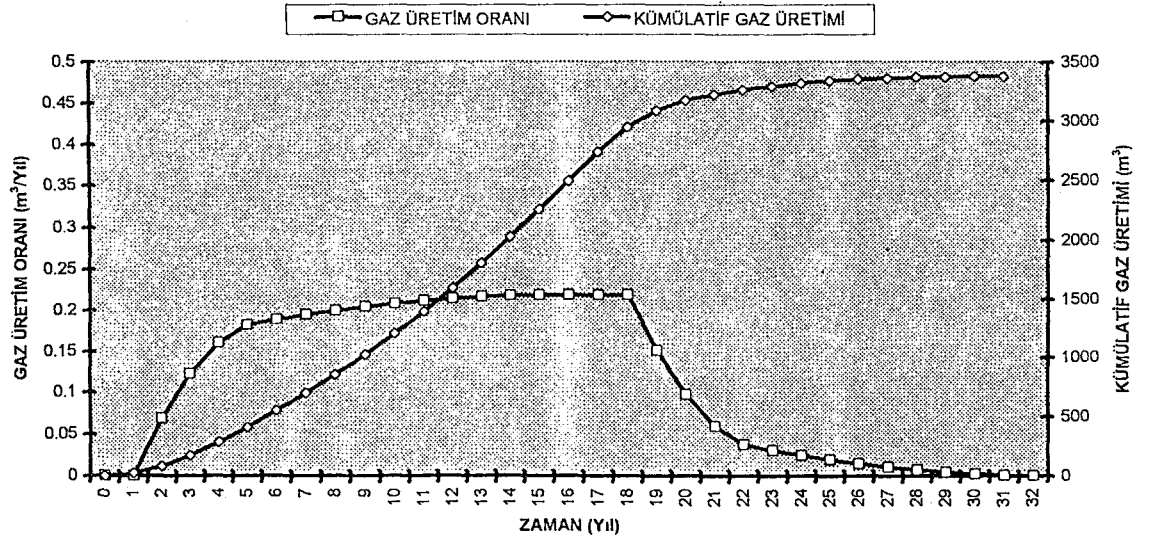
- Yavaş ayırışabilenler için ise bu değer ;

$0.05 \text{ kg/kg}$  toplam atık  $\times 1 \text{ m}^3 / \text{kg.}$  atık

Buna göre oluşacak gazın hızlı ve yavaş ayırışan atıklar için toplam atık üzerinden hesaplanması durumunda, yukarıda hızlı ayırışan atıklar için 0.192 kg/kg, yavaş ayırışan atıklar için ise 0.05 kg/kg bulunan değerlerle çarpılması gerekmektedir. Bu kurala göre Çizelge 5.7. oluşturulabilir.

**Çizelge 5.7.** Hızlı ve Yavaş Ayrışan Atıkların Bir Yıllık Deponide Oluşturduğu Gazın Toplam Miktarı

Hızlı Ayrışan Atıklar			Yavaş Ayrışan Atıklar			Toplam (hızlı + Yavaş)		
Yıl Sonu	Genel oran (m <sup>3</sup> /yıl)	Gaz hacmi (m <sup>3</sup> )	Yıl sonu	Genel Oran (m <sup>3</sup> /yıl)	Gaz Hacmi (m <sup>3</sup> )	Yıl sonu	Genel oran (m <sup>3</sup> /yıl)	Gaz hacmi (m <sup>3</sup> )
0	0.0	-	0	0.000	-	0	0.0	-
1	0.0	0.0	1	0.0	0.0	1	0.0	0.00
2	0.067	0.34	2	0.0014	0.00068	2	0.0684	0.0346
3	0.051	0.059	3	0.0027	0.0020	3	0.0537	0.610
4	0.034	0.042	4	0.0040	0.0034	4	0.0380	0.0454
5	0.017	0.025	5	0.0053	0.0047	5	0.0223	0.0297
6	0.0	0.008	6	0.0067	0.0060	6	0.0067	0.014
7	0.0	0.00	7	0.0060	0.0063	7	0.0060	0.0063
8			8	0.0053	0.0057	8	0.0053	0.0057
9			9	0.0047	0.0050	9	0.0047	0.0050
10			10	0.0040	0.0043	10	0.0040	0.0043
11			11	0.0034	0.0037	11	0.0034	0.0037
12			12	0.0027	0.0030	12	0.0027	0.0030
13			13	0.0020	0.0024	13	0.0020	0.0024
14			14	0.0014	0.0017	14	0.0014	0.0017
15			15	0.0007	0.0014	15	0.0007	0.0014
16			16	0.0	0.00035	16	0.0	0.0003
Topl.		0.168			0.0506			0.2186



**Şekil 5.4.** Deponide Gaz Oluşum Grafiği

### 5.5. Katı Atık Deponi Sahasında oluşacak Sızıntı Suyu Hesabı

Sızıntı suyu oluşumu çeşitli etkenlere bağlı olarak değişim gösterir; Katı atık deponi sahasındaki sızıntı suyu havuzlarına iki tür su gelir. Bunlardan bir tanesi yağmur sularından kaynaklanan yüzey akışıdır.

$$\text{Yüzey akışı} = \text{Yağmur suyu} - \text{Buharlaşma} - \text{Sızıntı suyu}$$

olarak formüle edilebilir. Yüzey akışı tüm deponi sahasını içine alacak şekilde hesaplanır. Ancak tehlikeli atık depolama yerlerinin çevresi tamamıyla izole edildiğinden sadece atığın depolandığı alandan gelecek olan yüzey akışı dikkate alınacaktır. Zaman içerisinde aktif hale gelen her atık deponi sahasından gelebilecek olan akış miktarı hesaplanmıştır.

Sızıntı suyu oluşturacak ikinci faktör ise atığın kendi bünyesinde bulunan nemden ileri gelen su olarak tanımlanabilir.

**Çizelge 5.8.** Deponi bölgelerinin alanları, kullanımları süresinde oluşacak atık miktarları ve atık içindeki nem miktarları (%14) ;

Bölge No	Alanı (m <sup>2</sup> )	Atık Miktarı (kg.)	Nem Miktarı (kg.)
1.	5990	1 832 700	256 578
2.	5282	2 012 950	281 813
3.	5142	2 193 130	307 038
4	4800	904 160	126 582
<b>Toplam</b>	<b>21 214</b>	<b>6 942 290</b>	<b>972 011</b>

**Çizelge 5.9.** Sivas Kentindeki Yağış ve Buharlaşmaya Bağlı Olarak Yüzey Akışın Aylık Gösterimi.

	Oc.	Şu.	Ma.	Ni.	Ma.	Ha.	Te.	Ağ.	Ey.	Ek.	Ka.	Ar.
Yağış	10	47	53	58	70	48	10	5	10	40	64	43
Buharla	12.4	36.4	105	125	179.	241.	208	179	109.	63	15	5
Yüz. Ak	- 1	10	-51	- 66	- 108	- 192	- 198	- 174	- 98	- 22	48	38



Çizelge 5.9. den görüldüğü gibi sadece Şubat, Kasım ve Aralık aylarında yüzey akışı görülecektir. Bu miktar ise;

$$\text{ort.} = (10.7 + 48.4 + 38.32) / 3 = 32.40 \text{ mm/ay} = 32.40 \text{ kg./m}^2$$

1. Alan için hesaplırsak (ilk 5 yıl içerisinde)

$$\begin{aligned} \text{Yüzey akışı} &= 32.40 \text{ kg./m}^2 \times 5990 \text{ m}^2 = 194\,076 \text{ kg.} = 194.07 \text{ ton/ay} \\ &= (194.07 \text{ ton/ay}) / (0.35 \text{ ton/m}^3) = 554.4 \text{ m}^3/\text{ay} = 0.21 \text{ L/sn.} \end{aligned}$$

Çöp içindeki nem miktarı;

$$\text{aylık ort.} = 256\,578 / (5 \times 12) = 4276 \text{ kg./ay} = 4 \text{ m}^3/\text{ay} = 7.5 \times 10^{-4} \text{ L/s}$$

2. Alan için (ikinci 5 yıl)

$$\begin{aligned} \text{Yüzey akışı} &= 32.40 \times 5282 = 171136 \text{ kg.} = 171.1 \text{ ton/ay} \\ &= 488 \text{ m}^3/\text{ay} = 0.18 \text{ L/s.} \end{aligned}$$

Çöp içindeki nem miktarı;

$$\text{aylık ort.} = 281\,813 / 60 = 4696 \text{ kg./ay} = 4.6 \text{ m}^3/\text{ay} = 1.7 \times 10^{-4} \text{ L/s}$$

3. Alan için ( üçüncü 5 yıl )

$$\begin{aligned} \text{Yüzey akışı} &= 32.40 \times 5142 = 166\,600 \text{ kg.} = 166.6 \text{ ton/ay} \\ &= 476 \text{ m}^3/\text{ay} = 0.18 \text{ L/s.} \end{aligned}$$

Çöp içindeki nem miktarı;

$$\text{aylık ort.} = 307\,038 / 60 = 5117 \text{ kg./ay} = 5.1 \text{ m}^3/\text{ay} = 1.9 \times 10^{-3} \text{ L/s}$$

4. Alan için (son iki yıl için)

$$\begin{aligned} \text{Yüzey akışı} &= 32.40 \times 4800 = 155520 \text{ kg.} = 155.5 \text{ ton/ay} \\ &= 444 \text{ m}^3/\text{ay} = 0.17 \text{ L/s.} \end{aligned}$$

Çöp içindeki nem miktarı;

$$\text{aylık ort.} = 126\,582 / (3 \times 12) = 2.1 \text{ m}^3/\text{ay} = 8.1 \times 10^{-4} \text{ L/s.}$$

Sızıntı su toplama havuzunun hacmi:

Çöp deponi alanından gelecek yüzey akışı ve sızıntı suyu için deponinin aktif bölgesinden sızıntı suyu havuzuna kadar uzanan ve suyun cazibe ile inmesini sağlayan bir boru sistemi uygulanacaktır. Kullanıma giren her atık depolama bölgesi için oluşturulacak drenaj kanalları bu sisteme eklenecektir. Bu koşullarda sızıntı suyu toplama havuzunun hacmi; yüzey akışın olduğu Şubat, Kasım ve Aralık ayları için hesaplanan yüzey akış debisine uygun olarak yapılması tasarlanmıştır. Havuzlar debiye bağlı olarak gerektiğinde klorlama yapılabilecek şekilde boyutlandırılmıştır. Buna göre klorlama için suyun klorla en az 30 - 45 dk teması sağlanmalıdır. Gelen debi yaklaşık her beş sene için 0.18 - 0.20 L/s arasında değişmektedir. Havuz boyutları her beş senede biri eklenecek şekilde dört eşit bölmeden oluşacaktır.

Sızıntı suyunun ırmağa verilmeden önce klorlanacağı ve havuzun günde bir defa boşaltılacağı düşünülerek klorla uygun temas süresi 24 saat seçilmiştir. Buna göre gelen sızıntı suyu havuzda bir gün kaldıktan sonra havuzu terk edecektir. Bu koşullarda havuza gelecek debi;

$$Q = 0,20 \text{ L/s} \times 86\,400 \text{ s/gün} = 17\,280 \text{ L/gün}$$

Bir havuzun hacmi;

$$V = Q \times t = 17\,280 \times 1 = 17\,280 \text{ L}$$

Bu değere bir miktarda emniyet payı ekleyerek havuz hacmini 18 m<sup>3</sup> kabul edebiliriz.

Suyun dezenfeksiyonu için gerekli klor miktarı meydana gelecek kimyasal reaksiyonlara ve bakterisit etkisine bağlıdır. Ancak genellikle 0,5 mg/L'lik bir klor miktarının suya verilmesi dezenfeksiyon için yeterli kabul edilmektedir, (Başaran, 1991).

$$\text{Bir havuz için (günlük) gerekli klor miktarı} = 0.5 \times 18\,000 = 9000 \text{ mg.}$$

Klorlama için güneş ışığından korunduğu süre içinde aktifliğini uzun süre koruyan Perkloran (High - Test - Hypo) kullanılacaktır. Perkloranın aktifliği %70 tir. % 1-3 lük çözeltiler olarak kullanılır.

## 5.6. Deponi Alanının Kullanımının Planlanması

Hastane atıklarının depolanmasından sonra üzerinin mümkün olan en kısa zamanda kapatılması gerekmektedir. Dolayısıyla deponi alanı 3'ü beşer yıllık, biri iki yıllık olmak üzere 4 ana bölüme ayrılmıştır. Her bölüm de kendi içinde, karşıladığı yılın atık hacmine uygun olarak beşe ayrılmıştır. Buna göre, sene içinde kullanılan kısmın üzeri, sene sonunda nihai örtüyle kapatılacaktır.

## 5.7. Örtü Malzemesi Olarak Kullanılacak Kireç Hacminin Belirlenmesi

Günlük atık hacmi  $14 \text{ m}^3$  -  $18 \text{ m}^3$  arasında değişmektedir.  $14 \text{ m}^3$  'lük hacim için 1 m yüksekliğinde, 7 m. boyunda, 2 m eninde bir atık hücresi oluşturulacaktır.  $18 \text{ m}^3$  'lük hücre boyutları ise sırasıyla 1m, 9m, 2m, olarak belirlenmiştir. Oluşturulan atık hücrelerinin ort. dört tarafı 10 cm kalınlığında bir kireç tabakasıyla örtüleceğinden

10 m<sup>3</sup> lük bir hücre için gerekli kireç hacmi

$$\text{Kireç kaplanacak yüzey} = 3 (2 \times 1) + 1(7 \times 2) = 20 \text{ m}^2$$

$$10 \text{ cm kireç yüksekliği ise hacim} = 0,1 \times 20 = 2 \text{ m}^3$$

22 m<sup>3</sup> lük atık hücresi için gerekli hacim

$$\text{Kireç kaplanacak yüzey} = 3 (2 \times 1) + 1(9 \times 2) = 24 \text{ m}^2$$

$$\text{Kireç hacmi} = 24 \times 0,1 = 2,4 \text{ m}^3$$

17 yıllık deponi süresi boyunca günlük minimum ve maksimum sırasıyla 2 -  $2.4 \text{ m}^3$  kirece ihtiyaç vardır. Bir aylık kireç depolanması düşünülürse maksimum kireç ihtiyacına göre günlük yaklaşık  $3 \text{ m}^3$  lük depo gerekir.

$3 \times 30 = 90 \text{ m}^3$  aylık kireç gereksinimi doğmaktadır. Bu kapsamda, kireç deposu, 45 ve  $45 \text{ m}^3$  'lük iki bölme halinde yapılır. İlk senelerde birinci bölme, ihtiyaç duyulduğunda ise ikinci bölme kullanılır. Depo boyutları  $3 \times 3 \times 5$  dir.

### **5.8. Hastane Atıklarının Depolanması Projesi**

Deponi alanı seçilirken Tıbbi Atıklar Kontrolü Yönetmeliğine uygun olarak; şehirden belirli uzaklıktaki evsel çöp depolama alanının hemen yakınında, karayolundan daha iç bölgede ihtiyaca cevap verebilecek büyüklükte, doğal çukur bir alan seçilmiştir.

Seçilen deponi bölgesinin plan ve projesi yapılan hesaplamalarla belirlenmiştir. Sahada yapılması gerekli iyileştirme ve depolamaya uygun hale getirme çalışmaları aşağıda sıralanmıştır.

Öncelikle her depolama işleminde olduğu gibi, ilk olarak arazinin üzerindeki tarım toprağı denilen sıyrılarak, daha sonra kullanılmak üzere alınır.

Özel atık depolama sistemlerinde alanın sızdırmazlığının sağlanması özellikle önem taşır. Deponi alanının her yanı; yamaçlar ve taban üzerinde çalışılarak geçirimsiz hale getirilmelidir. Geotekstillerin özel atık depolama sahalarında kullanımının özellikle tavsiye edilmesinden dolayı, alanın geçirimsizliği geotekstiller kullanılarak sağlanır. Böylece tüm sızıntı suları geotekstil üzerinde toplanarak drene edilir ve arıtma sağlanır. Geotekstiller kullanılmadan önce taban uygun bir kil tabakasıyla sıkıştırılacaktır. Deponi sahasının zemin özelliklerine göre, doğal zeminin sıkıştırılması yeterli olacaktır.

#### **Seçilen Deponi Alanında Sızıntı ve Yüzey Sularının Toplanması**

Yağışlardan kaynaklanan yüzey suları, Bölüm 5.5. da verildiği gibi sadece Şubat, Kasım ve Aralık aylarında meydana gelmektedir. Deponi sahasında tam geçirimsizliğin sağlanmasından dolayı sızıntı suyu çöpün içindeki nemden kaynaklanan miktarla sınırlı kalmaktadır. Bu şartlar altında yüzey akışı aktif çöp sahasına verilecek % 5 ' lik bir eğimle çöp sahasına döşenmiş olan 30 cm. çaplı PVC bir boru sistemine gelecektir. Tabanda toplanan sızıntı suları da tabana döşenmiş olan, sızıntı suyu drenaj sistemiyle aynı boruya iletilecektir. Aktif hale geçen her deponi bölgesi için aynı boru sistemi kullanılacaktır. Deponi çevresindeki yükseltilerden deponiye doğru

olabilecek yüzey akışı, deponi sahası etrafını çevirecek şekilde oluşturulacak olan bir drenaj hendeği ile deponi sahasına girmeden toplanacaktır.

#### Tabanda biriken sızıntı sularının toplanması:

Toplanan suların döşenen yüzey akış toplama boru sistemine cazibe ile ulaşmasını sağlayacak şekilde, tabana % 1 - 3 eğim verilecektir. Sızıntı suyu toplama borularının zemine yerleşimi bir geotekstil filtre altına döşenen çakıl tabakası içerisinde yapılacaktır. Alta geçen sızıntı suyu olup olmadığını anlamak için sızıntı suyu gözlem tabakası ve bunun altına da ikinci geomembran döşenecektir.

Toplanan yüzey ve sızıntı suları, deponi sonundaki havuzlara cazibe ile gelerek gerektiğinde klorlama yapıp Kızılıрмаğa verilecektir.

#### Seçilen Deponi Sahasında Gazların Toplanması

Deponi sahasında oluşması muhtemel gazlar, katı atıkların dökümü sırasında deponin her katmanına yerleştirilecek olan 100 mm. Çapındaki PVC borularla sağlanacaktır. Yatay olarak döşenecek olan bu borular, deponi içinde 50 m. aralıklarla döşenmiş dikey borulara ulaştırılarak buralardan transfer edilecektir.

#### Katı Atıkların Deponi Sahasında Düzenlenmesi

Atık hücreleri deponi ömrü boyunca 14 - 18 m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Her çöp dökümünden sonra hücrenin üstü, önce 10 cm. lik kireç tabakasıyla sonra da toprak örtüyle örtülecektir. Bir tabaka dolduktan sonra üzeri 30 cm. toprak örtüyle kapatılacaktır. Örtü malzemesi deponi alanı depolamaya hazırlanırken çıkan toprak malzemenin biriktirilmesi ve yeterli olmadığı durumlarda aynı bölgeden toprak alınmasıyla karşılanacaktır. Her sene sonunda da dolan deponi kısmı son örtüyle kapatılacaktır.

### Son Tabakanın Teşkili

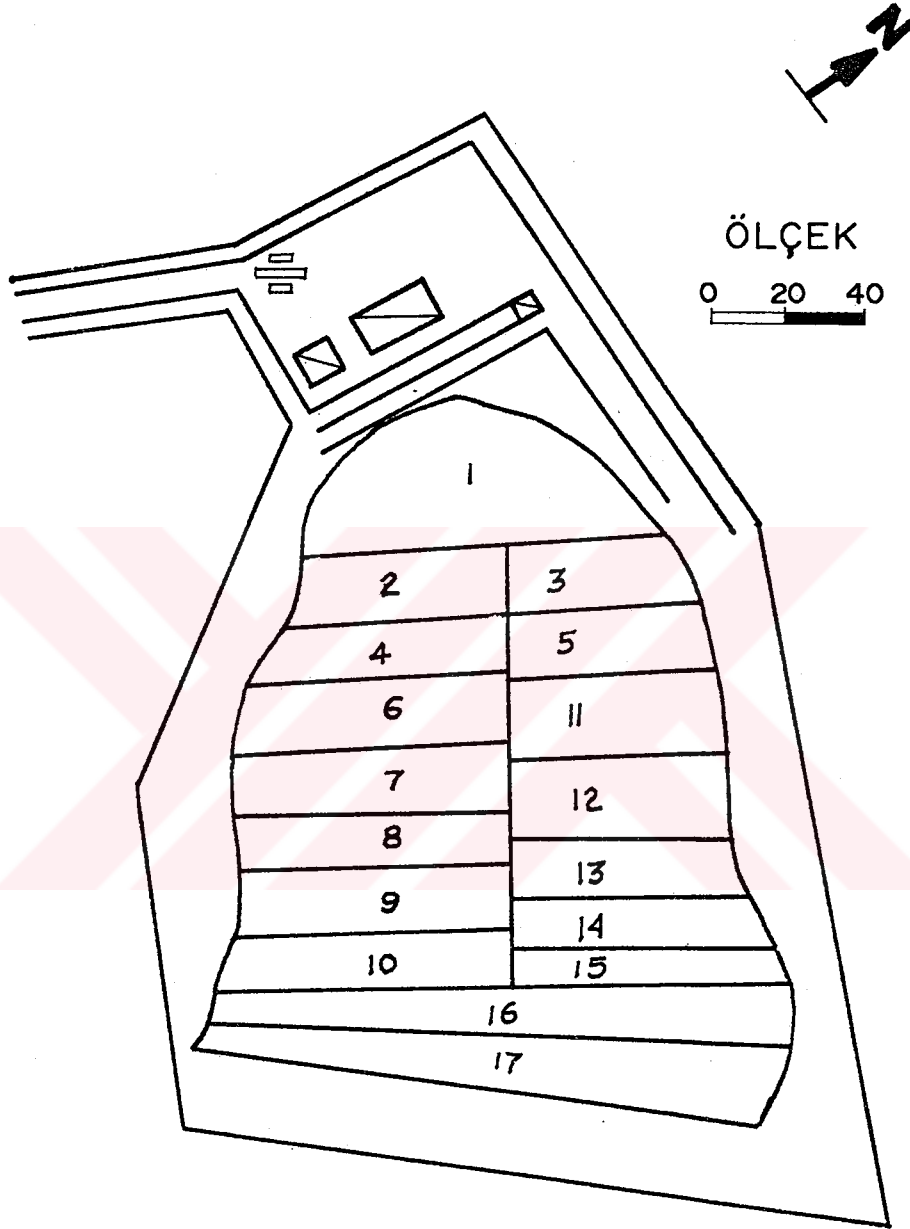
Depolama işlemleri tamamlandıktan sonra, deponi gövdesine su girmeyecek şekilde, sızdırmaz hale getirilir. Bunun için geçirimsiz geotekstil folyeler kullanılacaktır. Üzeri 60 cm. çakılla örtülerek, en üste ise bitkisel toprak serilecektir. Deponiye giren yağışın bölgeyi hemen terk etmesi için yüzeye %5 'lik bir eğim verilecektir.

### Deponi Sahasındaki Binaların Düzenlenmesi

Deponi sahasının çevresi 2 m. yüksekliğinde, 960 m. tel çit ile çevrilecektir. (Ek : 4 Deponi sahasının 1/1000 ölçekli planı)

Depolama sahasında, depolama planına uygun giriş ve çıkışlara sahip asfalt yollar yapılacaktır. Ayrıca ihtiyaca cevap verebilecek şekilde işletme binası, otopark, tamir ve bakım binası ile bir de kantar binası inşa edilecektir. Çöp depolanması sırasında gerekli aylık kireç ihtiyacını karşılamak için 45'er m<sup>3</sup> lük iki bölmeli toplam 90 m<sup>3</sup> lük bir kireç deposu yapılacaktır.

Örtü malzemesinin biriktirilmesi ve kullanılacak greyder için sahada uygun bir yer hazırlanacaktır.



Şekil 5.5. Sahadaki Yapılarla Birlikte Deponinin 1/2000 Ölçekli Dizaynı

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında; Sivas kent merkezinde bulunan hastane ve sağlık ocaklarının ürettiği atık miktarı ve özellikleri tespit edilerek, incelenen atığa uygun bertaraf yönteminin seçilmesi ve projelendirilmesi amaçlanmıştır. Tehlikeli biyolojik atık sınıfına giren ve halk sağlığı açısından büyük riskler taşıyan tıbbi atıklar, üzerinde önemle durulması gereken bir konu olup, yapılan çalışmalarla Sivas kentindeki hastanelerin verdiği atık miktarı, atığın bileşimi içindeki atık türü yüzdeleri, atık oluşumunun aylara göre değişimi, atıktaki nem miktarı belirlenmiştir.

Sivas 'daki hastanelerden çıkan günlük atık 1995 yılı itibarıyla 351120 kg. olarak tespit edilmiştir. Bu atıkların %90 - 95 'ini yanabilir atıklar oluşturmaktadır. İncelenen atıklarda tespit edilen önemli özelliklerden biri de plastik içeriğinin fazla olmasıdır. Plastik, genellikle katı atıklarda istenmeyen ve zor ayrılan bir maddedir. Hastane atıklarının nem içeriği ise %14 olarak belirlenmiştir.

Hastane atıklarının bertarafında, literatürde en çok tavsiye edilen yöntem yakma olmakla birlikte; yakma yönteminin getireceği ekonomik yükler düşünülerek, Sivas kent merkezindeki hastane ve sağlık ocaklarının atıkları için uygun bertaraf yöntemi olarak, düzenli depolama yöntemi seçilmiştir. Depolama için kent yakınında evsel atıkların bertarafı için seçilen alanın hemen yanındaki bir saha bu atıkların depolanmasına uygun görülmüştür. Bu kapsamda, belirlenen deponi sahasının projelendirilme çalışmaları yapılmıştır.

Bu çalışma sonucunda Sivas kentindeki hastanelerinin çalışma kapasitesi tespit edilerek atık depolama ömrü boyunca çıkacak olan atık miktarı hesaplanmıştır. Oluşan atıkların miktarı, aylık olarak yapılan ölçümlerden görüldüğü kadarıyla mevsimsel olarak fazla değişmemekte (ortalama atık miktarı; kış aylarında 28 300 kg/ay, yaz aylarında ise 28 600 kg/ay) ve belirli bir aralıkta sabit kalmaktadır. Hastane atıklarının yatak başına düşen miktarlarının; daha çok, hastanenin çalışma kapasitesine, hastanede yapılan araştırma ve uygulama aktivitelerine ve bünyesinde bulunan



servislerin türüne bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca hastanenin mevcut yatak sayısı da birim atık miktarı üzerinde etkili olmaktadır. Yapılan ölçümlerle hastanelerde birim atığın 1,5 - 2,5 kg/yatak/gün aralığında değiştiği bulunmuştur. Bu nedenle, deponi alanı olarak tesis edilecek olan bölge, hastane atıklarının kümülatif olarak toplanmasıyla oluşturduğu toplam atık miktarı için ancak 17 yıl süreyle yeterli olabilecektir. Bu kapsamda, bu verilere dayanılarak Sivas kentinde 17 yıl içinde oluşacak toplam atık 99484 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Seçilen deponi alanının topoğrafik haritası çıkartılarak, yapılan hacim hesaplamasında kullanılabilir deponi hacminin;  
Düzenlenmiş hacim - Örtü malzemesi hacmi = 116 152 - 16 274 = 99 878 m<sup>3</sup> olduğu bulunmuştur.

Depolama alanından alınan zemin örnekleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda, zeminin killi kumlu silt özelliği gösterdiği ve sıkıştırılabilir olduğu belirlenmiştir. Özel atıkların depolanmasında gerekli olan zemin iyileştirme çalışmaları sırasında, doğal sıkıştırma için zemine ayrıca kil tabakası serilmesine gerek yoktur.

Deponi alanı dizaynı yapılırken; depolama bölgesi her sene için ayrı ayrı belirlenmiştir. Her sene sonunda dolan deponi bölgesinin üzeri son örtü tabakasıyla örtülerek nihai durumu verilecektir. Deponi bölgesinin etrafı taban ve yamaçlar dahil olmak üzere geçirimsiz hale getirilecektir. Bunun için geotekstil ve geomembranlar kullanılacaktır. Sızıntı suyu toplama sistemi topoğrafyaya uygun olarak balık sırtı şeklinde dizayn edilmiştir. Sızıntı suları en düşük kotta yapılacak olan 18 m<sup>3</sup> 'lük bir havuzda toplanacak ve gerektiğinde klorlanarak Kızılıрмаğa deşarj edilecektir.

Depolama alanında yer alan giriş ve çıkış yapılarının yanı sıra özel atıkların üzerinin günlük olarak kapatılmasında gerekli olan kirecin depolanması için bir depolama binası da yapılacaktır.

Sivas kentinde hastane katı atıklarının yönetimi konusunun, yapılan bu çalışma ve projelendirme ile çözüleceği düşünülmektedir.

**7.KAYNAKLAR**

- 1) **ARIAN ,D. S., A.M. ASCE, J., H. B., ARIAN, L., McMURRAY, T. D.,** 1980, " Hospital Solid Waste Management A Case Study", Journal of the Environmental Engineering Division, August, s. 741 - 753.
- 2) **BAŞARAN, A.,** 1983 "Kimyasal Arıtım, ODTÜ Ders Notları" , 5. Bölüm, ANKARA.
- 3) **BORAT, M.,** 1991, Hastane Atıkları Eğitim Elkitabı, T.C. Çevre Bakanlığı İzmir İli Çevre Koruma Vakfı Müd. İZMİR.
- 4) **CURİ, K .,** 1990, " Katı Atıkların Tanımlanması ve Uzaklaştırılması Kurs Notları ", Boğaziçi Üniversitesi.
- 5) **EPA,** 1987, Environment Canada State of the Art Report on the Management by Biomedical Wastes in Canada.
- 6) **EPA / US,** 1990, " Medical Waste Management in United States " Second İnterim Report to Congress, A / 530 - SW - 90 - 087 A, December,
- 7) **EPA / US,** 1989, " Operation and Maintenance of Hospital Medical Incinerators EPA / 450 / 3 - 89 - 009 CTC, March.
- 8) **EPA / US,** 1986, " Guide for Infectious Waste Management, EPA / 530 - SW -86 - 014.
- 9) **ERDİN, E.,** 1990, " Katı Atık Ders Notları" Dokuz Eylül Üniversitesi , İZMİR.
- 10) **FRANK, I.,** 1990, "Infectious Waste Management", Technomic Publication 148 p. ,USA Pennsylvania.
- 11) **GÖKÇE, A., CEYHAN, F.,** 1988, " Sivas Güney Doğusundaki Miyosen Yaşlı Jipsli Çökellerin Stratigrafisi yapısal özellikleri ve oluşumu ", C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A , Yer Bilimleri C.5 , S.1, Aralık.

- 12) **GÖZET, B.**, 1995, " Tehlikeli Atık Yönetiminde Modelleme", T.C. Çevre Bakanlığı Yayını.
- 13) **GUERQUIN, F.**, 1995, "Treatment of Medical Wastes", Waste Management Disposal Journal, 115 - 117. s.
- 14) **GÜLER, E.**, 1995 " Geosentetiklerin özellikleri ve tasarım ilkeleri ", Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü 22- 24 Mart, İSTANBUL.
- 15) **KARAGÖZOĞLU, B.**, 1994 " Sivas İli Evsel Atıksularının Arıtılması için Alternatif Çözümler ve Karşılaştırılması ", C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- 16) **KOCASOY, G.**, 1995, " Hospital Solid Waste Management in İzmir ", Boğaziçi Üniversitesi, Bebek, İSTANBUL,
- 17) **LAGRAGE, M.D., BUCKINGAM, P.L., EVANS, C.J.**,1994, "Hazardous Waste Management", Mc-Graw Hill Inc., SINGAPUR.
- 18) **LAYNE, P.**, 1988, " Review and Evaluation of Existing Literature on Generation,Management and Potential Health Effects of Medical Waste " , Draft Report Prepared by Research Triangle Institute , Research Triangle Park , N.C., for U.S. Environmental Protection Agency ,November.
- 19) **Lİ, C., FU-TİEN, J.**, 1993, " Phisical and Chemical Composition of Hospital Waste", Infection Control and Hospital Epidemiology, Vol. 14, No 3, s. 145. - 150. March.
- 20) **MASTERS, G., M.**, 1991 " Introduction to Environmental Engineering and Science" Prentice hall., Englewood Cliffs, New Jersey.
- 21) **MMWR**, 1987,Centers for Disease Control, Recommendations for Prevention of HIV Transmission in Healthcare settings.

- 22) PEAVY, H.S., ROWE, D.R. TCHOBANOGLOUS, C.,1985, Environmental Engineering McGraw Hill. International Editions, 699 p. SİNGAPUR.
- 23) RUTALA, A. W., MAYHALL, G., 1992, " Medical Waste " ,Infection Control and Hospital Epidemiology, January, 38-48 s.
- 24) SAN F., İNCİ Ö., 1991, " Hastane Atıklarının Toplanması Ve Taşınması El Kitabı" Hür Efe Mat. Yayın No:1, 40 s. İZMİR.
- 25) SORGUN, S., 1988, " Düzenli Çöp Depolama ", T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü 14-17 Haziran, Kuşadası.
- 26) Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği Resmi Gazete s.21586, 20.05. 1993 s. 421-440.
- 27) TCHOBANOGLOUS, G., THEİSEN, H., VİGİL, S., 1993," Integrated Solid Waste Management " Mc-Graw Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, SİNGAPORE.
- 28) TUNÇSİPER, B.,1997 " Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Katı Atıklarının İncelenmesi ve Uygun Bertaraf Yönteminin Belirlenmesi", C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi7.
- 29) UNAT E.K. , BENGİSERP S. P., YÜCEL A., 1986, " Hastane Atıklarının Tehlikesiz Hale Getirilmesi" İstanbul Bulaşıcı Hastalıklarla Savaş Derneği Konferans Raporu, 1-9 s. İSTANBUL
- 30) WHO, 1983, " Management of Waste From Hospital ", Regional Office for Europa, Europa Reports and Studies 97, COPENHAGEN.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Sivas 'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Sivas'ta tamamladı. 1990 - 1994 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesi Çevre Mühendisliğinde öğrenim gördü. 1994 yılında aynı bölümde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen bu göreve devam etmektedir.



## **EKLER**

**Ek - 1 Hastanelerde Aylık Olarak Yapılan Ölçüm Sonuçları**

**Ek-1.a. Doğumevi Hastanesi Ölçüm Sonuçları**

**Ek-1.b. Numune Hastanesi Ölçüm Sonuçları**

**Ek-1.c. Devlet Demiryolları (D.D.Y.) Hastanesi Ölçüm Sonuçları**

**Ek-1.d. Sosyal Sigortalar Kurumu (S.S.K.) Hastanesi Ölçüm Sonuçları**

**Ek - 2 Sivas İlinin Jeolojik Haritası**

**Ek - 3 Sivas İlinin 1/20000 Ölçekli İmar Haritası**

**Ek - 4 Deponi Sahasının 1/1000 Ölçekli Planı**

Ek -1

Ek- 1.a. Doğumevi Hastanesi Ölçüm Sonuçları

Servis Adı	Hasta Sayısı	Hasta atığı (kg)	Yemek atığı (kg)	Servis Adı	Hasta Sayısı	Hasta atığı (kg)	Yemek atığı (kg)
<b>I. ÖLÇÜM (16.01.1996 )</b>				<b>IV. ÖLÇÜM (02.04.1996 )</b>			
Septik	20	14,4	5,5	Septik	11	14	5
Aseptik	11	9,6	3,5	Aseptik	6	8	4
Yeni Doğan	6	6	-	Yeni Doğan	8	10	-
Ameliyat	15	12	6,5	Ameliyat	14	10	8
Laboratuar		2		Laboratuar		1,5	
Ameliyathane		2		Ameliyathane		3	
<b>TOPLAM</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>15,5</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>39</b>	<b>46,5</b>	<b>17</b>
<b>II. ÖLÇÜM (29.02.1996 )</b>				<b>V. ÖLÇÜM (17.05.1996 )</b>			
Septik	13	14,4	7,8	Septik	10	14	9
Aseptik	10	15,6	6,6	Aseptik	12	17	8
Yeni Doğan	6	12	-	Yeni Doğan	5	8,5	-
Ameliyat	12	18	9,9	Ameliyat	10	11	7
Laboratuar		1,5		Laboratuar		2	
Ameliyathane		2		Ameliyathane		2,5	
<b>TOPLAM</b>	<b>41</b>	<b>63,5</b>	<b>34,3</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>37</b>	<b>55</b>	<b>24</b>
<b>III. Ölçüm ( 16.03.1996 )</b>				<b>VI. Ölçüm (10.06.1996 )</b>			
Septik	15	7,2	6,7	Septik	12	18	6,5
Aseptik	8	8,4	3,5	Aseptik	9	16	4
Yeni Doğan	5	10,8	-	Yeni Doğan	3	2	-
Ameliyat	16	9,8	6,5	Ameliyat	11	15	5
Laboratuar		2		Laboratuar		3	
Ameliyathane		3		Ameliyathane		4	
<b>TOPLAM</b>	<b>44</b>	<b>41,2</b>	<b>16,7</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>35</b>	<b>58</b>	<b>15,5</b>

Ek -1.b. Numune Hastanesi Ölçüm Sonuçları

Servisler	Hasta Sayısı	Hasta Ağı (kg)	Yemek Ağı (kg)	Servisler	Hasta Sayısı	Hasta Ağı (kg)	Yemek Ağı (kg)
<b>I. ÖLÇÜM ( 5.01.1996 )</b>				<b>IV. ÖLÇÜM (05.04.1996 )</b>			
Dahiliye	27	64	55	Dahiliye	32	61	39
Göz KBB	3	17		Dahiliye	30	47	
Nöroloji İntaniye Kalp-Damar	22	25	44	Nöroloji İntaniye Kalp-Damar	29	50	45
Genel cerrahi Beyin cerrahi	39	50		Genel cerrahi Beyin cerrahi	43	80	
Cildiye Üroloji	14	21,6	23	Cildiye Üroloji	24	38	30
Ortopedi Fizik tedavi	24	36		Ortopedi Fizik tedavi	22	47	
Diyaliz	14	18		Diyaliz	16	23	
Laboratuvar		5		Laboratuvar		6	
Ameliyathane		3,5		Ameliyathane		6	
<b>TOPLAM</b>	<b>196</b>	<b>240</b>	<b>122</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>196</b>	<b>358</b>	<b>114</b>
<b>II. ÖLÇÜM ( 08.02.1996 )</b>				<b>V. ÖLÇÜM (06.05.1996 )</b>			
Dahiliye	65	84	50	Dahiliye	45	84	44
Göz KBB	15	27,6		Dahiliye	22	34	
Nöroloji İntaniye Kalp-Damar	43	47	43	Nöroloji İntaniye Kalp-Damar	40	66	43
Genel cerrahi Beyin cerrahi	28	48		Genel cerrahi Beyin cerrahi	30	54	
Cildiye Üroloji	12	18	22	Cildiye Üroloji	18	26	28
Ortopedi Fizik tedavi	26	18		Ortopedi Fizik tedavi	25	39	
Diyaliz	15	22		Diyaliz	20	30	
Laboratuvar		4		Laboratuvar		6	
Ameliyathane		5,5		Ameliyathane		3	
<b>TOPLAM</b>	<b>204</b>	<b>274.1</b>	<b>115</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>200</b>	<b>342</b>	<b>115</b>
<b>III. ÖLÇÜM (18.03.1996 )</b>				<b>VI. ÖLÇÜM (15.06.1996 )</b>			
Dahiliye	50	108	50	Dahiliye	30	56	40
Göz KBB	26	36		Dahiliye	17	35	
Nöroloji İntaniye Kalp-Damar	38	58	33	Nöroloji İntaniye Kalp-Damar	31	48	45
Genel cerrahi Beyin cerrahi	20	60		Genel cerrahi Beyin cerrahi	24	53	
Cildiye Üroloji	16	29	39	Cildiye Üroloji	20	33	35
Ortopedi Fizik tedavi	22	32		Ortopedi Fizik tedavi	16	28	
Diyaliz	24	25		Diyaliz	23	36	
Laboratuvar		3,5		Laboratuvar		4	
Ameliyathane		2		Ameliyathane		5	
<b>TOPLAM</b>	<b>196</b>	<b>353.5</b>	<b>122</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>161</b>	<b>298</b>	<b>120</b>



Ek - 1.c. Devlet Demiryolları (D.D.Y.) Hastanesi Ölçüm Sonuçları

Servis adı	Hasta Sayısı	Hasta Atığı (kg)	Yemek Atığı (kg)	Servis Adı	Hasta Sayısı	Hasta Atığı (kg)	Yemek Atığı (kg)
<b>I. ÖLÇÜM ( 09.01.1996)</b>				<b>IV. ÖLÇÜM ( 09.04.1996)</b>			
Hariciye	15	6		Hariciye	10	6	7,7
Dahiliye (E)	5	6,8	6,6	Dahiliye (E)	3	4,8	
K. Doğum	7	7,2		K. Doğum	5	7,2	
Dahiliye (K)	4	6	4,5	Dahiliye (K)	4	6	2,3
Cildiye	1	1		Cildiye	-	-	
Göz	-	-		Göz	-	-	
Ameliyathane	-	1		Ameliyathane	-	2	
Laboratuar	-	3		Laboratuar	-	2	
<b>TOPLAM</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>11,1</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>10</b>
<b>II. ÖLÇÜM (07.02.1996 )</b>				<b>V. ÖLÇÜM (13.05.1996 )</b>			
Hariciye	20	7,2		Hariciye	8	3,6	
Dahiliye (e)	4	7,5	8,9	Dahiliye (E)	21	10,8	10
K. Doğum	9	4,5		K. Doğum	5	3,6	
Dahiliye (K)	5	8	5,5	Dahiliye (K)	2	3	2,2
Cildiye	1	0,5		Cildiye	-	-	
Göz	-	-		Göz	-	1	
Ameliyathane	-	2		Ameliyathane	-	1	
Laboratuar	-	2		Laboratuar	-	2	
<b>TOPLAM</b>	<b>39</b>	<b>31,7</b>	<b>14,4</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>36</b>	<b>25</b>	<b>12,2</b>
<b>III. ÖLÇÜM ( 04.03.1996 )</b>				<b>VI. ÖLÇÜM (01.06.1996 )</b>			
Hariciye	18	25,2		Hariciye	9	8	
Dahiliye (E)	5	4,8	14,3	Dahiliye (E)	2	1,2	8
K. Doğum	10	13,2		K. Doğum	4	3	
Dahiliye (K)	7	9,6	8,8	Dahiliye (K)	13	8,5	5
Cildiye	2	1,2		Cildiye	1	0,3	
Göz	-	-		Göz	-	-	
Ameliyathane	-	1		Ameliyathane	-	1	
Laboratuar	-	2		Laboratuar	-	1	
<b>TOPLAM</b>	<b>42</b>	<b>57</b>	<b>23,1</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>13</b>

Ek - 1.d. Sosyal Sigortalar Kurumu (S.S.K.) Hastanesi Ölçüm Sonuçları

Servisler	Hasta Sayısı	Hasta Ağı (kg)	Yemek Ağı (kg)	Servisler	Hasta Sayısı	Hasta Ağı (kg)	Yemek ağı (kg)
<b>I. ÖLÇÜM (19.01.1996 )</b>				<b>II. ÖLÇÜM (13.02.1996)</b>			
Dahiliye 1	38	19	38,5	Dahiliye 1	20	30	22
Dahiliye 2		12		Dahiliye 2	10	24	
Dahiliye 3		12		Dahiliye 3	17	36	
K.B.B.	10	8	13,2	K.B.B.	9	27,6	13,2
Göz	5	2	4,5	Göz	4	21,6	
Nisaiye	22	18	27,5	Nisaiye	10	27,6	18,7
Doğum	5			Doğum	13		
Üroloji	6	10	2,2	Üroloji	16	33,6	6,5
Cildiye	4	2	4,4	Cildiye			
1.Hariciye	30	19	39,6	1.Hariciye	32	42	16,5
2.Hariciye	11	12		2.Hariciye	14	24	
Ortopedi				Ortopedi			
Nöroloji	24	24	27,5	Nöroloji	18	30	8
Çocuk	32	45,4	25,3	Çocuk	18	36	24
<b>TOPLAM</b>	<b>187</b>	<b>183.4</b>	<b>182.7</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>181</b>	<b>304.8</b>	<b>108.9</b>
<b>III. ÖLÇÜM (11.03.1996 )</b>				<b>IV. ÖLÇÜM (06.05.1996 )</b>			
Dahiliye 1	13	18	44	Dahiliye 1	17	28,8	38,5
Dahiliye 2	18	25,2		Dahiliye 2	20	27,6	
Dahiliye 3	10	21,6		Dahiliye 3	22	33,6	
K.B.B.	13	24	11	K.B.B.	14	38,4	16,5
Göz	3	2,4	2,2	Göz			
Nisaiye	18	39,6	22	Nisaiye	17	37,2	25,3
Doğum	2			Doğum	4		
Üroloji	4	12	1,5	Üroloji	16	30	9
Cildiye	4	8,5	3	Cildiye			
1.Hariciye	25	24	33	1.Hariciye	29	42	27,5
2.Hariciye	10	31,5		2.Hariciye	9	18	
Ortopedi				Ortopedi			
Nöroloji	20	27,5	16,5	Nöroloji	23	42	11
Çocuk	2,5	50,4	13,2	Çocuk	16	33,5	27,5
<b>TOPLAM</b>	<b>145</b>	<b>281.7</b>	<b>146.4</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>187</b>	<b>331.1</b>	<b>155.3</b>
<b>V. ÖLÇÜM ( 06.05.1996 )</b>				<b>VI. ÖLÇÜM (08.06.1996 )</b>			
Dahiliye 1	19	84	33	Dahiliye 1	20	70	38
Dahiliye 2	21			Dahiliye 2	13		
Dahiliye 3	16			Dahiliye 3	15		
K.B.B.	4	13,2	10	K.B.B.	6	14	9
Göz				Göz			
Nisaiye	16	42,5	22	Nisaiye	12	36	20
Doğum	3			Doğum	5		
Üroloji	13	38,5	23	Üroloji	15	39,5	10
Cildiye				Cildiye			
1.Hariciye	35	49	27,5	1.Hariciye	25	44	25
2.Hariciye	11	36		2.Hariciye	12	22	
Ortopedi		48		Ortopedi			
Nöroloji	17	36	11	Nöroloji	9	15,6	11,3
Çocuk	25		15,6	Çocuk	20	36,7	23,4
<b>TOPLAM</b>	<b>180</b>	<b>311.2</b>	<b>142.1</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>152</b>	<b>277.8</b>	<b>136.7</b>

FAREH KURULU  
DANIŞMANLIK MERKEZİ

Ek - 2

Ek - 2 Sivas İlinin Jeolojik Haritası

