

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Perlit ve Bit, Köm, Fil, Mal, Ola, Kul, Ara,

YÜKSEK LİSANS TEZİ

F. İltter Türkoğan

1988

R1150
150

İnşaat
3500 TL

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PERLİT VE BİTÜMLÜ KÖMÜRÜN
FİLTRE MALZEMESİ OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)
F.İlter TÜRKDOĞAN

İSTANBUL - 1988

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot : R 150
150

Alındığı Yer : FEN. BİL. ENS.

Tarih : 15.10.1991

Fatura : - - - - -

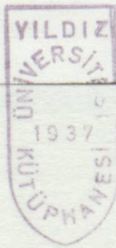
Fiyatı : 3500. TL.

Ayniyat No : 1/15

Kayıt No : 47742

UDC : 624. 378.242

Ek :



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



PERLİT VE BİTÜMLÜ KÖMÜRÜN
FİLTRE MALZEMESİ OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)
F.İlter TÜRKDOĞAN



İSTANBUL - 1988

Bu çalışma süresince, ilgi ve yardımlarını gördüğüm Sayın Hocam Doç.Dr.Adem BAŞTÜRK'e teşekkürlerimi arz ederim.

Ayrıca deneysel çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen hocalarıma ve arkadaşlarıma da teşekkürü bir borç bilirim.

1. GİRİŞ	1
2. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.1. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.2. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.3. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.4. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.5. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.6. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.7. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.8. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.9. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.10. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.11. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.12. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.13. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.14. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.15. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.16. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.17. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.18. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.19. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.20. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.21. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.22. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.23. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.24. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.25. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.26. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.27. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.28. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.29. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.30. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.31. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.32. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.33. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.34. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.35. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.36. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.37. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.38. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.39. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.40. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.41. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.42. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.43. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.44. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.45. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.46. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.47. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.48. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.49. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.50. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.51. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.52. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.53. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.54. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.55. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.56. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.57. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.58. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.59. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.60. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.61. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.62. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.63. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.64. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.65. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.66. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.67. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.68. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.69. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.70. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.71. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.72. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.73. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.74. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.75. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.76. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.77. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.78. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.79. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.80. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.81. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.82. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.83. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.84. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.85. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.86. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.87. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.88. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.89. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.90. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.91. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.92. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.93. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.94. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.95. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.96. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.97. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.98. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.99. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.100. FİLMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3

İÇİNDEKİLER	Sayfa No.
ÖZET	25
SUMMARY	25
1. GİRİŞ	1
2. İÇMESUYU TASFIYESİNDE FİLTASYON	3
2.1. FİLTASYONUN MAKSADI	4
2.2. FİLTRELERİN SINIFLANDIRILMASI	5
2.3. FİLTRE MALZEMESİ SEÇİMİ ve ÖZELLİKLERİ	6
2.3.1. FİLTRE KUMUNUN TANE BÜYÜKLÜĞÜ ve YATAK DERİNLİĞİ	8
2.4. FİLTASYONUN HİDROLİĞİ	9
2.5. KUM FİLTRELERİNİN GERİ YIKANMASI	10
2.5.1. GERİ YIKAMA HİDROLİĞİ	10
2.6. FİLTRELERDE YÜK KAYIPLARI	12
3. TABAKALI FİLTRELER	14
3.1. ÇİFT TABAKALI FİLTRELER	14
3.1.1. ÇİFT TABAKALI FİLTRELERİN GERİ YIKANMASI	17
3.2. ANTRASİT KÖMÜRÜ	17
4. BİTÜMLÜ KÖMÜR	19
4.1. BİTÜMLÜ ŞİSTLERİN TANIMI	19
4.2. BİTÜMLÜ ŞİSTLERİN OLUŞUMU	19
4.3. BİTÜMLÜ KÖMÜRÜN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	19
4.4. TÜRKİYE'DE BİTÜMLÜ ŞİST REZERVİ	19
4.5. BİTÜMLÜ ŞİST KULLANIM SAHALARI	21
5. PERLİT	22
5.1. PERLİTİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	22
5.2. PERLİTİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	22
5.3. PERLİTİN KULLANIM ALANLARI	23

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	25
6.1. TESİSİN TANITIMI	25
6.2. DENEY MALZEMELERİNİN HAZIRLANMASI	29
6.2.1. 1. KOLONUN MALZEMESİNİN HAZIRLANMASI	29
6.2.2. 2. KOLONUN MALZEMESİNİN HAZIRLANMASI	29
6.3. DENEYİN YAPILIŞI	34
7. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	36
7.1. ÇIKIŞ VERİMİNİN FİLTRE MALZEMESİNE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ	36
7.2. ÇALIŞMA SÜRESİNİN FİLTRE MALZEMESİNE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ	40
7.3. TABAKALAŞMANIN FİLTRE MALZEMESİNE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ	43
7.4. SONUÇLAR	48
KAYNAKLAR	
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bu çalışmada kullanılmış su ve içmesuyu arıtımında kullanılan kum filtrelerinin değişik iki malzeme ile tabakalı olarak kullanımına ait bir araştırma yapılmıştır.

Birinci bölümde konuya genel olarak bir giriş yapıp, çalışma kısaca anlatılmıştır.

İkinci bölümde filtrasyon işlemi ve filtreler hakkında genel bir bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde tabakalı filtrelerin genel olarak özellikleri ve nasıl kullanıldıklarına ait kısa bir bilgi verilmiştir.

Dördüncü ve beşinci bölümde laboratuvarında filtre malzemesi olarak kullanılacak olan Göynük Bitümlü Kömürüne ve Perlit'e ait bilgiler verilmiştir.

Altıncı bölümde deney tesisinin tanıtımı ve deneyin yapılışı anlatılmıştır.

Yedinci bölümde bu çalışmanın neticeleri değerlendirilip özet halinde verilmiştir.

SUMMARY

In this study; It has been researched pliedfilters used in water and waste water treatment, composed of two different layers of materials.

In the first chapter; It has been introduced to subject as general and the study was briefly explained .

In the second chapter; It has been presented a general knowledge about filtration processes and filters.

In the third chapter; It was given knowledge about the properties of plied filters and how to use them.

In the fourth and fifth chapter an informatin on Göynük's Bituminous coal and perlit to be used as filter materials in the laboratory was given.

In the sixth chapter introduction of experiment facility and carrying out of experiment were told.

In the seventh chapter; the results of this study were discussed and given briefly.

1. GİRİŞ

İçmesuyu ve kullanılmış su tasfiyesinde bir basamak olan kum filtresi uzun yıllardan beri arıtma teknolojisinde kullanılmaktadır.

İlerleyen teknoloji ile kum filtreleri de esasta aynı kalmakla birlikte, bazı değişikliklere uğramıştır.

Kum filtresinde, filtre yatağı olarak kullanılan kum; bulunabilme kolaylığı; maliyetinin düşük oluşu ve arıtmada iyi neticeler vermesinden dolayı uzun süredir kullanılmaktadır.

Ancak teknolojinin ilerlemesi ile filtre tesislerinden daha ekonomik, ve daha iyi kalitede su elde edebilmek maksadı ile sürekli çalışmalar yapılmaktadır.

Kum filtresinin inşaaı masraflarının düşük, işletmesinde kolay ve basit olması istenmektedir. Ancak bunun yanı sıra geçirdiği (süzüldüğü) debinin fazla, süzölmüş suyun kalitesinin istenen değerlere; geri yıkamada harcanan suyun az ve geri yıkama işleminin kısa zamanda gerçekleşmesi de istenmektedir.

Aşağı akışlı kum filtrelerinde, geri yıkama sonrasında ince kumların üst kısımlarda birikmesi; dolayısıyla filtrenin üst tabakalarının çabucak kirlenmesi, bu kısımda yük kaybının fazla olması verimi düşürmektedir.

Verimi artırmak, askı maddelerinin kum yatağının derinliği boyunca her tarafına eşit olarak dağıtmak için çift veya çok tabakalı filtreler kullanılmaya ve kumun haricinde ikinci bir malzemeye ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır.

Bu malzemelerin hem filtreleme özelliğini bozmaması hem de ekonomik bir şekilde temin edilmesi tercih edilmektedir.

Çift katlı filtrelerde, alternatif olarak yöresel malzemeler daha çok kullanılmaktadır.

Doğal kömür veya diğer bazı filtre malzemeleri (fındık kabuğu, piriç kabuğu, hindistan cevizi kabuğu) Brezilya, Şili, Kolombiya, Hindistan gibi memleketlerde kolaylıkla bulunabilmekte ve uygulanabilmektedir. Hindistan'da, İngiltere'de antrasit kömürü uzun zamandan beri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'de (Bolu-Göynük) çıkarılan Bitümlü Kömür ve Çanakkale'de çıkarılan Perlit'in kum filtresinde ikinci tabaka olarak kullanılabilirliğinin laboratuvar şartlarında çalışması yapılmıştır.

Bu kum tabakasının içinden geçtiği suyun sızdığı ve koloidal maddelerinin hemen hemen tamamı tutulur. Kimyasal özelliklerinden bazıları değişir ve içindeki bakterilerle miktarı azalır.

Bu durum belli başlı dört olayın etkisi ile meydana gelir.

- 1) Mekanik süzülme
- 2) Çökme ve adsorpsiyon (fizyikal çekim)
- 3) Elektrikli tepirler ve
- 4) Biyolojik değişiklikler.

Mekanik süzülme suretiyle kaba taneler kum tabakasının üst kısmında tutulur. Küm tanelerinin birbirine temas ettiği kısımlarda adsorpsiyon ve yarıdan geçen; su içinde bulunan her büyüklükteki sızdığı maddeler mekanik olarak tutulabilir.

Bu küçük taneler ile bakteriler ise çökme, adsorpsiyon ve elektrosztatik çekim neticesinde tutulur. Küm taneleri arasındaki küçük boşluklar birer çökme havası gibi çalışır ve su içindeki koloidal taneler ile bakteriler için çekim kuvveti sağlar. Çökme kuvveti (London - Van der Waal kuvvetleri) ve taneler üzerindeki elektrik yüklerinden (Zeta Potansiyeli) meydana gelecek negatif kuvvet tepirleri altında birbirine yapışır. Böylelikle bu havalar içerisindeki kum taneleri üzerine çökerek, kum tanelerinin yüzeyinde, çökme sızma maddelerden dolayı jelatimsi bir yapıya bürünür. Bu tabaka sızdığı maddelerin daha kolay tutulmasını sağlar.

Biyolojik olaylar canlı bakterilerin hayat faaliyetleri ile meydana gelir. Bu suyun kimyasal yapısındaki miktar değişiminde sebep olur. Sızdığı maddeler su içindeki canlı organizmanın bünyesinde sızdığı ve adsorpsiyonlarının çoğalmasi ile suyun kimyasal yapısı değişir.

Kum taneleri üzerindeki elektrik yükü, sızdığı suyun sızdığı taneler ve sızdığı maddelerin elektrosztatik tepirleri suyun kimyasal özellik-

2. İÇMESUYU TASFİYESİNDE FİLTASYON

İçmesuyu tasfiyesinde süzme işlemi eski zamanlardan beri, ençok kullanılan bir usuldür.

Su, kum tabakasının içinden geçtiği zaman askıdaki ve kolloidal maddelerinin hemen hemen tamamı tutulur. Kimyasal özelliklerinden bazıları değişir ve içindeki bakterilerin miktarı azalır.

Bu durum belli başlı dört olayın etkisi ile meydana gelir.

- 1) Mekanik süzülme
- 2) Çökeltme ve adsorpsiyon (Yüzeysel çekim)
- 3) Elektrikli tesirler ve
- 4) Biyolojik değişiklikler.

Mekanik süzülme suretiyle kaba taneler kum tabakasının üst kısmında tutulur. Kum tanelerinin birbirine temas ettiği kenarların arasından ve yanından geçen, su içinde bulunan her büyüklükteki askıdaki maddeler mekanik olarak tutulabilir.

Bazı küçük taneler ile bakteriler ise çökeltme, adsorpsiyon ve elektrostatik çekim neticesinde tutulur. Kum taneleri arasındaki küçük boşluklar birer çökeltme havuzu gibi çalışır ve su içindeki kolloidal taneler ile bakteriler, yer çekimi, parçaların kitlelerinden dolayı birbiri arasındaki çekme kuvveti (London - Van der Waal Kuvvetleri) ve taneler üzerindeki değişik elektrik yüklerinden (Zeta Potansiyeli) meydana gelecek magnetik kuvvet tesirleri altında birbirine yapışıp büyüyerek, bu havuzlar içerisindeki kum taneleri üzerine çökeltirler. Kum tanelerinin yüzeyinde, çökelen askı maddelerden dolayı jelatinimsi bir tabaka meydana gelir. Bu tabakada askıdaki maddelerin daha kolay tutulmasını sağlar.

Biyolojik olaylar canlı hücrelerin hayat faaliyetleri ile meydana gelir. Ve suyun kimyasal yapısını bir miktar değişmesine sebep olur. Sudaki maddeler su içerisindeki canlı organizmanın bünyesinde sarfolur. Bu organizmaların çoğalması ile suyun kimyasal yapısı değişir.

Kum taneleri üzerindeki elektrik yükü, sudaki iyonize olmuş taneler ve erimiş maddelerin elektrolitik ayrışımı suyun kimyasal özelli-

ğini değiştirebilir. Neticede elektrostatik yükler çoğalır veya azalır, ve bu değişiklik filtrenin yeniden yüklenmesini veya geri yıkanmasını gerektirir.

Yavaş filtrelerde süzme işleminin büyük bir kısmı kum yatağının üstündeki ince bir biyolojik tabakada meydana gelir. Sudaki kolloidal maddeler, bu biyolojik tabakayı teşkil eden alglerle mikroorganizmanın çıkardığı enzimlerin etkisiyle koagülasyona uğrayarak pıhtılaşır ve kumun üstünde veya üstüne çok yakın kısımlarda tutulur.

Hızlı kum filtrelerinde ise, filtrasyon işi kum tabakası derinliği boyunca devam eder ve fazla kısmı üst kesimde meydana gelir.

Her iki tip filtrede, fakat özellikle yavaş filtrede, kumun üst tabakasında canlıların yaşadığı jelatinimsi bir tabaka vardır. Bu tabakada biyolojik faaliyetler, mekanik süzülme ve adsorptif tesirler filtrenin alt kısımlarına nazaran daha çok fazladır.

Filtre uzun zaman çalıştıktan sonra bu tabaka kalınlaşır ve sıkışır, bu yüzdende suyun buradan geçmesi daha fazla yük kaybına sebep olur. O zaman da filtrenin yıkanması, temizlenmesi gerekir.

Kum filtresinde süzülmeyi sağlayan etkenlerin görünüşü Şekil 2.1 de verilmiştir /1/.

2.1 FİLTRASYONUN MAKSADI

Filtrasyon işleminin maksadları şöyle sıralanabilir.

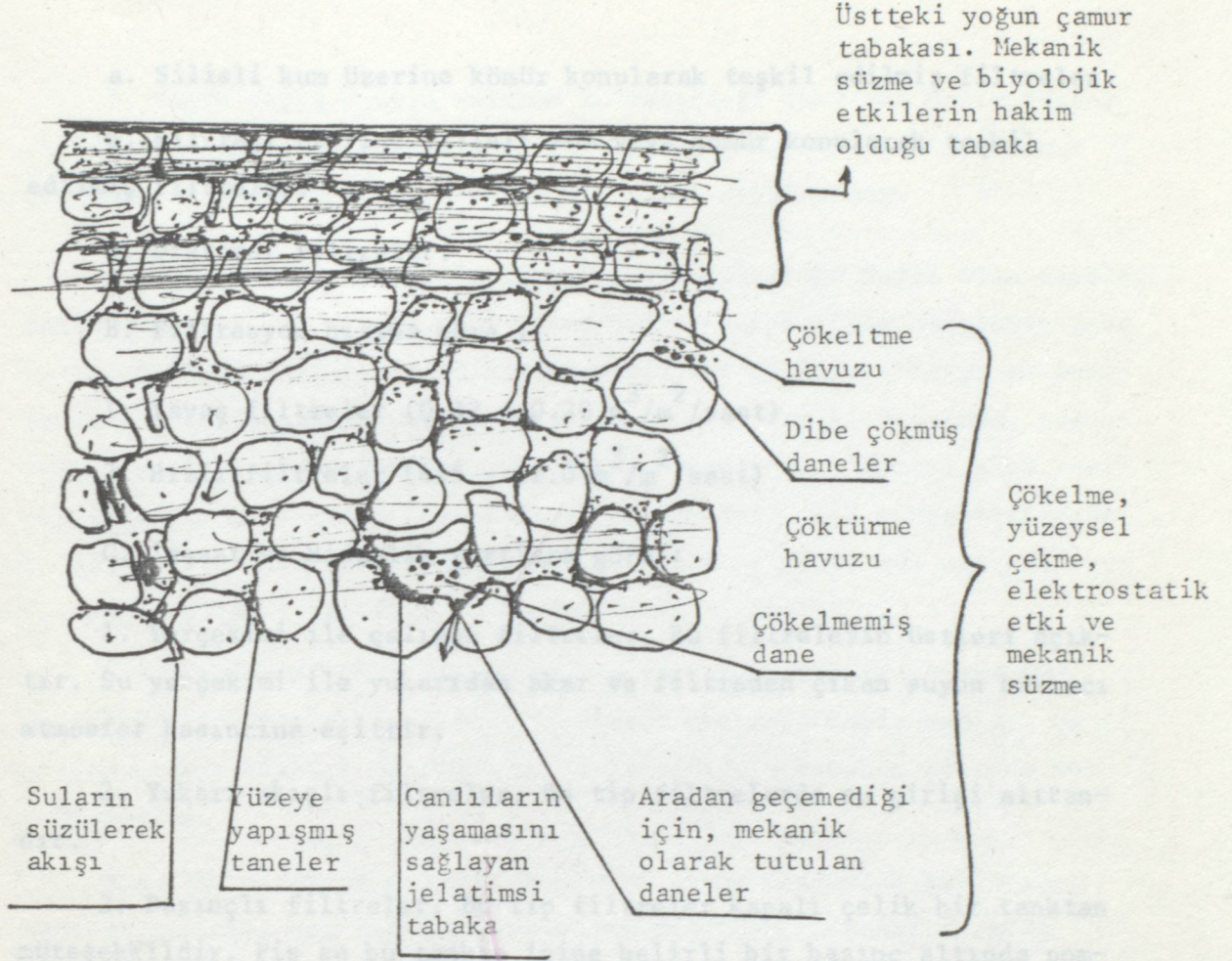
a) Su içerisindeki asılı halde bulunan küçük danecikleri sudan uzaklaştırmak, dolayısıyla bulanıklığı gidermek.

b) Organik maddelerin okside olmasını sağlamak (yavaş kum filtrelerinde).

c) Su içerisindeki mikroorganizmaları kısmende olsa sudan uzaklaştırmak.

d) Demir ve manganı okside etmek.

e) Amonyumu okside etmektir.



Şekil 2.1. Suyun Kum Filtrelerinde Süzülmesini Sağlayan Unsurların Genel ve Şematik Görünüşü.

2.2 FİLTRELERİN SINIFLANDIRILMASI

A. Filtrede kullanılan malzemeye göre :

1. Kum ile teşkil edilmiş filtreler.
2. Ufalanmış antrasit kömürü ile teşkil edilmiş filtreler.
3. Birden fazla malzeme kullanılarak teşkil edilmiş filtreler.

- a. Silisli kum üzerine kömür konularak teşkil edilmiş filtreler.
- b. Kil taşı üzerine silisli kum veya kömür konularak teşkil edilmiş filtreler.

4. Diatomat filtreler.

B. Filtrasyon hızına göre :

- 1. Yavaş filtreler (0.12 - 0.20 m³/m²/saat)
- 2. Hızlı filtreler (4.5 - 12.0 m³/m²/saat)

C. İnşaat ve Hidrolik şartlara göre :

1. Yerçekimi ile çalışan filtreler. Bu filtrelerin üstleri açıktır. Su yerçekimi ile yukarıdan akar ve filtreden çıkan suyun basıncı atmosfer basıncına eşittir.

2. Yukarı akışlı filtreler. Bu tip filtrelerde su girişi alttandır.

3. Basıncılı filtreler. Bu tip filtreler kapalı çelik bir tanktan müteşekkildir. Pis su bu tankın içine belirli bir basınç altında pompalanır, çıkışta yine belirli bir basınca sahiptir.

2.3. FİLTRE MALZEMESİ SEÇİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Filtre malzemesi seçimine tesir eden unsurlar şöyle sıralanabilir.

A. Aşınma direnci : Sert ve dayanıklı daneler daha uzun ömürlüdürler. Şekilleri bozulmadan nakledilebilirler. Hava su verilerek yapılan geri yıkama işlemlerinde dahi aşınmaya karşı direnç gösterirler.

B. Köşeli malzeme* kullanmakla daha iyi kalitede filtrelenmiş su elde edilebilir. Zira bu tür malzemelerin durgun yatak porozitesi daha fazladır. Dolayısıyla daha fazla hacim kaplarlar, ve daha az yük kaybı meydana getirirler.

C. Küre şekline yakın olan malzemeler ise, köşeli malzemelerden daha kolay olarak geri yıkanabilirler. Ayrıca elekten geçip istenilen boyutlara ayrılabilmeleri daha da kolay olur.

* Köşeli malzeme : Konkasörde kırılmış malzeme.

D. Küçük çapta daneli malzeme kullanıldığı takdirde birim filtre derinliği için daha iyi kalitede filtrelenmiş su elde edilir. Fakat bu küçük danelerinde geri yıkanma işlemleri daha zordur.

E. Ağır daneler (boyutları büyük veya yoğunluğu fazla olan daneler) hafif danelerden daha iyi geri yıkanabilir. Ancak böyle danelerin geri yıkanması için daha fazla geri yıkama hızları gerekir. Filtre malzemesi olarak kullanılacak malzemelere eleme, asit testi, yıpranma, yoğunluk, temizliğinin ve şeklinin mikroskop altında incelenmesi gibi testler yapılır. Asit testi için filtre malzemesinin, %20 konsantrasyondaki Hidroklorikasit solüsyonunda 24 saat kalması sonucunda ağırlık kaybı, başlangıçtaki ağırlığın %2'sinden fazla olmamalıdır.

Parçacıklar süzülme esnasında, kum yatağı içerisindeki tutulma sırasında, kum tanelerinin bütün yüzeyinin kaplanıp kaplanmadığı, veya parçacıkların birbiri üzerinde nasıl tutulduğu mikroskop altında incelenebilir.

Kum filtrelerinde kullanılacak olan kumun düzgünlük katsayısı; kumlar çok ince, çok kalın veya karışık ise büyük olacaktır. Buda filtrede süzme işlemini olumsuz yönde etkiler. Ekonomik sınırlar içinde kalmak kaydıyla ocaktan alınan kum elenerek çok iri taneleri ve yine çok ince taneleri ayrılarak, çap ve düzgünlük katsayısı açısından normal hale sokulmalıdır.

Bu eleme işlemleri kum ve çakıl için, kaba kum için ve ince kum için standart eleklerle yapılır. Bu standart eleklerle, en üst (en büyük göz açıklığı olan) elekten başlayarak, en alt eleğe kadar kum elenir. Daha sonra kumun analiz yani granülometri eğrisi çıkarılır. Bu eğriden istifade ile o kumun efektif boyu, düzgünlük katsayısı bulunmuş olur.

Effektif boy : Ağırlık olarak toplam miktarın %90'ından daha küçük %10'undan büyük olan tane boyuna denir. Veya efektif çap kumun %10'unu geçiren eleğin göz açıklığıdır.

Düzgünlük katsayısı : Kumun %40'ını üzerinde tutan (%60'ını geçiren) eleğin göz açıklığının; %90'ını üzerinde tutan (%10'unu geçiren) eleğin göz açıklığına oranıdır.

Filtrede kullanılacak olan ocak kumunun granülometri eğrisi çıkarılır. Bu kumun filtre kumu olabilmesi için çok kaba ve çok ince kısımlarının atılması gerekir. Filtrede şartlara uygun filtre kumunun da granülometri eğrisinden istifade ederek ocak kumunun, atılması gereken çok ince ve çok kaba kısımları bulunmuş olur.

2.3.1. FİLTRE KUMUNUN TANE BÜYÜKLÜĞÜ VE YATAK DERİNLİĞİ

Filtre kumunun; çökeltme havuzundan gelen flokların yıkamayı zorlamadan tutulmasını sağlayacak özellikte olması istenir. Ayrıca filtre çalışma süresinin uzun olması gerekir. Filtre de geri yıkama işlemi yapıldığı zaman çamurlar kum tanelerinin üzerinden kolayca atılabilmeli yapışıp kalmamalıdır. Aksi takdirde yıkama suyu hızı artırılırsa buda tanelerin su ile birlikte dışarı kaçmasına neden olur.

İnce kum, pıhtıların geçmesine mani olur ve gayet temiz, berrak su verir. Ancak filtrenin çalışma süresi kısadır, çabuk tıkanır. Geri yıkamada daha zor olur. Kalın kumda durum bunun tersi olmaktadır. Geri yıkama işleminde aynı su hızında ince kumun kabarması kalın kuma nazaran daha fazladır. Kabarma fazla olunca tanelerin birbirine sürtünüp üzerlerindeki çökelti maddeleri atmaları imkânı daha az olur ve yıkama işlemi de daha zorlaşır. Kum tanelerinin daha iri olmasıyla geri yıkamada bunlar birbirlerine çarpacak ve böylece temizleme işlemi daha iyi olacaktır. Kum büyük taneli olursa filtre daha uzun çalışır, daha temiz yıkanabilir, çamur yumakları daha az meydana gelir. Ancak çapın biraz büyümesi ile filtreli suyun bulanıklığı daha büyük oranda artar. Aynı zamanda kum taneleri çok büyük olursa bakteriler layıkıyla tutulamazlar. İri taneli filtre yatakları ince tanelilerden daha derin olmalıdır. Aynı derecede yıkama temizliği sağlayabilmek için yıkama suyu hızının ince kum haline kıyasla daha fazla olması lazımdır.

Genellikle kullanılan kumun efektif çapı 0.4 - 0.55 mm. olmalı, Düzgünlük katsayısı 1.75 den büyük 1.35 den küçük olmamalıdır. Düzgünlük katsayısı 1.3 ila 1.7 olan 0.3 - 0.6 mm. büyüklükteki kumunda kullanıldığı görülmüştür. Filtre kumu granülometrisi uygun şekilde seçilirse süzme hızında artırmak mümkündür. Kum tabakasının üniform olması lazımdır. Ancak bu sayede kum tabakasının alt kısmında üst kısmı kadar etkili ve çalışır durumda olabilir. Diğer taraftan çeşitli büyüklükteki

kum taneleri, filtrenin ters su verme ile yıkanması sonunda, kendi aralarında tabakalaşarak çeşitli tabakalar teşkil ederler ve ince kumların teşkil ettiği tabakada en yukarıda kalır. Kalın kum tabakası üzerindeki ince kum tabakası filtrenin kısa zamanda tıkanmasına sebep olabilir.

Süzme malzemesinin teşkil ettiği tabaka kalınlığı bakterilerin geçmesine mani olmak şartı ile mümkün olduğu kadar ince olmalıdır. En çok kullanılan kum tabakası kalınlıkları 0.60 ila 1.00 m. arası olup, 0.80 m. lik kalınlık daha çok kullanılır /1/.

2.4. FİLTRASYONUN HİDROLİĞİ

Darcy Kanununa göre gözenekli bir ortamda akıştaki, filtre hızı V, yük kaybına bağlıdır.

$$V = k \cdot I = k \cdot \frac{H}{L} \quad \text{yazılabilir.}$$

Burada ;

V : Filtre hızı (Q/A) ($m^3/m^2/h$)

H : Yük kaybı (m)

k : Geçirimsizlik katsayısı (m/dak)

C : Yatak kalınlığı (m)

Bu ifadeden yük kaybı çekilirse ;

$$H = \frac{V}{k} \cdot L \quad \text{bağıntısı çıkar.}$$

Ancak filtrasyonda yük kaybı hesaplarında Darcy formülü yerine Carman - Kozeny veya Sabri Ergun denklemleri kullanılmaktadır.

Carman - Kozeny denklemi ancak laminer akımlar için geçerli olan bir denklemdir. Kumun dane çapı 0.5 mm. ile 1.0 mm. arasında değişen ve normal filtrasyon hızlarında çalışan ($4 - 12 m^3/m^2/h$) hızlı kum filtreler için akımın laminer bölgede olduğu kabul edilir ve Carman - Kozeny denklemi kullanılabilir.

Bu şartlarda Reynolds sayısı umumiyetle 3 den azdır. Bazen kulla-



nılmış suların filtrasyonunda olduğu gibi büyük çaplı filtre malzemesi kullanılır ve filtrelerin geri yıkamasında yüksek hızlar söz konusu olur. Böyle durumlarda filtre içindeki akım, laminer bölgeden çıkar ve laminer bölge ile türbülanslı bölge içindeki geçiş bölgesine girer. Bu hallerde Carman - Kozeny denklemi kullanılmaz. Onun yerine Sabri Ergun denklemi kullanılır. Sabri Ergun denklemi laminer, geçiş ve türbülanslı bölgeyi içine alan bir denklemdir /4/.

2.5. KUM FİLTRELERİNİN GERİ YIKANMASI

Gerı yıkamada, filtre yatağındaki malzeme üzerinde biriken kalıntılar, kirleticiler, filtre malzemesi kaybedilmeden, filtreyi yukarı doğru yıkamak suretiyle söktürölüp, atılmaktadır.

Gerı yıkamanın sıhhatli yapılıp yapılmadığı, uzun süre iyi kalitede süzölümüş su ve yine uzun müddet kirlenmiş filtrelerde rastlanan problemlerin görölmemesiyle anlaşılmaktadır. Şayet iyi bir geri yıkama yapılmazsa aşağıda özetlenen haller meydana gelmektedir.

a. Çamur topakları filtre malzemesinin üzerinde birikmekte ve yeteri derecede büyödükleri vakit filtre tabanına çökmektedir.

b. Oluşan bu çamur topakları filtre içerisinde ölü (kör) bölgelerin meydana gelmesine ve ilk yük kaybının fazla olmasına sebebiyet vermektedir.

Bu çamur topaklarında geri yıkama sırasında parçalanamayan pıhtılaştırıcı malzeme ve kirden oluşmaktadır. Bu çamur topaklarının yanısıra filtre yüzeyinde bazı çatlaklar oluşmaktadır. Bunlarda, filtre malzemesi üzerinde sıkışabilen kirlilik tabakalarının oluşmasıyla meydana gelmektedir. Bunların etkileri de şunlardır ;

- En çok filtre duvarlarına yakın bölgelerde belirir ve oralarda ölü bölge oluşmasına sebep olurlar.

- Filtre malzemesi içinde kısa devreye sebep olurlar.

2.5.1. GERİ YIKAMA HİDROLİĞİ

Ayrı ayrı herbir kum tanesinin veya birbirine yapışmış şekildeki kum taneciklerinin suya karşı gösterebildikleri en büyük sürtünme

direnci kendilerinin sudaki ağırlıkları kadardır.

Filtrenin aktif olan yatağındaki kumları yukarı doğru kaldırmaya; kâfi miktardan fazla su geçirmek, kumların daha iyi temizlenmelerini sağlamaz. Fazla debi, taneleri birbirinden daha çok uzaklaştırır. Fakat taneler arasında sıkışan çökelti madde yumaklarını söküp atmak için yüksek debili yıkama suyuna ihtiyaç vardır.

Yıkama suyunun etkisiyle kabarmış olan kum yatağında, yukarı doğru olan kuvvet, yatağın su altındaki ağırlığı ile dengededir. Bu dengeyi şu şekilde ifade edebiliriz.

$$g Z A = (1 - p) L \cdot (\rho_s - \rho) g A$$

Burada ;

ρ : Suyun yoğunluğu (kg/m^3)

ρ_s : Malzemenin yoğunluğu (kg/m^3)

L : Yatak kalınlığı, derinliği (m)

P : Yatağın porozitesi

g : Yerçekimi ivmesi

Z : Geri yıkamadaki filtrenin yük kaybı (mss)

A : Filtre yatağı yüzey alanı (m^2)

Yukarıdaki denklemden yük kaybı çekilirse ;

$$Z = (1 - P) \cdot L \cdot \frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} \text{ olur.}$$

Gerçek yıkamada ikinci bir parametre genişleme yüzdesidir. Genleşme ve genişmiş yatak kalınlığı arasındaki denklem şu şekildedir.

$$E = 100 \frac{L_e - L}{L}$$

Burada ;

E : Genleşme (%)

L_e : Genleşmiş yatak kalınlığı (m)

Geriyıkamada kullanılan su, toplam filtre edilmiş suyun % 1 - %2'si arasında olması, daha fazla suyun kullanılması istenmektedir.

Geriyıkama işlemi sırasında oluşan toplam yük kaybı ;

$$H = H_{\text{taban}} + H_{\text{yatak}} + H_{\text{boru}}$$

olarak hesaplanabilir. /4/

2.6. FİLTREDE YÜK KAYIPLARI

Filtrenin çalışması sırasında süzölen suyun; kum, çakıl tabakalarından, drenaj sisteminden geçerken sürtünmeden dolayı basıncı düşmektedir. Bu basınç düşmesi filtredeki yük kaybıdır. Bu yük kaybı, filtredeki su üst kotu ile filtreden çıkan suyun dinamik basıncı arasındaki farktır. Bu kum tabakası üstündeki su kesimi ile filtre çıkış borusu üzerine iki adet piyezometre tüpü içindeki yükselen ve inen su seviyeleri arasındaki farkla kolayca görölebilmektedir.

Hızlı kum filtrelerinden, temiz halde yani yıkamadan hemen sonraki yük kaybı 1.20 ila 1.80 metreden fazla olmamaktadır. Kum ne kadar ince veya süzme hızı ne kadar fazla ise başlangıçtaki yük kaybı da o kadar fazla olmaktadır. Çalışma devam ettikçe filtre gittikçe kirlenmekte ve yük kaybıda gittikçe artarak en çok 3.0 ila 4.5 metreye kadar yükselmesine izin verilmektedir. Uygulamalarda bu kaybın en fazla 2.4 - 3.0 metreye ulaşması istenmektedir.

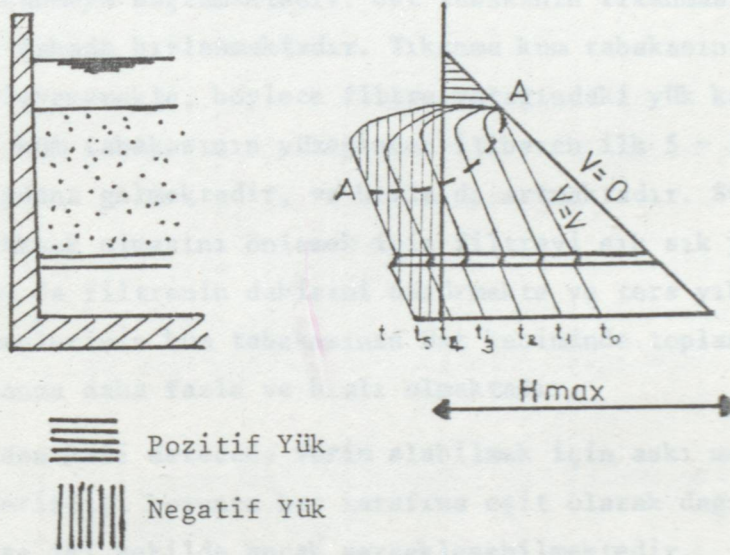
Daha fazla yük kaybı istenmeyen bir durumdur. Çünkü o zaman yukardaki su basıncı ile kum ve arasındaki çamur iyice sıkışmakta bu ise filtrenin yıkanmasını zorlaştırmaktadır. Yahutta bu aşırı sıkışma sonunda, kum tabakasında veya havuz duvarı ile kum arasında çatlaklar meydana gelmekte ve ham su iyice süzölmeden dışarı çıkmaktadır.

Filtrede işletme esnasında meydana gelen bu yük kayıpları grafik ile izah edilebilir.

Hızlı kum filtrelerinde başlangıçta yani filtre temiz ikenki H_0 yük kaybı filtrenin çalışma süresi ile artarak bir H değerine ulaşır. Filtreden süzölen suyun kalitesinin bozulmaması için filtre yatağında negatif basınç doğmaması gerekir. Bu sebeple yük kayıpları H_{max} değe-

ri ile sınırlanmıştır. Negatif basınç doğmasında filtre üzerindeki su seviyesinin derinliğinin de rolü vardır. Aynı filtrasyon süresi için su seviyesi fazla olan filtrede negatif basınç olmamasına rağmen su seviyesi az olanda negatif basınç teşekkül edebilir.

Filtrelerde meydana gelen yük kayıpları grafik ile gösterilebilir.



Grafik 2.6. Bir Kum Filtresinde Meydana Gelen Yük Kayıpları.

3. TABAKALI FİLTRELER

İçmesuyu ve teknolojik su hazırlanmasında kullanılan filtre tesislerin den daha ekonomik ve daha iyi kalitede su elde edebilmek için sürekli yeni metodlar denenmektedir.

İşletme veriminin yüksek olması için geçen debinin fazla, su kalitesinin standartlara uygun, geri yıkamada kullanılan suyun ve zamanın az olması gerekmektedir. Ekonomik verimin yüksek olması ise yapım masraflarının düşük, işletmenin kolay ve basit olmasıdır.

Aşağı akışlı kum filtrelerinde homojen kum tabakası yukarıdan itibaren tıkanmaya başlamaktadır. Üst tabakanın tıkanması boşlukların dolması ile dahada hızlanmaktadır. Tıkanma kum tabakasının derinlerine doğru işleyememekte, böylece filtre yatağındaki yük kaybının en büyük kısmı kum tabakasının yüzeyinden itibaren ilk 5 - 10 cm. lik kısmında meydana gelmektedir, ve hızla da artmaktadır. Sürtünme kaybının çok yüksek olmasını önlemek için filtreyi sık sık yıkamak gerekmektedir. Bu da filtrenin debisini düşürmekte ve ters yıkama sonucu ince kum tanelerinin kum tabakasının üst kesiminde toplanması ile bu kesimde tıkanma daha fazla ve hızlı olmaktadır.

Filtreden kafi derecede verim alabilmek için askı maddelerin kum yatağının derinliği boyunca her tarafına eşit olarak dağılması gereklidir. Bu ise iki şekilde ancak gerçekleşebilmektedir.

- a. Akış yönünde, gittikçe akış hızını düşürmek veya
- b. Filtre yatağının üst kısmına kaba malzeme; altına doğru gittikçe ince malzeme koymak.

Her iki haldede askı maddeler filtre yatağının daha derin mesafelerine inmekte ve böylece çamur daha düzgün bir şekilde yatağın her tarafına yayılmaktadır. Bu düşüncelerden çıkılarak çift tabakalı veya çok tabakalı filtreler kullanılmaya başlanmıştır.

3.1. ÇİFT TABAKALI FİLTRELER

Kum filtre malzemesi olarak, kolay bulunabilirliği, düşük maliyeti, iyi sonuçlar vermesi gibi avantajları nedeniyle uzun süredir

kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde hâla en üstün filtre malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Fakat hassas filtrelerin, geri yıkama sonrasında ince kumların üst kısımda birikmesi verimlerini düşürmektedir.

Yukarıda da belirttiğimiz gibi verimi artırmak için çift tabakalı filtreler kullanılmaya başlanmıştır. Üst tabakadan kaçan askıdaki maddeler, floklar filtre dibindeki daha küçük daneli kum tarafından tutulmaktadır.

Çift tabakalı filtrelerde alternatif olan yöresel malzemeler ; kaba malzemeler olarak kum tabakasının üzerinde görev yapmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde artık yavaş yavaş kum filtrelerinin yerini tabakalı filtreler almaktadır.

Çift katlı filtre genellikle üst katı kömür ($\gamma_s : 1.45 - 1.55$; dane çapı 1.0 - 1.6 mm.'ye kadar) ve alttaki kum tabakasının ($\gamma_s:2.65$ dane çapı 0.45 - 0.80 mm.) kombinasyonunda oluşmaktadır.

Tabakalı filtrelerde ikinci (üst) tabaka ile (alt) kum tabakanın arakesit kuvvetine, özgül ağırlıklarının farklılıklarına rağmen geri yıkama sonunda her iki tabakada birbirlerine karşı olan durumlarını korumaktadır.

Çift tabakalı filtrelerin geleneksel kum filtrelerine nazaran bir kaç farklı özellikleri vardır.

1. Daha uzun süre çalışma kapasitesi
2. Yüksek oranda filtreleme hızı (10 - 15 m/saat); filtreleme alanının düşüklüğü
3. Mevcut kum filtreleri çok düşük bir masrafla çift katlı filtreye çevrilebilmesi /3/.

Tabakalı filtrelerde en üst katta alışılmışın dışında filtreleme malzemeleri kullanılmaktadır.

Örneğin : Kırık hindistan cevizi kabuğu, pirinç kabuğu, antrasit kömürü, kullanılmaktadır.

Çift katlı filtrelerin çoğu (Amerika'da) efektif büyüklükleri (P_{10}) 0.45 - 0.80 olan alttaki tabaka ile efektif büyüklüğü 1 - 1.6 mm.

olan üst tabakadan oluşmuştur. Üniformluluk katsayısı (u) her iki tabaka için 1.3 - 1.7 arasındadır. Filtre yatağının derinliği kirliliğin önemli bir miktarını filtrelenmiş suyun çıkışına ulaşmasını önleyecek kadar büyük olmalıdır.

Umumiyetle çift katlı filtreler 40 - 75 cm. derinliğinde kum ile 15 - 30 cm. lik kaba malzemeden oluşur. Kendi doğal kömürleri veya diğer alışılmamış filtre malzemeleri (fındık kabukları, v.s.), Brezilya, Şili, Kolombiya, Hindistan gibi memleketlerde kolaylıkla bulunabilirlikte ve uygulanabilmektedir.

Hindistan'da bir kaç tesiste kırık hindistan cevizi kabuklarının kullanıldığı çift tabakalı filtre tesisleri vardır. Filtre yatağı ortalama büyüklüğü 1 - 2 mm. 30 cm. lik kabuk ile, ortalama büyüklüğü 0.45 - 0.50 mm. 50 cm. lik kum tabakasından oluşmuş ve gayet iyi neticelerde alınmıştır.

Bu tür filrelerde ikinci tabaka olarak kullanılan bazı maddeler ile kuma ait değerleri tablo ile gösterebiliriz.

Kriterler	Kömür	Kum
Boyutları	0.85 - 1.6 mm.	0.55 - 0.90 mm.
Effekt. Boyut. P ₁₀	1.0 mm.	0.6 mm.
Uniform Kats. (u)	1.3 - 1.5	1.3 - 1.5
Özgül Ağırlığı	1.4	2.65
Kriterler	Kırılmış Hindistan Cevizi Kabuğu	Kum
Boyutları	0.81 - 2.1 mm.	0.5 - 0.81 mm.
Effekt. Boyut. P ₁₀	0.80mm.	0.52 mm.
Uniform Kats. (u)	1.2	1.3
Özgül Ağırlığı	1.4	2.65

3.1.1. ÇİFT TABAKALI FİLTRELERİN GERİ YIKANMASI

Bu tür filtrelerde kirlilik tek tabakalı filtrelere nazaran, filtrenin daha derinlerinde tutulduğu için geri yıkama esnasında fazla yatak genişlemesi gerekmektedir.

Geri yıkama esnasında malzemelerin istenildiği gibi tabakalaşması için uygun malzeme seçilmelidir.

Yüksek geri yıkama hızlarında tabakalar arasındaki karışma artmaktadır. Bu karışma vananın hızlı kapatılmasında bağlı olmaktadır.

Geri yıkama esnasında hava kullanılması malzeme tabakalarını dağıtmakta ve malzemelerin birbiriyle karışmasına sebep olmaktadır. Çift malzemeli filtrelerde hava kullanarak geri yıkama yapıldığı takdirde filtre yatağı, kömürün veya ikinci tabakanın üst kısımda toplanabilmesi için su ile geri yıkama safhasında yeteri kadar genişletilmektedir.

Filtre yatağını geri yıkamada kullanılan su hızı, bütün malzemeyi, altta toplanan iri taneleri akışkan hale getirebilmektedir.

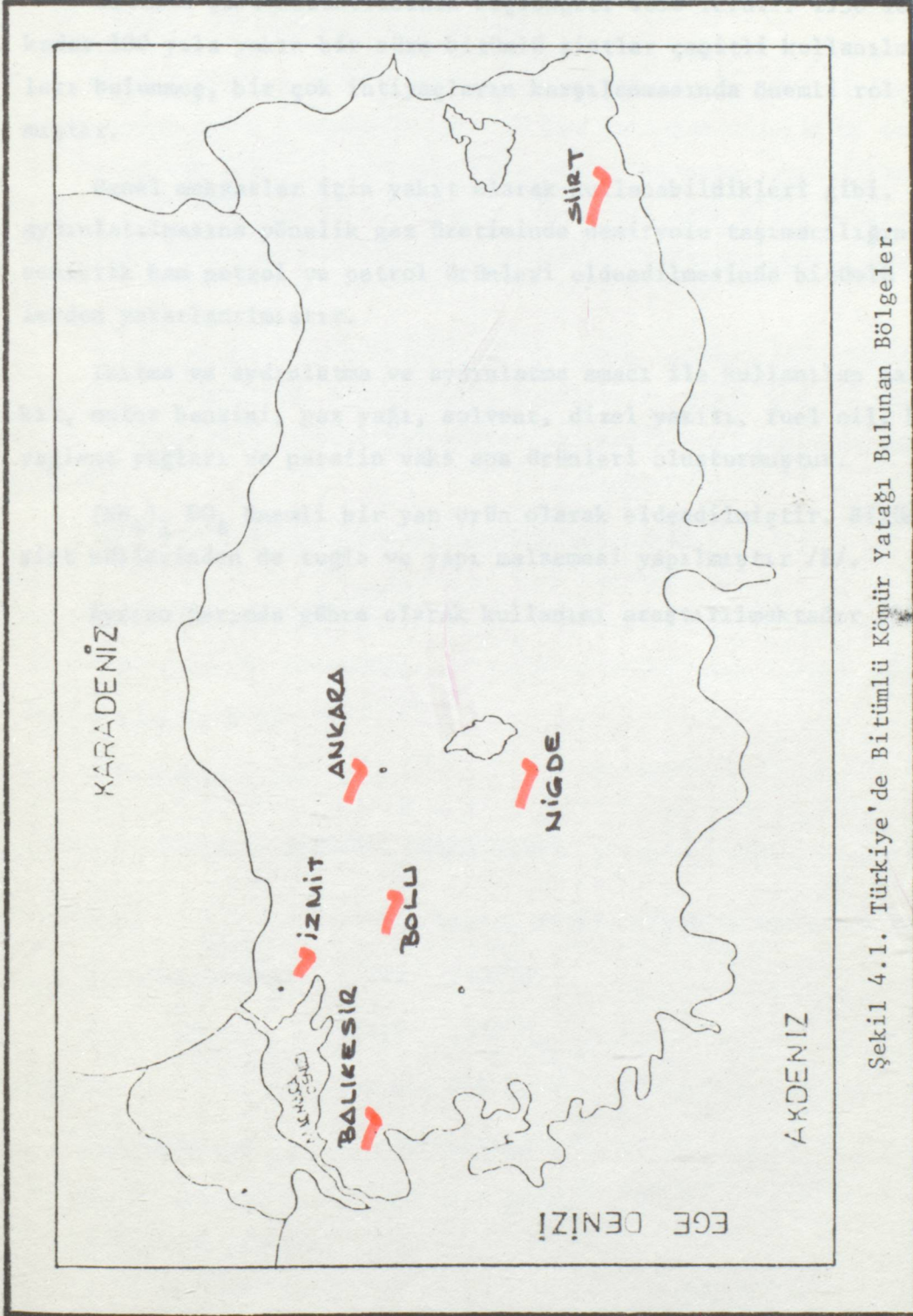
3.2. ANTRASİT KÖMÜRÜ

Öğütülmüş antrasit kömürü, Antrafilt adı altında yurt dışına satılmakta ve bir çok filtre tesislerinde kullanılmaktadır. Ton fiyatı kuma nazaran daha fazla olmakla birlikte, yoğunluğunun kumun yoğunluğundan az olması ile beher m³'ünün nakliyesi daha ucuzdur.

Antrasitin kuma nazaran avantajları meyanında iki yıkama arasındaki çalışma periyodunun daha uzun olması, daha az yıkama suyu kullanılması, daha az yıkama suyu hızına rağmen daha temiz filtre yatağı sağlanması gibi hususlarda sayılabilir.

Ancak tek mahsuru zamanla tanelerin sürtünerek aşınması ve ufalanan kömür tanelerinin yıkama suyu ile birlikte zayi olmasıdır. Antrasitin kuma nazaran en büyük avantajı özgül ağırlığının daha hafif olmasıdır.

Bazen kum tabakasının üzerine bir tabaka antrasit kömürü konmakta ve böylece süzme ortamı iki tip malzemedan meydana getirilmektedir. Bu suretle bilhassa çamur yumaklarının teşekkülü önlenmekte ve filtreler,



4.5. BITÜMLÜ ŞİST KULLANIM SAHALARI

Bitümlü şist endüstrisinin başlangıcı 1850 lerdir. 1950 lere kadar 100 yıla yakın bir süre bitümlü şistler çeşitli kullanılma alanları bulunmuş, bir çok ihtiyaçların karşılanmasında önemli rol oynamıştır.

Genel maksatlar için yakıt olarak kullanabildikleri gibi, şehir aydınlatılmasına yönelik gaz üretiminde demiryolu taşımacılığında, sentetik ham petrol ve petrol ürünleri elde edilmesinde bitümlü şistlerden yararlanılmıştır.

Isıtma ve aydınlatma ve aydınlatma amacı ile kullanılan gaz yakıt, motor benzini, gaz yağı, solvent, dizel yakıtı, fuel oil, hafif yağlama yağları ve parafin vaks ana ürünleri oluşturmuştur.

$(NH_4)_2 SO_4$ önemli bir yan ürün olarak elde edilmiştir. Bitümlü şist küllerinden de tuğla ve yapı malzemesi yapılmıştır /8/.

Ayrıca tarımda gübre olarak kullanımı araştırılmaktadır /9/.

5. PERLİT

Perlit, Perlstein kelimesinden türemiş olup, Perl (inci) + Stein (taş), incitaş anlamına gelmektedir.

Perlit 700°C - 1200°C arasındaki sıcaklıklarda bünyesindeki bağdaşık suyun buhar basıncıyla 4 - 20 kez genişleme niteliğine sahip genişlediğinde hafif ve gözenekli bir yapı oluşturan, genellikle % 70 - % 75 SiO₂ ; % 12 - 20 Al₂O₃ ve az miktarda diğer mineral bileşikleri içeren asidik özellikli püskürük, camsı kayalara verilen addır.

Tabiatta genellikle siyah, gri ve gümüş renkte camsı yapıda çatlaklarla dokunmuştur. Bünyesindeki bağdaşık su oranı % 2 - 5 dir. Bu su (bünye veya serbest su) muhtevası perlit genişmesinde en büyük etkindir.

Perlitin genişmesinde dört etken rol oynar.

- Kullanılan perlitin cinsi
- Gerekli ısıtma süresi
- Tane iriliği
- Genleşme sıcaklığı

5.1. PERLİTİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Renk	: Gri, beyaz, yeşil, siyah ve bunların tonları
Yumuşama noktası	: 800 - 1100°C
Erime noktası	: 1315 - 1332°C
pH	: 6.6 - 8.0
Spesifik ısı	: 0.20 Kcal/kg°C
Özgül ağırlık	: 2.2 - 2.4 gr/cm ³
(Spesifik gravite)	

Ham perlitin rengi açık griden, parlak siyaha kadar değişmektedir. Fakat genişince renk tamamen beyazlaşmaktadır.

5.2. PERLİTİN KULLANIM ALANLARI

Dünyada perlitin % 35'i sıva agregası olarak, % 25'i beton agregası olarak, % 23'ü gıda endüstrisinde filtre malzemesi yapımında, % 8'i yalıtım malzemesi yapımında, % 4'ü tarımda ve % 5'i diğer alanlarda kullanılmaktadır.

İnşaat sektöründe ; Hafiflik, ısı ve ses yalıtımı, ateşe dayanıklılık, kimyasal etkenlerden etkilenmeme ve inşaat kolaylığı nedeni ile bina iç ve dış sıvalarında kumun yerini perlit almaktadır.

Kumdan 20 kez daha hafif olduğu için işçiliği kolay ve daha az yıpratıcıdır.

Hafif beton yapımında, çok hafif bir malzeme olarak beton blok, prefabrik pano imalinde agrega olarak kullanılmaktadır.

Metalurji endüstrisinde genişletilmiş perlit, dökümde eriyiğin kalıpta ani soğumasına engel olmak için döküm kumuna katkı maddesi olarak, erimiş metalin korunmasında ve sıcak ıgotların taşınmasında 900°C de dayanıklı fırın yalıtım tuğlaları yapımında, sanayi fırınlarının onarımında kullanılmaktadır.

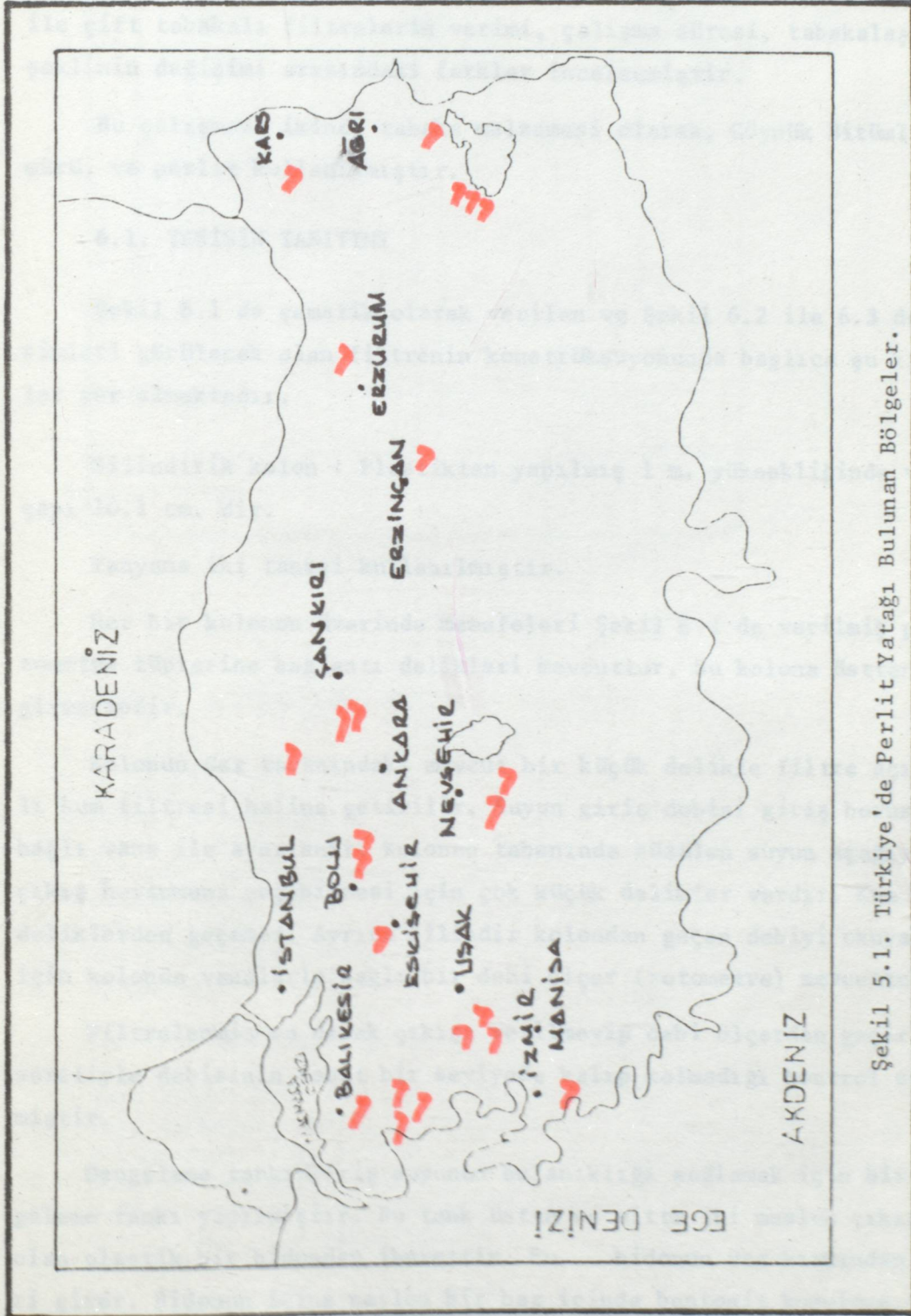
Tarım sektöründe toprağın iyileştirilmesinde ve tarım ilaçlarında gübrelerde dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Toprağın iyileştirilmesinde asıl fonksiyonu, yağışların doğal buharlaşmasını azaltması ve suyu toprakta tutmasıdır.

Filtre endüstrisinde gıda sanayiinde, bira, şarap, şeker şerbeti ve meyva suları süzmede yardımcı madde olarak perlit kullanılmaktadır.

İlaç ve kimya sanayiinde, soda külü eriyiklerinin filtrasyonu sülfirik asit filtrasyonu, uranyum şerbeti filtrasyonunda kullanılır.

Bunlardan başka kalafat macunu, lastik, boya, emaye, seramik plastik, reçine tekstil ve sabun yapımında dolgu maddesi olarak da kullanılmaktadır.

Şekil 5.1 de Türkiye'de perlit rezervi bulunan bölgeler gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Türkiye'de Perlit Yatağı Bulunan Bölgeler.

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Labaratuvarında kurulan deney tesisinde tek tabakalı kum filtresi ile çift tabakalı filtrelerin verimi, çalışma süresi, tabakalaşma şeklinin değişimi arasındaki farklar incelenmiştir.

Bu çalışmada ikinci tabaka malzemesi olarak, Göynük Bitümlü Kömürü, ve perlit kullanılmıştır.

6.1. TESİSİN TANITIMI

Şekil 6.1 de şematik olarak verilen ve Şekil 6.2 ile 6.3 de resimleri görülecek olan filtrenin konstrüksuyonunda başlıca şu kısımlar yer almaktadır.

Silindirik kolon : Plastikten yapılmış 1 m. yüksekliğinde ve iç çapı 10.1 cm. dir.

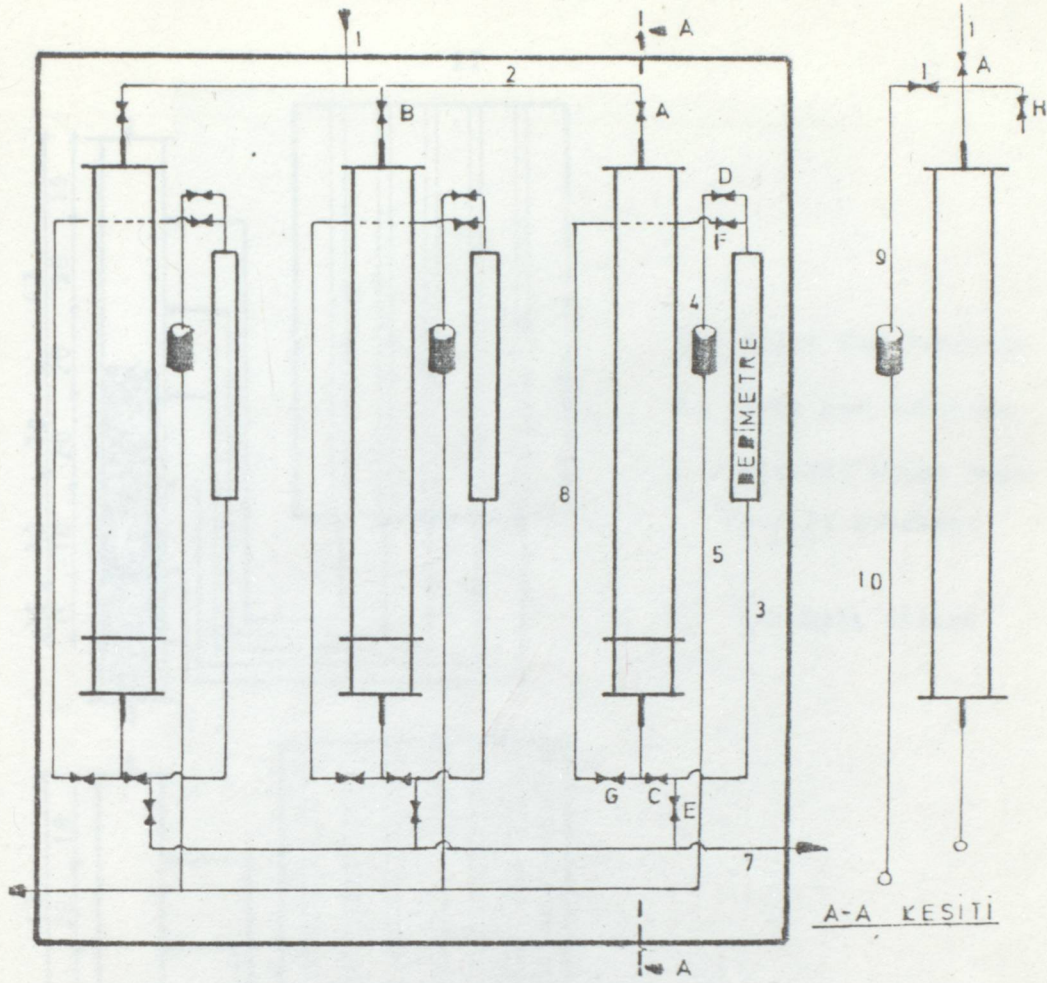
Yanyana iki tanesi kullanılmıştır.

Her bir kolonun üzerinde mesafeleri Şekil 6.1 de verilmiş piyezometre tüplerine bağlantı delikleri mevcuttur. Su kolona üstten girmektedir.

Kolonun üst tavanındaki mevcut bir küçük delikle filtre açık hızlı kum filtresi haline getirilir. Suyun giriş debisi giriş borusuna bağlı vana ile ayarlanır. Kolonun tabanında süzülen suyun aşağıya inip çıkış hortumuna geçebilmesi için çok küçük delikler vardır. Kum bu deliklerden geçemez. Ayrıca silindir kolondan geçen debiyi okuyabilmek için kolonda vanalarla bağlı bir debi ölçer (rotometre) mevcuttur.

Filtrelenmiş su direk çıkışa verilmeyip debi ölçerden geçirilmek suretiyle debisinin sabit bir seviyede kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir.

Dengeleme tankı:Çiriş suyunun bulanıklığı sağlamak için bir dengeleme tankı yapılmıştır. Bu tank üstte ve altta iki musluk çıkışı olan plastik bir bidondan ibarettir. Su bidonun üst kısmından içeri girer. Bidonun içine naylon bir bez içinde bentonit konulmuş, su buradan geçerek bulanmış bir halde tesise girmiştir.



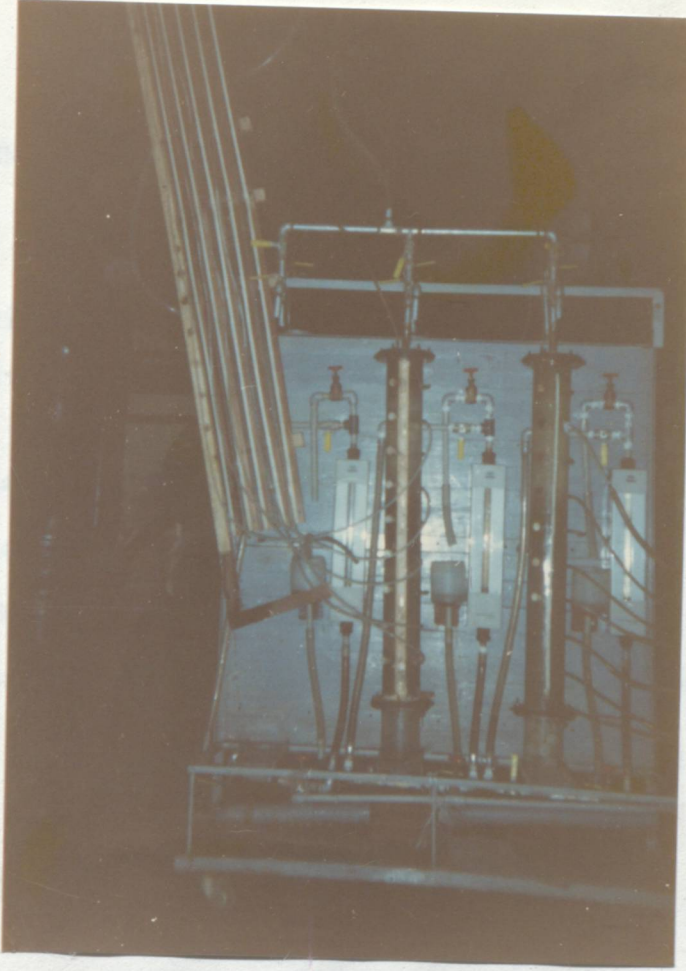
Şekil 6.1. Deney Tesisinin Şeması

NORMAL ÇALIŞMA AKIŞ ŞEMASI :

- 1 : Filtre giriş borusu
- 2 : Kolonlara su dağıtan boru
- A : Kolona giriş vanası
- C : Çıkış vanası
- 3 : Debimetreye giriş borusu
- D : Debimetreden çıkış vanası
- 4 : Debimetreden çıkış borusu
- 5 : Tesisten çıkış borusu
- H : Numune alma vanası

GERİ YIKAMADA AKIŞ ŞEMASI :

- 7 : Geri yıkama suyu ana giriş borusu
- E : Geri yıkamasuyu giriş vanası
- 3 : Debimetreye giriş borusu
- F : Debimetreden çıkış vanası
- 8 : Geri yıkama suyunun kolona giriş borusu
- G : Geri yıkama suyu giriş vanası
- I : Geri yıkama suyu çıkış vanası
- 9 : Geri yıkama suyu çıkış borusu
- 10 : Tahliye borusu



Şekil 6.1. Tesisin Genel Resmi.



6.2 DENEY MALZEMELERİNİN HAZIRLANMASI

6.2.1. I. KOLONUN MALZEMESİNİN HAZIRLANMASI

Birinci kolona Kağıthane Arıtma Tesislerinden alınan filtre kumu döşenmiştir. Tek tabakadan ibarettir, ve 57 cm. yükseklikte konulmuştur.

Bu malzemeye ait değerler şunlardır :

Özgül ağırlık : 2.65 gr/cm³

Aside karşı dayanıklılık : % 2 den az.

Granülometri eğrisi : Grafik 6.1 de verilmiştir.

$$d_{10} = 0.75 \text{ mm.}$$

$$d_{60} = 1.59 \text{ mm.}$$

$$U = d_{60} / d_{10} = 2.12$$

6.2.2. II. KOLONUN MALZEMESİNİN HAZIRLANMASI

İkinci kolon tabakalı olarak çalıştırılacaktır. En alt tabakada Kağıthane Arıtma Tesislerinden alınan ve özellikleri 6.2.1'de verilen kumdan 15 cm. konulmuştur.

İkinci tabaka 22 cm. kalınlığında ve dane çapı 0.45 - 0.8 mm. arasında kalacak şekilde elenmiş kum dan teşkil edilmiştir. Bu malzemeye ait değerler ;

Özgül ağırlık : 2.65 gr./cm³

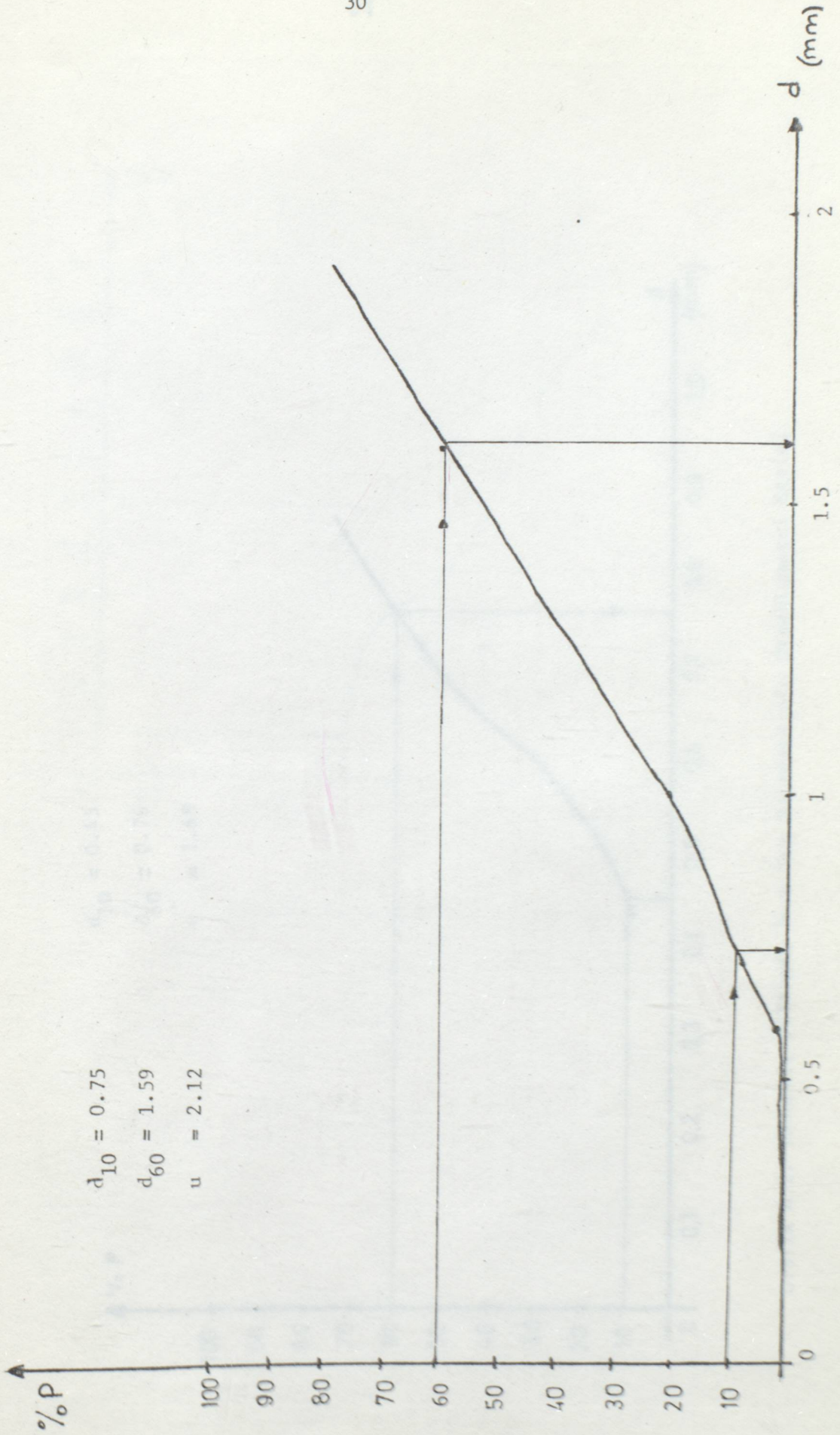
Aside karşı dayanıklılık : % 2 den az.

Granülometri eğrisi : Grafik 6.2 de verilmiştir.

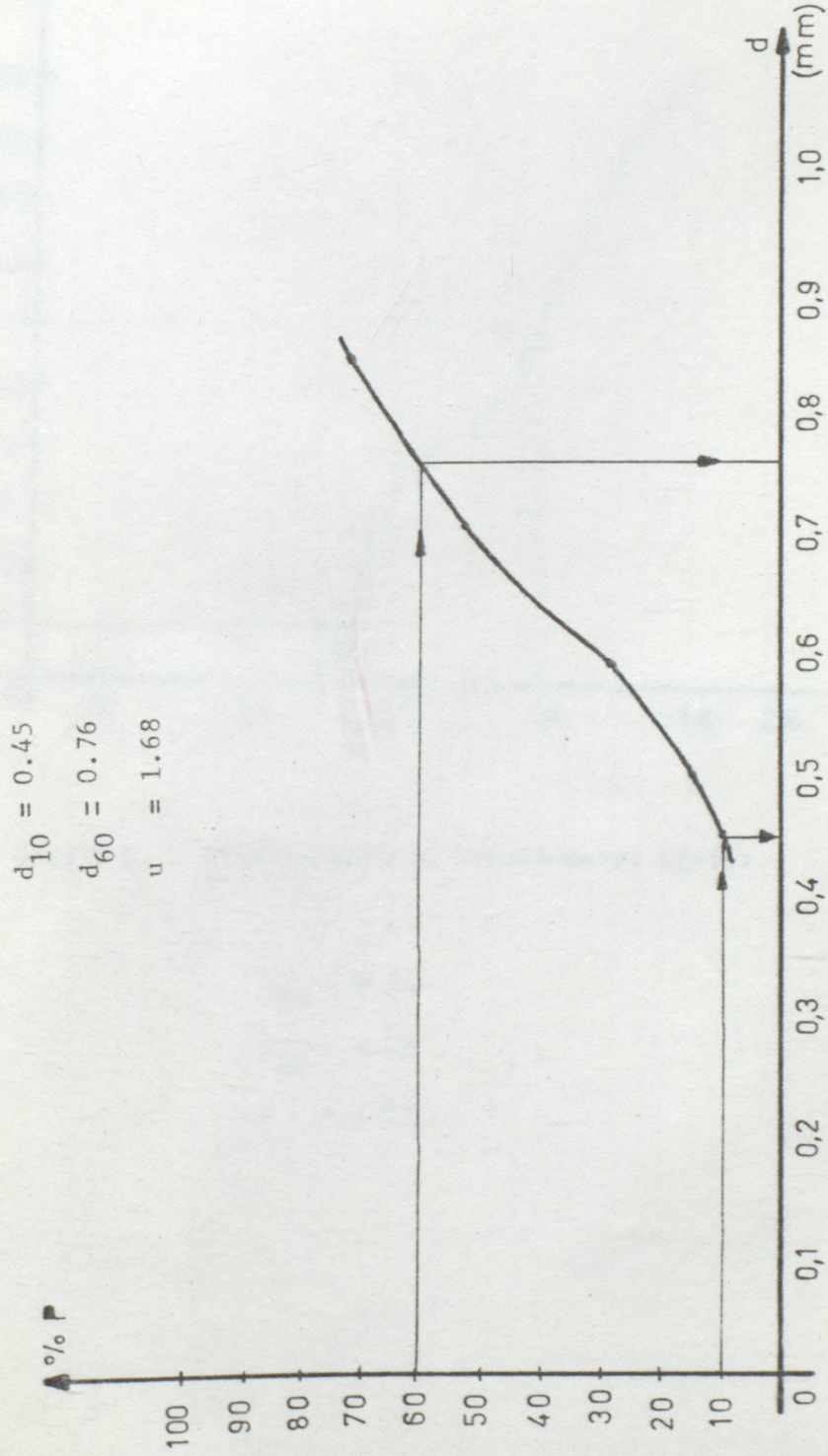
$$d_{10} = 0.45$$

$$d_{60} = 0.76$$

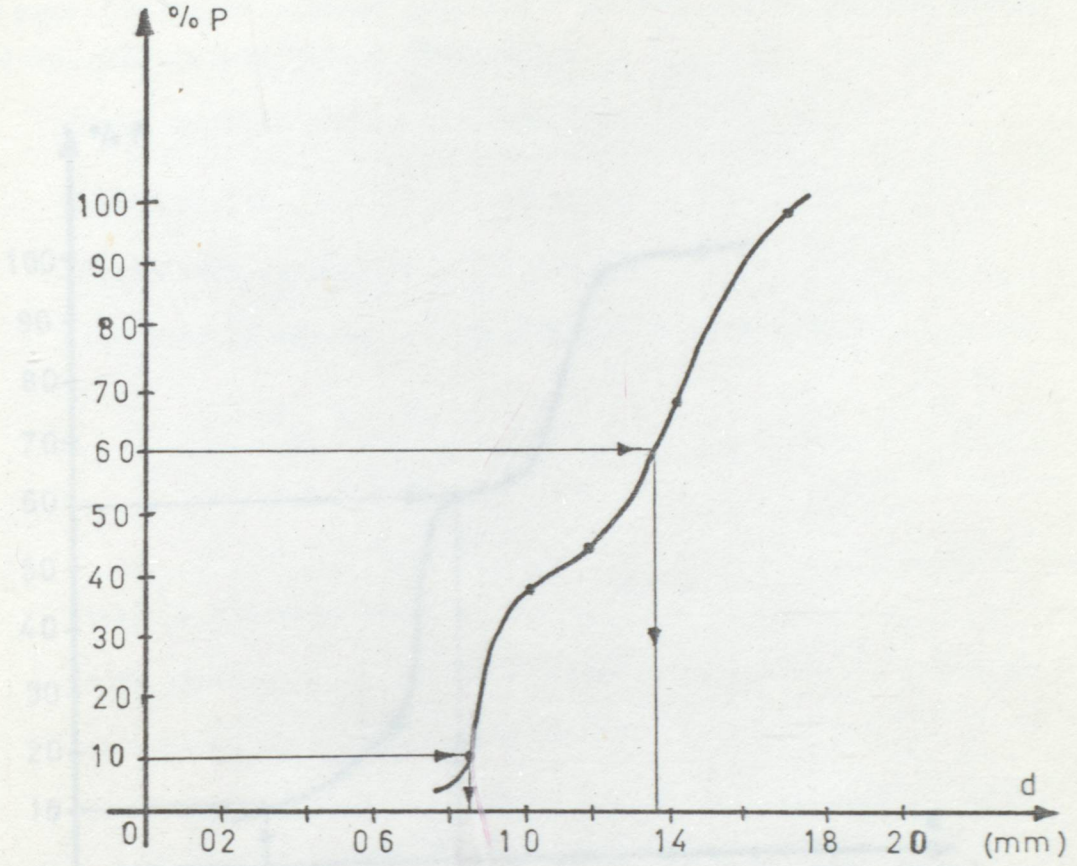
$$u = d_{60} / d_{10} = 1.68$$



Grafik 6.1. 1. Kolon Malzemesinin Granülometri Eğrisi (Kağıthane Arıtma Tesisi Kumu)



Grafik 6.2. Tabakalı Filtrede İnce Kum Malzemesinin Granülometri Eğrisi

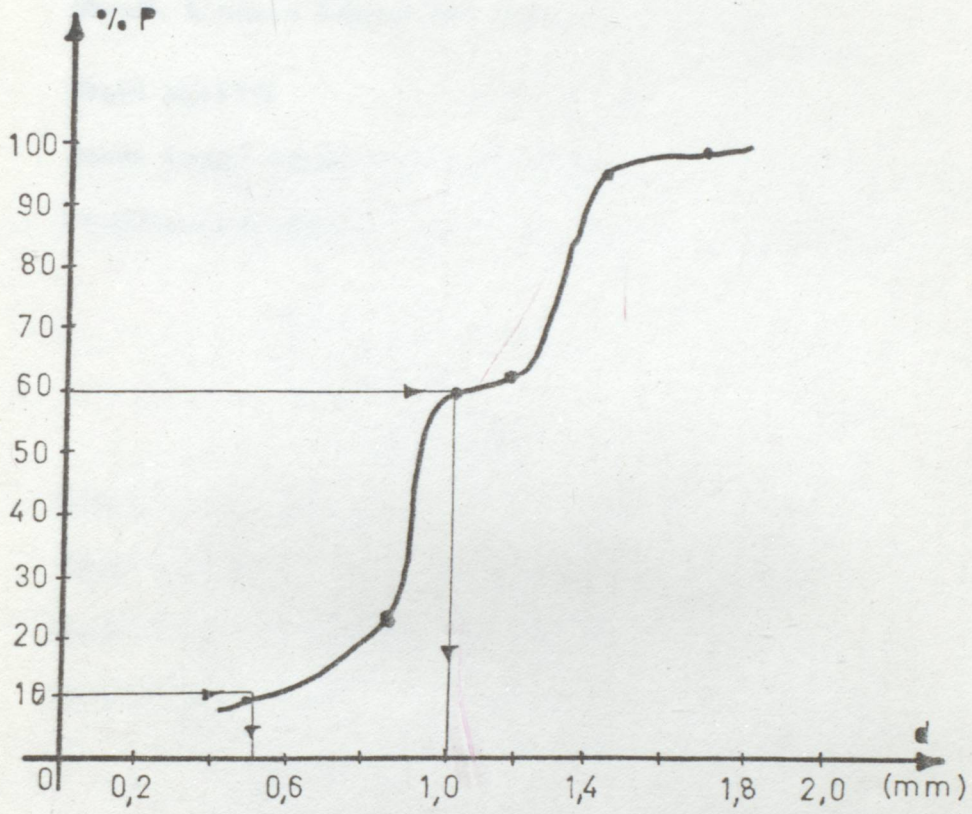


Grafik 6.3. Bitümlü Kömürün Granülometri Eğrisi

$$d_{10} = 0.84$$

$$d_{60} = 1.38$$

$$u = 1.65$$



Grafik 6.4. Perlit Malzemesinin Granülometri Eğrisi

$$d_{10} = 0.5$$

$$d_{60} = 1$$

$$u = 2$$

En üst ve üçüncü tabaka olarak bitümlü kömür ve perlit kullanılmıştır. Ve her ikisinde çapı 1.0 - 1.6 mm. olacak şekilde elenip, 20 cm. yükseklikte kolona döşenmiştir.

Göynük Bitümlü Kömüre ait değerler :

Özgül ağırlık : 1.23 gr/cm³

Aside karşı dayanıklılık : % 2 den az.

Granülometri eğrisi : Grafik 6.3 de verilmiştir.

$$d_{10} = 0.84$$

$$d_{60} = 1.38$$

$$u = d_{60} / d_{10} = 1.65$$

Perlit'e ait değerler :

Özgül ağırlık : 2.2 gr/cm³

Aside karşı dayanıklılık : % 2 dan az.

Granülometri eğrisi : Grafik 6.4 de verilmiştir.

$$d_{10} = 0.5$$

$$d_{60} = 1$$

$$u = d_{60} / d_{10} = 2$$

6.3. DENEYİN YAPILIŞI

Deneyde kullanılan filtre modeli açık, hızlı kum filtresidir. Açık hızlı kum filtrelerinde, daha evvelde belirtildiği gibi hız 4.5 - 12 m³/m²/h arasında olmaktadır. Deneyde ortalama hız olarak 7.5 m³/m²/h alınmıştır.

Silindir kolonun iç çapı 10.1 cm. dir. Suyun kolondan süzülme (geçiş) süresi ;

$$t = \frac{V}{Q} \quad \text{dur.}$$

$$V = A.h = \pi \cdot \frac{0.101^{-2}}{4} \cdot 1 = 0.0095 \times 1 = 9.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$Q = V.A = 7.5 \times 0.0095 = 0.07125 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.07125 \text{ m}^3/\text{h} = 1.2 \text{ lt./dk.}$$

$$t = \frac{9.5 \times 10^{-3}}{1.2 \times 10^{-3}} = 8 \text{ dk.}$$

Sistemin normal çalışma debisi olarak bulunan 1.2 lt./dk. lık değer debimetre vasıtası ile sisteme sabit bir şekilde besleme yapılmıştır.

İki kolonda ayrı giriş bulanıklığı ve aynı çalışma süresine maruz bırakılmıştır.

Saat başı girişten ve suyun kolondan geçiş süresi sonunda çıkışlarda numune alınıp bulanıklık değerleri ölçülmüştür.

Yine aynı zaman periyotlarında her iki kolona bağlı piyezometre tüpleri vasıtası ile basınç değerleri de okunmuştur.

Geri yıkama hızı verilen sınır şartlara bağlı kalınarak normal yıkama hızından 4 - 5 kat fazla alınmıştır. Geri yıkama debisi 5 lt./dk. olarak kullanılmıştır.

7. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1. ÇIKIŞ VERİMİNİN FİLTRE MALZEMESİNE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

Şekil 6.1 de görülen deney tesisinde üç çeşit malzeme kullanılmış ve bunların herbiri ayrı bir filtre kolonuna yerleştirilmiştir.

Filtreler :

- Sadece filtre kumu ile teşkil edilen filtre
- Kömür ve farklı granülometrideki kumlarla teşkil edilen filtre
- Perlit ve farklı granülometrideki kumlarla teşkil edilen filtre

dir.

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi zamana bağlı olarak filtre giriş ve çıkışında her bir filtre kolonu için bulanıklıklar ölçülmüştür. Bu deneylerin sonucunda elde edilen değerler yine zamana bağlı olarak grafik 7.1.1. ve 7.1.2. de gösterilmiştir. Çalışma süresi 100 saattir.

Grafik 7.1.1. de görüldüğü üzere aynı C_0 giriş bulanıklığına sahip suyun kömür ile teşkil edilen filtreden daha berrak çıkmıştır. Mesalâ : Filtrenin ilk çalışma saatında C_0 giriş bulanıklığında giren su kum ile teşkil edilen filtrede % 94 giderilmeye kömür ile tabakalı olarak teşkil edilmiş filtrede tabakalı olarak teşkil edilmiş filtrede ise % 61'lik bir giderilmeye maruz kalmıştır.

Yine grafik 7.1.1. de 20. saatte C_0 giriş bulanıklığında giren su kum ile teşkil edilmiş filtrede % 31 giderilmeye; kömür ile teşkil edilmiş tabakalı filtrede ise % 72'lik bir giderilmeye maruz kalmıştır.

Yukarıdaki değerlerden ve grafikten görüleceği üzere kum ile teşkil edilen filtrenin çalışma süresi boyunca meydana gelen verim düşüşü; kömürle tabakalı olarak teşkil edilen filtrenin verim düşüşünde daha fazla olmaktadır.

Kum filtresi için çizilen doğrunun eğimi 0.23 NTU/h iken, kömürle tabakalı olarak yapılan filtrenin eğimi 0.06 NTU/h olmaktadır. Bu da kum filtresinde, verimdeki düşüş hızının daha fazla olduğunu gösterir.

Burada da görüleceği gibi aynı bulanıklığa ve çalışma süresine maruz iki filtreden kum ile teşkil edilen filtrede kirlenme daha çabuk olmuştur.

Dolayısıyla bu, filtrenin daha erken yıkanmasına sebep olacaktır.

Geri yıkama işleminin daha sık aralıklarla yapılması sistemde işletme maliyetinin artmasına yol açacaktır.

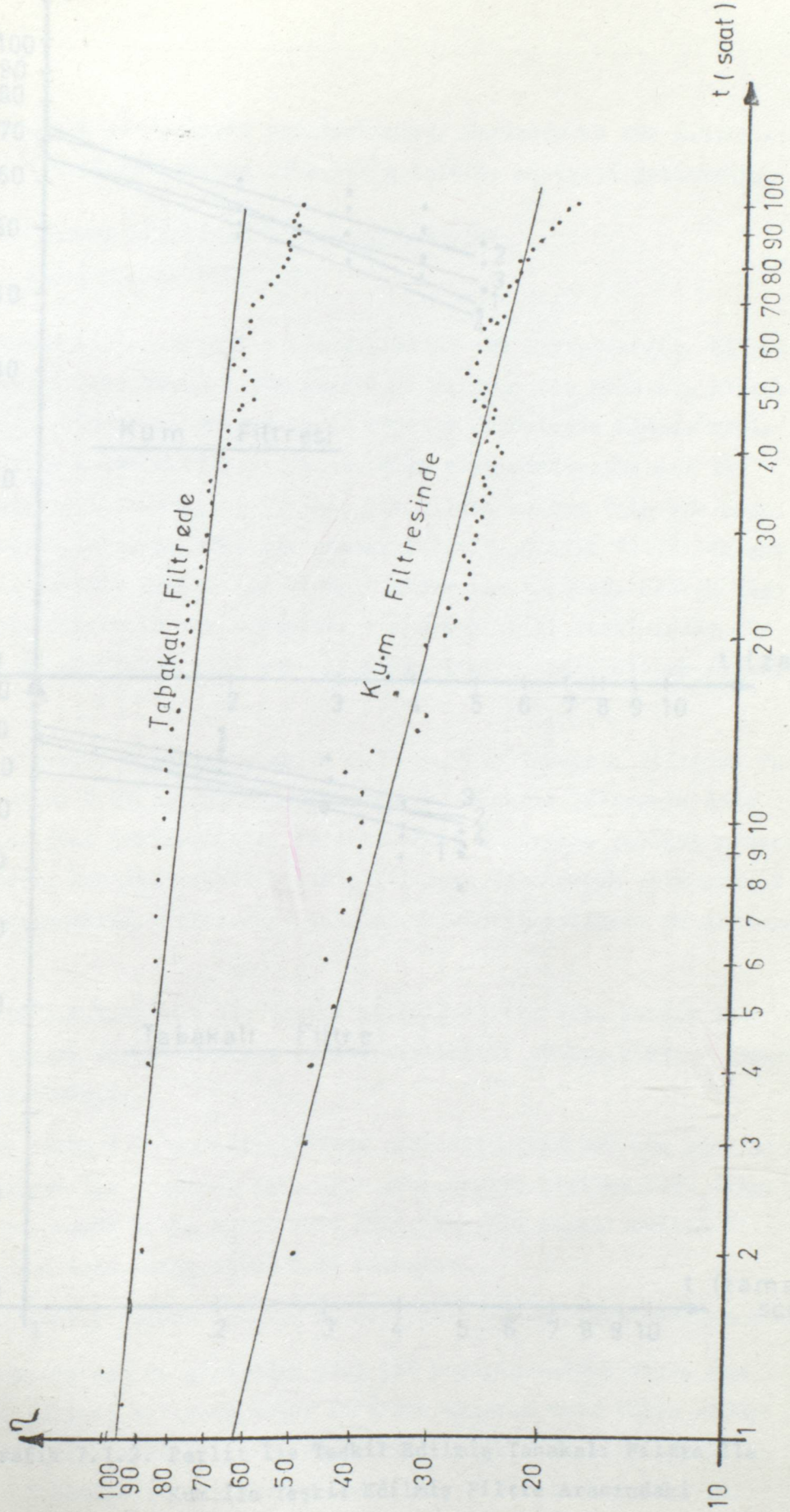
Kömür ile teşkil edilen filtre yatağında verim düşüş hızı daha uzun zamanda gerçekleştiği için, bu filtrenin çalışma süresi daha uzun olur. Dolayısıyla geri yıkama periyodu da daha uzun olup, işletme maliyeti sadece kum ile teşkil edilen filtreye göre daha düşük olacaktır.

Grafik 7.1.2. de Perlit ve kum ile teşkil edilen filtreler arasındaki verim - zaman grafiği verilmiştir.

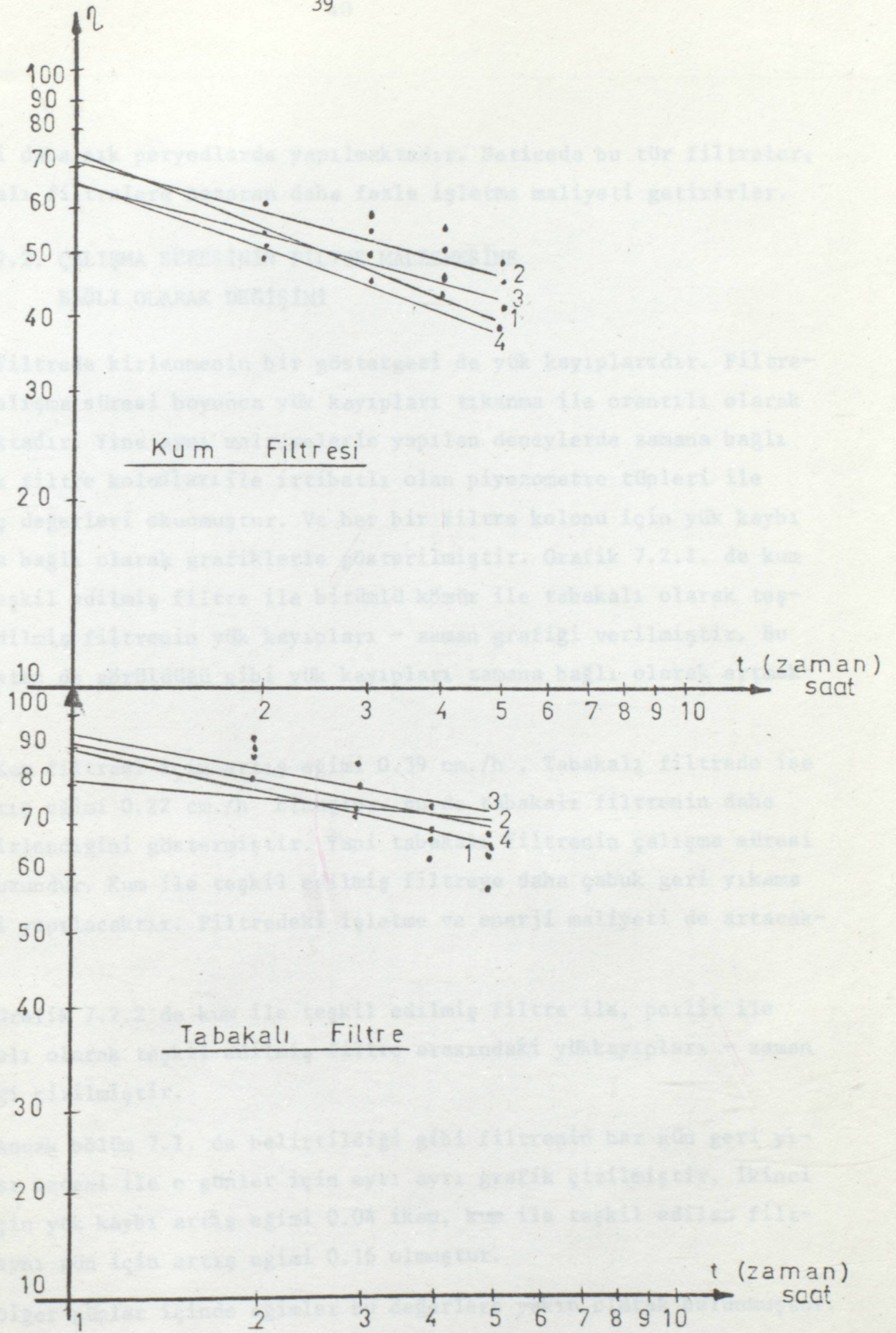
Perlit ile yapılan çalışmada giriş bulanıklıkları çok büyük tutulduğundan filtreler çok çabuk kirlenmiş, dolayısıyla filtrenin üst tabakasında çok çabuk geçirimsiz bir tabaka oluşmuş bu sebeple her gün geri yıkama yapılmıştır. Grafik 7.1.2 den de görüldüğü gibi Perlit ve kum ile teşkil edilen iki ayrı filtrede aynı bulanıklık değerinde giren su filtrede farklı bulanıklık değerlerinde çıkmaktadır. Üç çalışma günü için aynı bulanıklıkta giren numune, perlit ile tabakalı olarak teşkil edilen filtreden ilk çalışma süresi için % 70'lik bir giderilmeye; kum ile teşkil edilen filtrede ise % 65'lik bir giderilmeye maruz kalmıştır. 5 saatlik çalışma sonunda yine perlit ile tabakalı olarak teşkil edilen filtreden % 60'lık bir giderilme, kum ile teşkil edilen filtrede ise % 43'lük bir giderilmeye maruz kalmıştır.

Grafikte kum filtresi için çizilen doğrunun eğimi ikinci gün için 0.26 NTU/h , dördüncü gün için % 33 NTU/h iken, perlit ile teşkil edilmiş tabakalı filtre için çizilen doğrunun eğimi yine ikinci gün de 0.21 NTU/h ve dördüncü günde 0.19 NTU/h olarak bulunmuştur.

Yine burada da görüleceği gibi perlit ile teşkil edilmiş filtredeki verim düşüşü, kum ile teşkil edilmiş filtreye nazaran daha düşüktür. Bu da perlit kullanılan filtrede kirlenmenin daha geç olduğunu gösterir. Dolayısıyla kum ile teşkil edilmiş filtrede geri yıkama



Grafik 7.1.1.1. Kömür İle Teşkil Edilmiş Tabakalı Filtre İle, Kum İle Teşkil Edilmiş Filtre Arasındaki Verim - Zaman Grafiği.



Grafik 7.1.2. Perlit İle Teşkil Edilmiş Tabakalı Filtre İle Kum İle Teşkil Edilmiş Filtre Arasındaki Verim - Zaman Grafiği.

işlemi daha sık periyotlarda yapılmaktadır. Neticede bu tür filtreler, tabakalı filtrelere nazaran daha fazla işletme maliyeti getirirler.

7.2. ÇALIŞMA SÜRESİNİN FİLTRE MALZEMESİNE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

Filtrede kirlenmenin bir göstergesi de yük kayıplarıdır. Filtrenin çalışma süresi boyunca yük kayıpları tıkanma ile orantılı olarak artmaktadır. Yine aynı malzemelerle yapılan deneylerde zamana bağlı olarak filtre kolonları ile irtibatlı olan piyezometre tüpleri ile basınç değerleri okunmuştur. Ve her bir filtre kolonu için yük kaybı zamana bağlı olarak grafiklerle gösterilmiştir. Grafik 7.2.1. de kum ile teşkil edilmiş filtre ile bitümlü kömür ile tabakalı olarak teşkil edilmiş filtrenin yük kayıpları - zaman grafiği verilmiştir. Bu grafikten de görüldüğü gibi yük kayıpları zamana bağlı olarak artmaktadır.

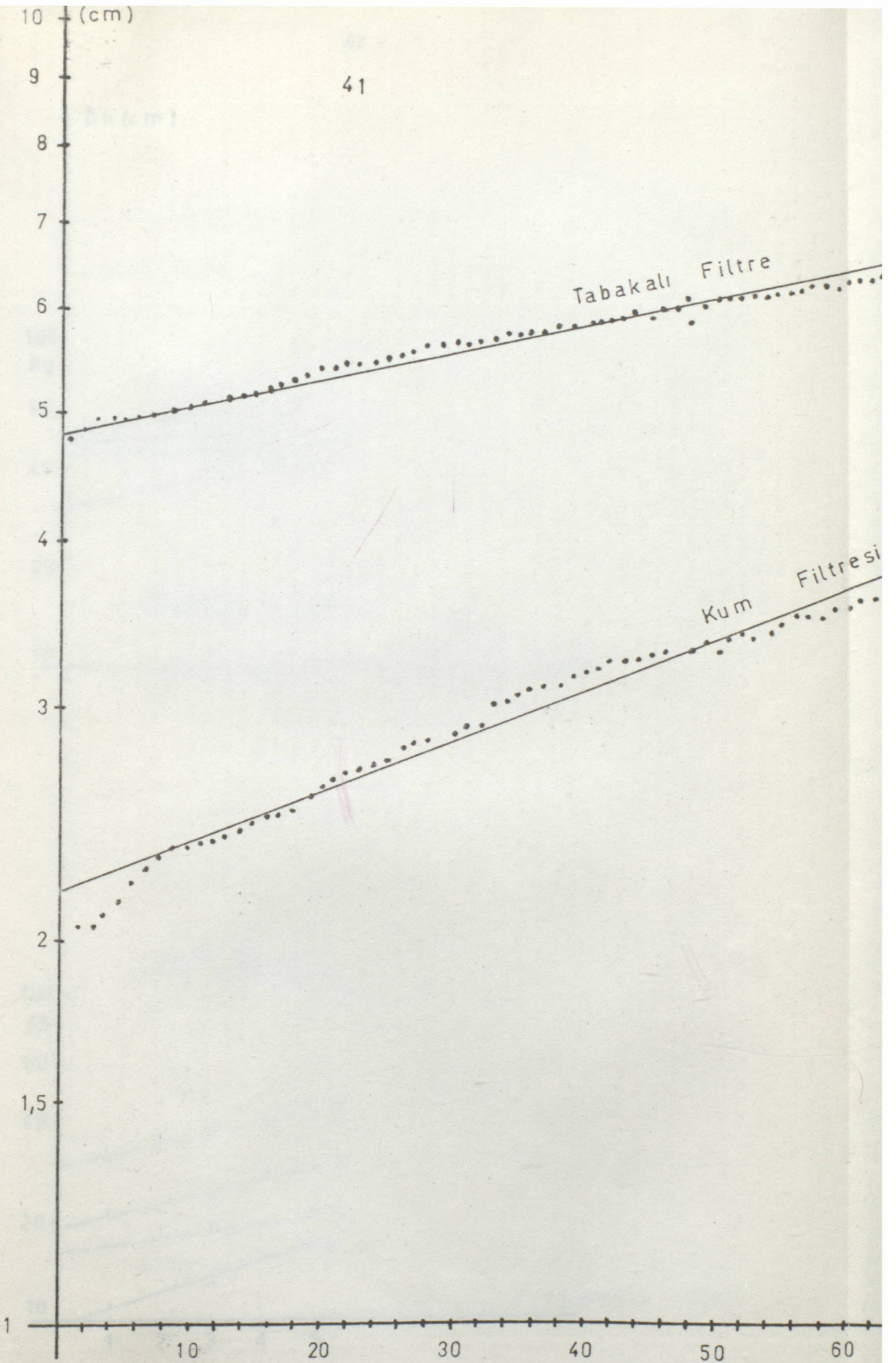
Kum filtresi için artış eğimi 0.39 cm./h , Tabakalı filtrede ise bu artış eğimi 0.22 cm./h olmuştur. Bu da tabakalı filtrenin daha geç kirlendiğini göstermiştir. Yani tabakalı filtrenin çalışma süresi daha uzundur. Kum ile teşkil edilmiş filtreye daha çabuk geri yıkama işlemi yapılacaktır. Filtredeki işletme ve enerji maliyeti de artacaktır.

Grafik 7.2.2 de kum ile teşkil edilmiş filtre ile, perlit ile tabakalı olarak teşkil edilmiş filtre arasındaki yük kayıpları - zaman grafiği çizilmiştir.

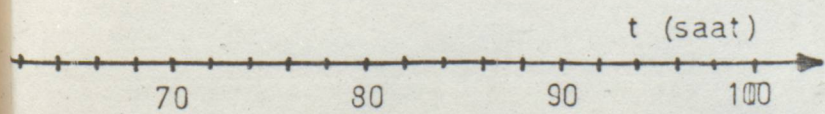
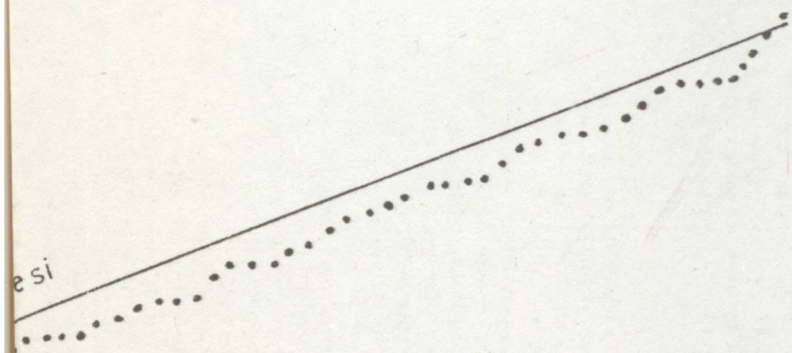
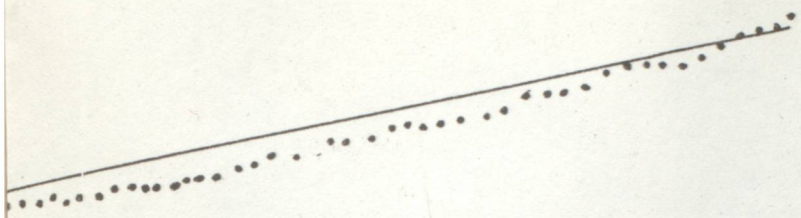
Ancak bölüm 7.1. de belirtildiği gibi filtrenin her gün geri yıkanması nedeni ile o günler için ayrı ayrı grafik çizilmiştir. İkinci gün için yük kaybı artış eğimi 0.04 iken, kum ile teşkil edilen filtrede aynı gün için artış eğimi 0.16 olmuştur.

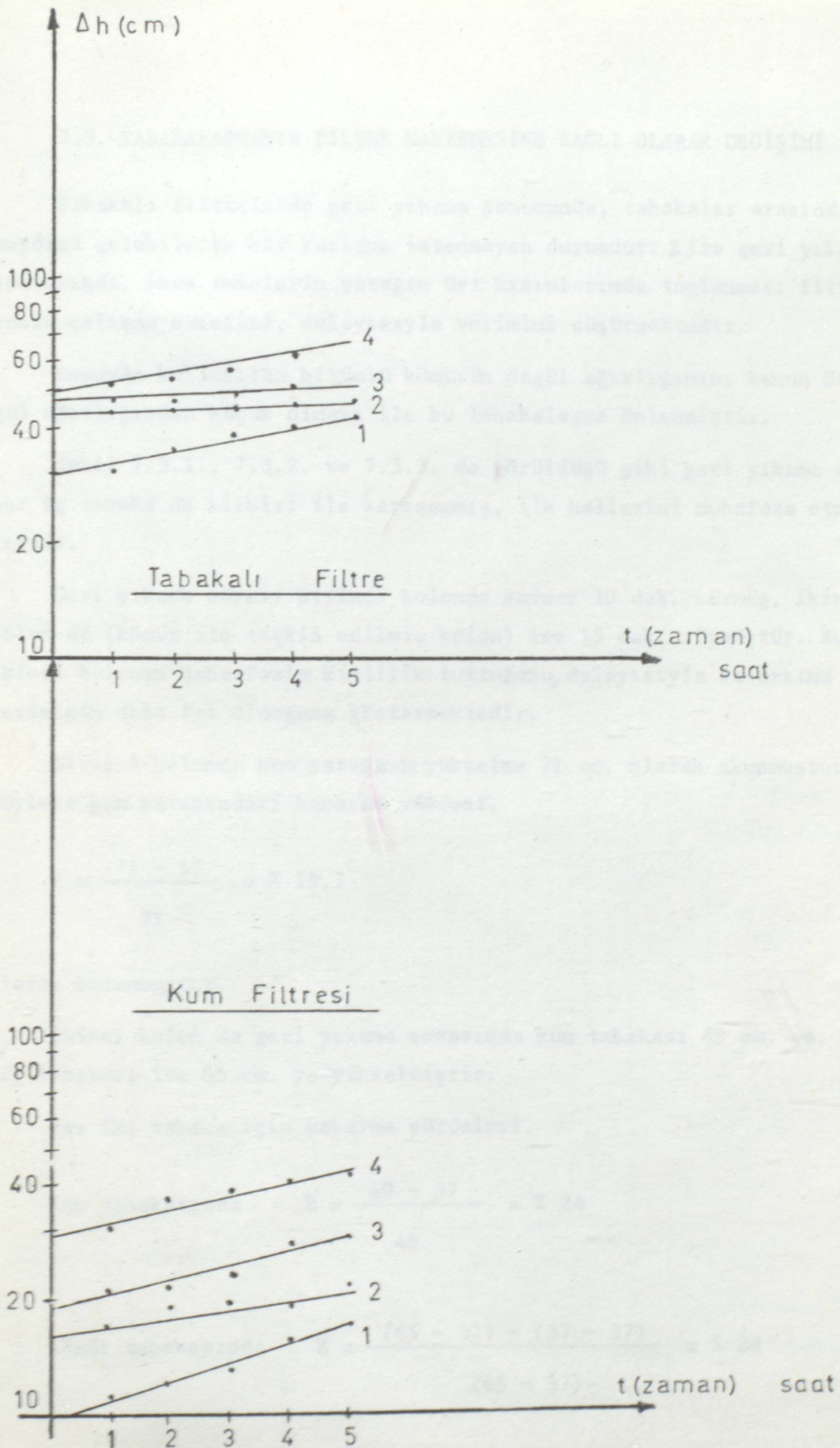
Diğer günler içinde eğimler bu değerlere yakın olarak bulunmuştur.

Bu değerlerden de görüldüğü gibi yük kayıplarındaki artış kum ile teşkil edilmiş filtrede, diğer filtreye nazaran daha fazla olmuştur. Kum ile teşkil edilmiş filtrenin daha çabuk kirlendiği de bu değerlerden görülmüştür. Böylece yıkama işlemi perlit ile kurulmuş filtreye nazaran daha sık aralıklarla yapılacağından işletme maliyeti artmış olacaktır.



Grafik 7.2.1. Kömür İle Teşkil Edilmiş Tabakalı Filtre İle, Kum İle Teşkil Edilmiş





Grafik 7.2.2. Perlit İle Teşkil Edilmiş Tabakalı Filtre İle;
Kum İle Teşkil Edilmiş Filtre Arasındaki

7.3. TABAKALAŞMANIN FİLTRE MALZEMESİNE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

Tabakalı filtrelerde geri yıkama sonucunda, tabakalar arasında meydana gelebilecek bir karışma istenmeyen durumdur. Zira geri yıkama sonrasında, ince tanelerin yatağın üst kısımlarında toplanması filtrenin çalışma süresini, dolayısıyla verimini düşürmektedir.

Deneyde kullanılan bitümlü kömürün özgül ağırlığının, kumun özgül ağırlığından küçük olması ile bu tabakalaşma önlenmiştir.

Şekil 7.3.1., 7.3.2. ve 7.3.3. de görüldüğü gibi geri yıkama da her üç tabaka da birbiri ile karışmamış, ilk hallerini muhafaza etmişlerdir.

Geri yıkama süresi birinci kolonda sadece 10 dak. sürmüş, ikinci kolon da (kömür ile teşkil edilmiş kolon) ise 15 dak. sürmüştür. Bu da ikinci kolonun daha fazla kirlilik tuttuğunu, dolayısıyla su arıtma veriminin daha iyi olduğunu göstermektedir.

Birinci kolonda kum yatağında yükselme 71 cm. olarak okunmuştur. Böylece kum yatağındaki kabarma yüzdesi,

$$E = \frac{71 - 57}{71} = \% 19.7$$

olarak bulunmuştur.

İkinci kolon da geri yıkama esnasında kum tabakası 49 cm. ye, kömür tabakası ise 65 cm. ye yükselmiştir.

Her iki tabaka için kabarma yüzdeleri,

$$\text{Kum tabakasında} \quad E = \frac{49 - 37}{49} = \% 24$$

$$\text{Kömür tabakasında} \quad E = \frac{(65 - 37) - (57 - 37)}{(65 - 37)} = \% 28$$

olarak bulunmuştur.

Bu değerlerden kömür ile teşkil edilmiş tabakalı filtrede kabarmanın fazla olacağı görülmektedir. Fazla kabarma etkisi ile geri yıkama esnasında hafif olan bu malzeme kaçaabilir. Bu nedenle, bu Şekilde düzenlenmiş filtrede tedbir alınmalıdır.

Perlit ile tabakalı olarak teşkil edilen filtre ile kum ile teşkil edilmiş filtrede giriş bulanıklığı fazla olduğu için her gün geri yıkama yapılmıştır. Geri yıkama işlemi kum filtresinde 6 dak., perlit ile tabakalı teşkil edilmiş filtrede ise 15 dak. sürmüştür.

Geri yıkama işlemi sonunda Şekil 7.3.4. ve 7.3.5. de de görüldüğü gibi tabakalar ilk durumlarını muhafaza etmişlerdir. Tabakalar arasında karışma meydana gelmemiştir.

Kum ile teşkil edilmiş filtre kolonunda geri yıkama esnasında kum yatağındaki kabarma 72 cm. olmuştur.

$$\text{Kabarma yüzdesi } E = \frac{72 - 57}{72} = \% 21$$

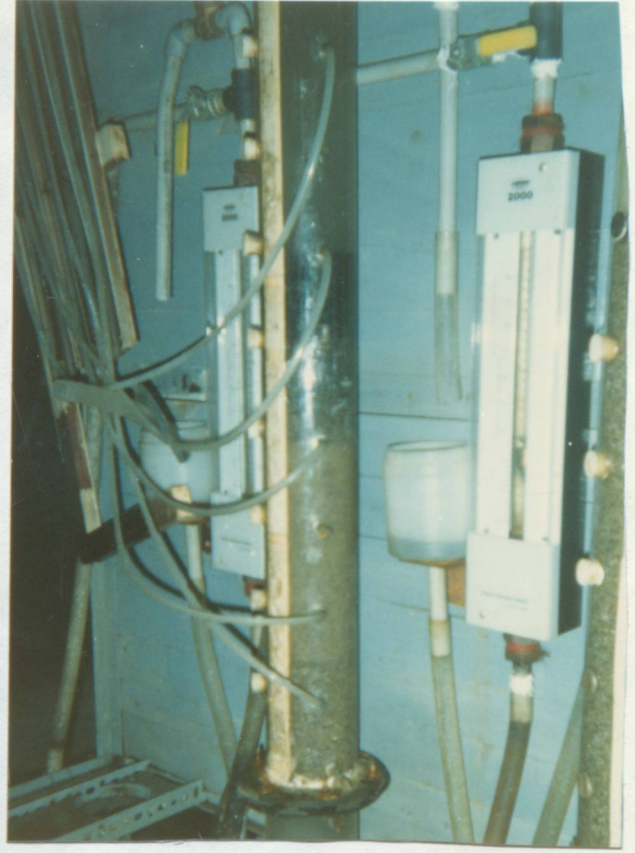
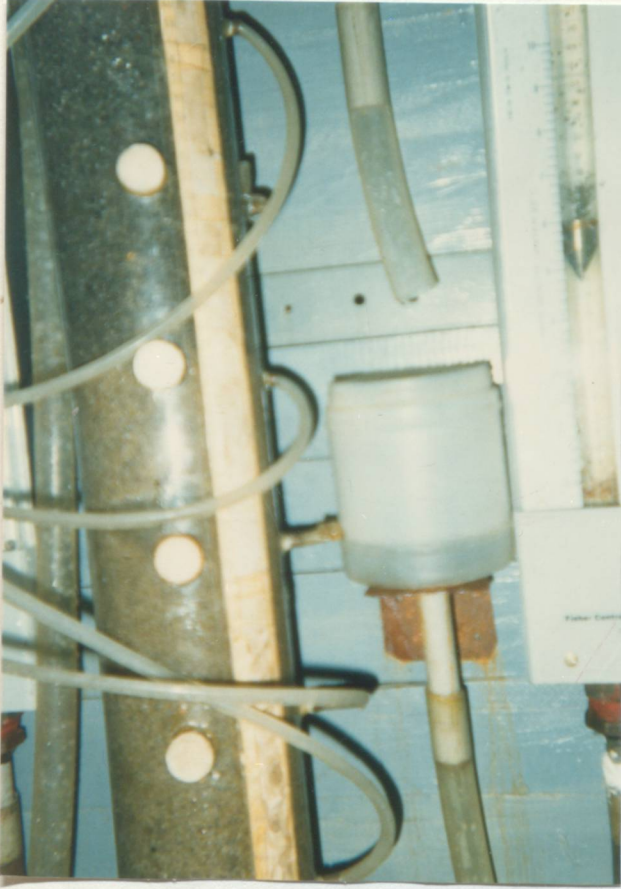
Perlit ile teşkil edilmiş tabakalı filtrede, perlit tabakası 46 cm. ye, kömür tabakası ise 64 cm. ye yükselmiştir. Her iki tabaka için kabarma yüzdeleri ise,

$$\text{Kum tabakasında } E = \frac{46 - 37}{46} = \% 20$$

$$\text{Perlit tabakasında } E = \frac{(64 - 37) - (57 - 37)}{(64 - 37)} = \% 26$$

olarak bulunmuştur.

Perlit ile teşkil edilen bu tabakalı filtrede de kabarmanın yüksek oluşu malzemenin kaçamasına sebebiyet vereceğinden, buna tedbir alınmalıdır.



7.3.1. Kömür İle Tabakalı Olarak Teşkil Edilen Filtrenin Geri Yıkanması



7.3.2. Kum Filtresinin Geri Yıkanması.



7.3.3. Her İki Filtrenin de Geri Yıkanmadan Sonraki Durumları



7.3.4. Perlit İle Teşkil Edilmiş Tabakalı Filtre İle,
Kum İle Teşkil Edilmiş Filtrelerin Geri Yıkanması.



7.3.5. Her İki Filtrenin Geri Yıkamadan Sonraki Durumları.

7.4. SONUÇLAR

1. Bolu - Göynük bitümlü kömürü ve perlitin filtre malzemesi olması için, aranan şartları haiz olduğundan tabakalı filtrelerde birinci kademe filtre malzemesi olarak kullanımının uygun olduğu görülmüştür.

2. Söz konusu bitümlü kömür ve perlit ile teşkil edilen çift tabakalı filtrelerdeki verim (geri yıkama ve başlangıçtaki) klasik kum filtrelerine nazaran daha yüksek olmaktadır.

3. Yine bu tabakalı filtrelerdeki zamana bağlı olarak kirlenme, kum filtresine nazaran daha uzun sürede olmakta ve geri yıkama periyodu uzamaktadır.

4. Tabakalı olarak teşkil edilen bu filtrenin geriyıkınması sonunda tabakalar arasında karışmanın meydana gelmediği gözlenmiştir.

5. Bitümlü kömür ve perlit ile teşkil edilen filtrelerde verim ve geri yıkama periyodu uygun olmakla birlikte geri yıkama sonrasında ki kabarma, kum için % 19 , perlit ile teşkil edilen filtrede perlit tabakası için % 26; kömür ile teşkil edilen filtrede kömür tabakası için % 28 olarak bulunmuştur.

Dolayısı ile hafif malzeme ile teşkil edilen filtre yatağında geri yıkama esnasında malzeme kaçma ihtimali söz konusu dur.

6. Ülkemizde kaynakları bol ve ekonomik olarak elde edilebilen bitümlü kömür ve perlit içmesuyu ve pissu arıtma tekniğinde kullanılan çift tabakalı filtrelerde birinci kademe filtre malzemesi olarak uygun olduğu ve klasik kum filtre malzemelerine göre önemli bir enerji tasarrufu sağladığı belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

1. Suların Arıtılması, Sıtkı AKSOĞAN - Mehmet GÖLHAN, Cilt I.
2. Suların Arıtılması, Sıtkı AKSOĞAN - Mehmet GÖLHAN, Cilt II, III.
3. İçmesuyu Tasfiyesinde Filtrasyon, Prof.Dr.John L. Cleasby, Prof.Dr.Kenneth J.Ives, Dr.Ahmet SAATÇI, İTÜ İnş.Fak.Çev.Müh.Böl.
4. Su Tasfiyesi, Doç.Dr.Veysel EROĞLU, İTÜ İnş.Fak., Çevre Müh.Böl.
5. Surface Water Treatment For Communities in Developing Countries, Christopher R.Schulz, Daniel A.Okun.
6. Lehrbuch für Abwassertechnik und Gewässerschutz Pöpel Deutscher Fachschriften - Verlag.
7. Rapid Filtration Prof.Ir.L.Huisman, Delft University of Technology Department of Civil Engineering Division of Sanitary Engineering.
8. Bolu Göynük Bitümlü Şistlerinin Değerlendirilmesi. TKİ Kurumu Genel Md. İşletme Dairesi Bşk. Kenan ÇINAR.
9. Kömür Kimyası ve Teknolojisi, Doç.Dr.Orhan KURAL ve Arkadaşları.
10. Türkiye Perlit Envanteri, MTA Yayınları No. 193, Ankara, 1985.
11. Yapı Elemanı Olarak Perlit Kullanımı, Serdar AYAN, Bitirme Ödevi, Yıldız Üniversitesi, İnşaat Fakültesi.
12. T.S.E. 3681 , Nisan 1982.
13. Perlit'in Satış İmkanları ve Arap Ülkelerinde Kullanımı, Şehnaz ARIÖZ, Bitirme Ödevi, İTÜ Maden Fakültesi.

ÖZGEÇMİŞ

F.İlter TÜRKDOĞAN, 20 Nisan 1963'de MUŞ'da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Pınarhisar - Kırklareli'nde tamamladı. Yüksek öğrenimine 1980 senesinde Yıldız Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünde başladı, ve 1985 senesinde mezun oldu. Aynı sene Yıldız Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Mühendisliği Bilim Dalı'nda lisans üstü öğrenimine başladı. Halen aynı Üniversite de İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik Ana Bilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

