

**T.C.**  
**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**Altın Cevheri Zenginleştirme Tesisindeki Çöktürme Havuzu**  
**Artığının Değerlendirilmesi**

**Fatih DAĞLI**

**Bitirme Tezi**

**Danışman**  
**Doç. Dr. Baran TUFAN**

**İzmir, Haziran, 2019**

**Altın Cevheri Zenginleştirme Tesisindeki öktürme Havuzu  
Artığının Değerlendirilmesi**

**Fatih DAğLI**

**Bitirme Tezi**

**Danışman  
Doę. Dr. Baran TUFAN**

**İzmir, Haziran, 2019**

## **Teşekkür**

Hazırlamış olduğum Bitirme Tezi raporu süresi boyunca her türlü yardımı ve katkısını esirgemeyen, bilgi, tecrübe ve güler yüzü ile çalışmamı sağlayan, ayrıca bu konuyu vererek kendimi geliştirmeye yardım ettiği için seminer danışmanı Sayın Hocam Doç. Dr. Baran Tufan'a ve 9 yıldır çalışmakta olduğum Tüprag Efemçukuru yöneticilerime teşekkür ederim.

## ÖZET

TÜPRAG Efemçukuru Altın Madeninde Su Yönetim Planı kapsamında kontamine olan yüzey suları çökertme havuzlarında toplanarak buralardan kurulu bulunan kimyasal arıtma tesisine iletilmektedir.

Söz konusu iş, bu kapsamda inşa edilen Kuzey Sediman Havuzunda zamanla biriken sediman miktarının ve niteliğinin dalgıç marifeti ile ölçülmesi ve örneklenmesi için gerekli sıklıkta numunelerin alınması işlerini kapsamaktadır.

Kuzey Sediman Havuzu (NSP) 12 bin metreküp su kapasitesine sahip, yaklaşık 36 metre boy, 26 metre en ve 12 metre derinliğindedir. Bu havuz betonarme olup üzerinde işyeri yemekhanesi bulunmaktadır.

Bu havuza konsantre tesisinden, yağmur kanallarından ve yeraltından değişik kompozisyonlarda kontamine su gelmektedir.

Örnekleme Sonuçlarına göre tesis tasarımlarının gerçekleştirilmesi, işletilmesi ve çıkan katının içerisindeki altın, gümüşün geri kazanılması işini kapsamaktadır.

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ÇİZELGELER</b> .....	<b>vi</b>
<b>BÖLÜM BİR</b> .....	<b>1</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Altının Özellikleri .....	2
1.2. Altının Doğada Bulunuşu .....	3
1.3. Altının Fiziksel Özellikleri .....	4
1.4. Altının Kimyasal Özellikleri .....	4
<b>2. ALTIN ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ</b> .....	<b>6</b>
2.1. Altın Kazanılmasında Uygulanan Yöntemler .....	6
2.2. Gravite ile zenginleştirme .....	8
2.3. Flotasyon .....	8
2.4. Amalgamasyon .....	9
2.5. Liç Yöntemi .....	10
<b>BÖLÜM ÜÇ</b> .....	<b>12</b>
<b>3. EFEMÇUKURU ALTIN MADENİ</b> .....	<b>12</b>
3.1. Proje Alanı Tanımı .....	14
3.2. Dalgıç ile Numune Alma İşlemi .....	15
3.3. Çökeltme ve Kıvamlaştırma .....	22
3.4. Flokülasyon .....	22
3.5. Gravite Çökmesi ve Tikinerler .....	23
3.5.1. Bir Tikiner Dizaynında Etkin Parametreler .....	26
3.5.2. BASF Tipi Flokülant Kullanımı .....	27
3.5.3. BASF, 30 g/t Uygulaması .....	27
3.5.4. BASF, 50 g/t Uygulaması .....	29
3.5.5. BASF, 100 g/t Uygulaması .....	30
3.5.6. BASF, 200 g/t Uygulaması .....	31
3.5.7. BASF Flokülantının Farklı Dozajlarının Karşılaştırılması .....	32
3.5.8. Optimum Sonuca Göre Tikiner Hesabı .....	33
<b>BÖLÜM DÖRT</b> .....	<b>35</b>

<b>4. FİLTRASYON TESİSİ TASARIM KAPASİTESİ .....</b>	<b>35</b>
4.1. Ekipman Listesi .....	41
4.1.1 Pompa Seçimleri .....	41
4.1.1.1. Havuz İçi Dalgıç Pompa .....	41
4.1.1.2. 4-3 Santfrüj Aktarma Pompası .....	43
4.1.1.3. 3-2 Tikiner Alt Akış Pompası .....	44
4.1.1.3. 4-3 Filtre Pres Besleme Pompası .....	46
<b>BÖLÜM BEŞ.....</b>	<b>48</b>
<b>5. FİLTRASYON TESİSİ İMALAT MONTAJ VE DEVREYE ALMA .....</b>	<b>48</b>
5.1 Proje Planlaması .....	48
5.2. Tesis İnşaat ve Montajı .....	50
<b>BÖLÜM ALTI.....</b>	<b>51</b>
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>51</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>53</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İnce altın levhanın çeşitli yükseltgen çözeltiler içindeki çözünme hızı (Habashi,1997)...	5
Şekil 2. Endüstriyel proseslerin dünya altın üretimindeki payı (Roshan, 1990).....	6
Şekil 3. Kimyasal çözündürme yöntemleri (Aydın, 2012).....	11
Şekil 4. Efemçukuru Altın Madeni Proses Akım Şeması.....	13
Şekil 5. Pilot Tesis Üretim Resimleri.....	15
Şekil 6. NSP Havuzu Numune Alım ve Ölçüm Noktaları.....	16
Şekil 7. Havuz İçi Çamur Yükseklikleri.....	19
Şekil 8. Havuz İçi Tenör ve Katı Yükseklikleri.....	19
Şekil 9. NSP-13 Kodlu Numunenin Boyut Dağılım Grafiği.....	20
Şekil 10. NSP-14 Kodlu Numunenin Boyut Dağılım Grafiği.....	21
Şekil 11. NSP-16 Kodlu Numunenin Boyut Dağılım Grafiği.....	21
Şekil 12. Floküle Olmamış Bir Süspansiyonun Çökmesi.....	24
Şekil 13. Kısmen Floküle Olmuş Bir Süspansiyonun Çökmesi.....	24
Şekil 14. Floküle Olmuş Bir Süspansiyon Çökmesi.....	25
Şekil 15. Sürekli Çalışan Köprü Destekli Tikiner Elemanları.....	26
Şekil 16. BASF, 30 g/t uygulama sonrası üst görünüm.....	28
Şekil 17. BASF, 30 g/t uygulama sonrası karşıdan görünüm.....	28
Şekil 18. BASF, 50 g/t uygulama sonrası üst görünüm.....	29
Şekil 19. BASF, 50 g/t uygulama sonrası karşıdan görünüm.....	29
Şekil 20. BASF, 100 g/t uygulama sonrası üst görünüm.....	30
Şekil 21. BASF, 100 g/t uygulama sonrası karşıdan görünüm.....	30
Şekil 22. BASF, 200 g/t uygulama sonrası üst görünüm.....	31
Şekil 23. BASF, 200 g/t uygulama sonrası karşıdan görünüm.....	31
Şekil 24. BASF Flokülantı Sedimentasyon Eğrileri.....	32
Şekil 25. A-130 %15 katı oranı, sedimentasyon eğrisi.....	33
Şekil 26. Filtrasyon Tesisi Madde Balansı.....	37
Şekil 27. Filtrasyon Tesisi Akım Şeması.....	38
Şekil 28. Filtrasyon Tesisi Detaylı Akım Şeması.....	39
Şekil 29. Filtrasyon Tesisi Boru Çapları ve Vana Tipleri.....	40
Şekil 30. Filtrasyon Tesisi Ana Ekipmanlar Listesi.....	41
Şekil 31. Dragflow Marka Dalgıç Tip Çamur Pompası Basma Eğrisi.....	41
Şekil 32. Dragflow Marka Dalgıç Tip Çamur Pompası.....	42
Şekil 33. 4-3 Aktarma Pompası Seçim Abağı.....	43
Şekil 34. Santfrüj Aktarma Pompası.....	44
Şekil 35. Santfrüj Tikiner Alt Akış Pompası Seçim Abağı.....	44
Şekil 36. Santfrüj Tikiner Alt Akış Pompası.....	45
Şekil 37. Santfrüj Filtre Pres Besleme Pompası Abağı.....	46
Şekil 38. Santfrüj Filtre Pres Besleme Pompası.....	47
Şekil 39. İmalat Planı.....	49
Şekil 40. Filtrasyon Binası Montajı.....	50
Şekil 41. Tikiner Montajı.....	50
Şekil 42. Filtre Pres Montajı.....	50
Şekil 43. Üretim Sonuçları.....	52

## ÇİZELGELER

<b>Tablo 1.</b> Altın kazanım prosesleri (Andrew, 1984).....	7
<b>Tablo 2.</b> Deneme Üretim Sonuçları.....	15
<b>Tablo 3.</b> Deneme Üretimi Analiz Sonuçları.....	17
<b>Tablo 4.</b> Katı Yükseklik Hesapları.....	18
<b>Tablo 5.</b> NSP-13 Kodlu Numunenin Boyut Dağılımı.....	20
<b>Tablo 6.</b> NSP-14 Kodlu Numunenin Boyut Dağılımı.....	20
<b>Tablo 7.</b> NSP-16 Kodlu Numunenin Boyut Dağılımı.....	21
<b>Tablo 8.</b> Yatırım Giderleri.....	52



# BÖLÜM BİR

## 1.GİRİŞ

Anadolu, zengin maden kaynakları sayesinde, uygarlıklar tarihinde her zaman madenciliğin beşiği ve öncüsü olmuştur. Dünyadaki ilk bakır, kurşun ve demir maden işletmesi ile ilk metalurjik uygulama Anadolu'da yapılmıştır. Altından yapılmış süs eşyaları da M.Ö. 5000 yıllarında Anadolu'da kullanılmaya başlanmıştır. Dünyada ilk altın para M.Ö. 700 yıllarında Salihli-Sart yöresinde hüküm süren Lidya Kralı Krezüs tarafından basılmıştır. Osmanlılar dönemi boyunca işletilen altın-gümüş madenleri hazine için zenginlik kaynağı olmuştur. 1914 yılında 1. Dünya Savaşı'nın başlamasıyla birlikte durdurulan Çanakkale-Kartaldağı-Astyra madeni Anadolu'da işletilen son altın madenidir. Cumhuriyet döneminde, 1933'de kurulan ilk madencilik kurumu Altın Arama ve İşletme İdaresi'dir (DPT, 2001).

1970'li yıllardan itibaren yükselen bir trend izleyen dünya altın madenciliğinde, epitermal, porfiri ve listvenit tipi yataklardan yapılan üretim çok büyük önem kazanmıştır. Batı Anadolu'nun epitermal cevherleşmeler açısından önem taşıyan jeotermal sistemler bakımından zengin olması, ayrıca epitermal altın yataklarının iz elementi olarak önem taşıyan Sb-As-Hg cevherleşmelerinin yaygın olması; Doğu Karadeniz bölgesindeyse, altın yatakları açısından önemli olan masif sülfid ve porfiri yataklarının bulunması; Orta ve Doğu Anadolu'da listvenitlerle yakından ilgili ofiyolitlerin geniş alanlar kaplaması, topraklarımızın, altın oluşumlarının yerleşmesi için jeolojik açıdan çok elverişli olduğunu göstermektedir (DPT, 2001).

Günümüz altın madenciliğinde cevherlerden altın-gümüş üretimi, fiziksel, kimyasal ve metalurjik yöntemlere göre gerçekleştirilmekte olup uygulanacak yöntemin belirlenmesinde, cevher yatağının türü, tenörü ve yapısal özellikleri dikkate alınmaktadır (Yıldız, 2010).

Öğütme, yıkama, gravitasyon ve flotasyon gibi cevher zenginleştirme proseslerinin olumlu sonuç verdiği serbest ve iri altın taneleri içeren plaserler ile 30-40 mikrondan daha iri tane boyutunda altın serbestleşmesinin sağlanabildiği cevherler için fiziksel yöntemler yeterli olmakta, son ürün eldesinde ergitme işleminden yararlanılmaktadır (DPT, 2001).

Altın madenciliğinde cevherden altın kazanımı için kullanılan teknoloji, cevher içerisindeki altın taneciklerinin büyüklüğü, tenörü, cevher kayacının metal içeriği, kimyasal ve fiziksel özellikleri gibi ana faktörlere bağlıdır. Buna göre kullanılan çeşitli zenginleştirme yöntemlerinden başlıcaları aşağıdaki gibidir;

- Gravite ile zenginleştirilme
- Flotasyon
- Amalgamasyon
- Liç

Yukarıdaki cevher işleme yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılanı siyanür ile altını çözeltilmeye alma yani liç yöntemidir. Bu yöntem altın parçacıklarının cevherde mikroskopik boyutlarda dağılması durumunda tercih edilmektedir. Yerçekimi ile zenginleştirme yöntemi ise dere kumlarında serbest halde bulunan altının kazanılması için kullanılmaktadır (Vincent, 1997). Değişik cevher türlerine göre siyanürleme, flotasyon ve gravitasyon işlemleri beraber kullanılabilir. Amalgamasyon yöntemi ise altın ve gümüş içeren öğütülmüş cevherlerden civa yardımı ile altın ve gümüşün civa içerisine alınması işlemidir. Bu işlemden sonra bir yandan civa tekrar kazanılırken; diğer yandan kıymetli metaller elde edilir. Fakat bu yöntem çevresel etkileri nedeni ile yaygın olarak tercih edilmemektedir. Manyetik yöntemle ayırma farklı manyetik özellikteki mineral tanelerinin kuvvetli ve zayıf manyetik alandan geçirilerek ayrılmasıdır. Ağır ortam ayırması ise mineral tanelerinin akışkan yoğunluğuna göre ayırma yöntemidir. Manyetik ayırma ve ağır ortam ayırma yöntemleri de çoğunlukla ilave prosesler olarak kullanılmaktadır (Çelik, 2004).

### **1.1. Altının Özellikleri**

Metalik altın, sarı parlak renkte ağır bir metaldir. 1B grubu soy metallerinden bu ağır metalin özellikleri arasında, korozyona, sülfürlenmeye ve oksitlenmeye karşı direnç, diğer metallerle kolay alaşım yapabilme, yüksek elektrik ve ısı iletkenliği sayılabilir. Altın doğada elementel halde tek başına bulunma özelliğinden dolayı diğer metaller arasında farklı yere sahiptir (Erdem, 2006).

Kimyasal simgesi Au, atom numarası 79, atom kütlesi 196,97 g/mol, 14 izotopu bulunan bir elementtir. Sertliği 2,5-3, yoğunluğu 19,3 g/cm<sup>3</sup>'dür. Bileşiminde diğer metallerin bulunması yoğunluğu 15 g/cm<sup>3</sup>'e kadar düşürebilir. Erime noktası 1064°C, kaynama

noktası yaklaşık olarak 2700°C, son derece yumuşak ve ağır, dövüldüğünde 0,000147 mm inceliğinde levhalar haline gelebilen, kendine has sarı renkli bir metaldir. Çok kolay şekil verilebildiği için kuyumculukta tercih edilir. Saf halde toplu iğne kullanılarak bile altın delinebilir. Bu özelliği nedeniyle diğer benzer minerallerden ayrılır. Atmosfer şartlarında (sıcaklık, nem) hangi durumda bulunursa bulunsun havadan etkilenmez. Ayrıca oksijen, ozon, azot, hidrojen gazlarının altına etkisi yoktur. Bu sebeple çeşitli teknik aletlerde kullanılır (Çelik ve Karakaya, 1998; Çilingir, 1990).

Altın %10-15 Ag içerebilir. Ag miktarı %20'den fazla olursa alaşım elektrom olarak bilinir, %20'ye kadar bakır içeren altın avrikuprit olarak bilinir (Çelik ve ark., 1998).

## **1.2. Altının Doğada Bulunuşu**

Altın doğada dağılmış olarak bulunur ve yer kabuğunun yaklaşık olarak 0,005 g/t kadarını oluşturur. Bu derişimi ile altın nadir bulunan elementlerden biridir. Altın, doğada genel olarak nabit olarak bulunur (Çilingir,1990; Erdem,2006).

Altın birçok kayaç formasyonunda küçük miktarlarda dağılmış durumda bulunsa da, genel olarak kuvars damarlarından ve doğal atmosferik olaylar sonucu bu damarlardan türemiş yataklardan, plaser yataklardan elde edilir. Altın doğada genellikle saf veya gümüş ile alaşım ve tellüritler halinde bulunur. Altın diğer minerallerin kristal kafeslerinde, özellikle pirit, arsenopirit, kalkopirit, stibnit, orpiment gibi sülfürlü minerallerin içinde kapanımlar halinde yer almaktadır (Yıldız, 2010)

### 1.3. Altının Fiziksel Özellikleri

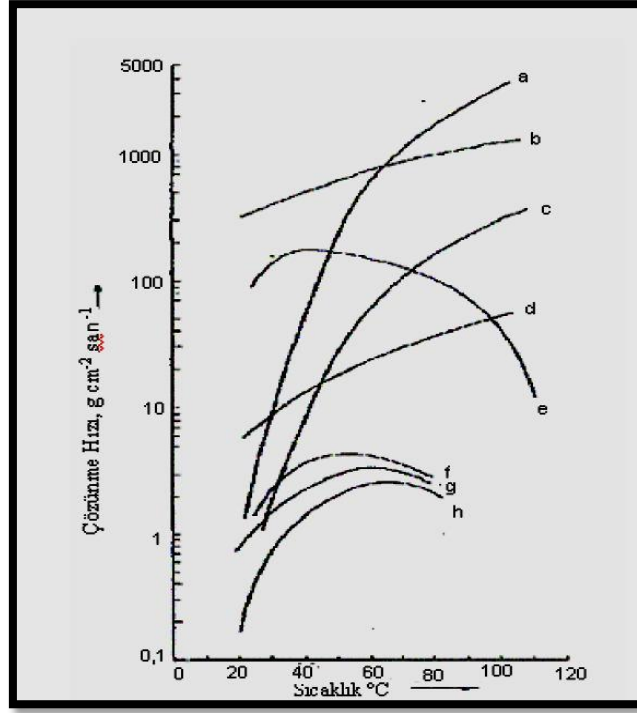
Saf altın çok yumuşak, levha haline gelme kabiliyeti en yüksek olan metaldir. 31 gram ağırlığındaki altını çekerek 80 km uzunluğunda tel levha haline getirmek mümkündür. 10 gram altın dövülerek 12 m<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplayacak 0,1 µm inceliğinde levha haline getirmek mümkündür. Altın, yumuşaklığından ötürü çok yüksek parlatılabilirliğe sahiptir ve parlak rengi içerdiği alaşım elementlerinin miktarına bağlı olarak az veya çok değiştirilebilir. Çok ince folyolar içlerinden geçen ışık vasıtası ile mavi-yeşil renk gösterir (Bernstein,2008).

Saf halde yumuşaklığı yüzünden kullanılmayan altın, bakır ile (kırmızı altın), gümüş ile (yeşil altın) ve birçok elementle alaşım halinde kullanılır. Altının tıp alanında kullanılan en önemli olan izotopu <sup>195</sup>Au'dır. Altının doğada bulunduğu şekilde kristalin bir görüntüsü yoktur. Kübik, oktahedral ve dodekahedral görülebilen yüzeyler üzerinde ipliğimsi, yaprağimsi ve küresel şekiller sergilerler (Habashi, 1997).

### 1.4. Altının Kimyasal Özellikleri

Altın normal koşullarda, su, kuru ve nemli hava, ozon, azot, hidrojen, flor, iyot, kükürt, hidrojen sülfür ve yüksek sıcaklıklarda olması durumunda dahi oksijen ile reaksiyon vermez. Sülfürik asit, hidroklorik asit, fosforik asit, çok yüksek konsantrasyonlar hariç halojeniz nitrik asit ve pratikte tüm organik asitlerin seyreltik ya da derişik çözeltileri kaynama sıcaklığında olsalar dahi altına etki etmezler. Hidrohalojenik asit, nitrik asit, hidrojen peroksit ve kromik asit, serbest halojen gibi bir yükseltgen ile birleştirildiğinde elde edilen çözelti içinde altın çözünür. Ayrıca altın, su ve halojen karışımlarında ve selenik asitte de çözünebilir. Şekil 1'de çeşitli endüstriyel çözeltiler içindeki altının çözünürlük hızları belirtilmiştir (Habashi, 1997).

Kimyasal olarak zor tepkimeye giren altın, yüksek sıcaklıklarda dahi oksijenden etkilenmez. Altın bütün asitlere karşı dayanıklıdır. Ancak kral suyu olarak adlandırılan 3mol HCl + 1mol HNO<sub>3</sub> karışımı, demir III klorürün sıcak çözeltisi, KCN, NaCN, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, altına etki eder. Civa ise altınla alaşım şeklinde birleşebilir (Habashi, 1997).

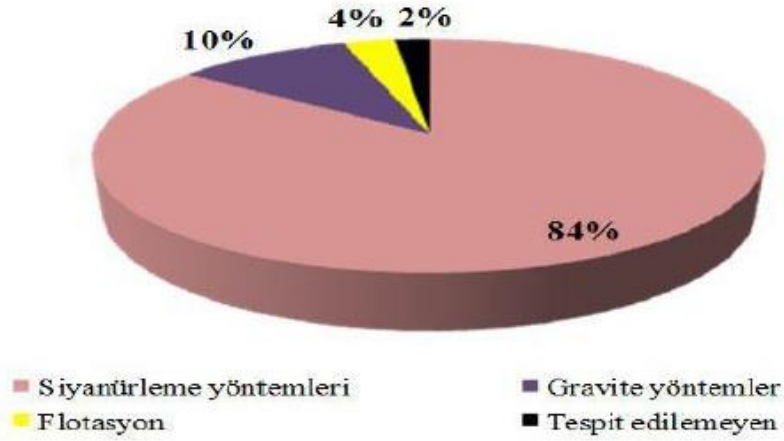


**Şekil 1.** İnce altın levhanın çeşitli yükseltgen çözeltiler içindeki çözünme hızı (Habashi,1997)

Şekil 1’de a) Kral suyu, 6 mol/L; b) HCl, 6 mol/L + Br<sub>2</sub>, 0,2 mol/L; c) NaCN, 0,45 mol/L + 4-nitrobenzoik asit, 0,1 mol/L + NaOH, 0,2 mol/L; d) HCl, 6 mol/L + Cl<sub>2</sub> (doymuş); e) HCl, 6 mol/L + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 0,22 mol/L; f) NaCN, 1 mol/L + hava; g) NaCN, 0,45 mol/L + NaOH, 0,2 mol/L + hava; h) NaCN, 0,006 mol/L + Ca(OH)<sub>2</sub>, 0,04 mol/L + hava’yı temsil etmektedir.

## 2.ALTIN ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

Altın madenciliğinde, kırma/öğütme sonrasında teknoloji seçimi, cevher içindeki altın taneciklerinin büyüklüğüne, cevherin oluşum koşullarına, türüne, cevherde bulunan diğer minerallerin mineralojik, kimyasal, fiziksel özelliklerine ve altının tenörüne bağlıdır. Genelde, altın tanecikleri mikroskobik boyutta dağılmış ise siyanür yardımı ile çözeltiye alma teknolojisi kullanılmaktadır. 120 yılı aşkın süredir siyanürlenme teknolojisi dünya altın üretiminin %84'ünde kullanılmaktadır. Cevher içerisindeki altının alınmasında uygulanan yöntemler isteğe bağlı değildir. Altın tanelerinin boyutuna ve cevherin özelliklerine bağlı olarak dünya altın madenciliğinde başlıca 3 yöntem kullanılmaktadır (Roshan, 1990). Şekil 2' de Endüstriyel proseslerin dünya altın üretimindeki payı gösterilmiştir.



Şekil 2. Endüstriyel proseslerin dünya altın üretimindeki payı (Roshan, 1990)

### 2.1. Altın Kazanılmasında Uygulanan Yöntemler

Zenginleştirme işlemleri, gang minerallerinin atılmasıyla kazanım devresinin yükünü azaltmak, kazanımı engelleyen ya da özel kimyasal madde harcamasına neden olan bileşiklerin atılması, kazanım veriminin artırılması ve doğrudan izabe edilebilir konsantrelerin elde edilmesi için uygulanır (Bayraktar ve Yarar,1985).

Altın cevherlerinin mineralojik özellikleri uygun ve etkin bir üretim yönteminin seçimi için büyük önem taşımaktadır. Optimum yöntem seçimi mineralojik yapının iyi analiz edilmesine bağlıdır (Celep, 2005).

Altın kazanım prosesinin seçimini ve etkinliğini belirleyen özellikler; altın cevher tenörü, altın oluşumunun mineralojisi, altın içeren minerallerin belirlenmesi, altın içeren minerallerin oranı, altın tane boyut dağılımı, ana ve gang mineralin boyut dağılımı, mineral başkalaşimleri, altın minerallerinin serbestleşme özellikleri, altının bulunuş şeklidir (Şen, 2007; Yüce, 1995).

Yataklanma tipine göre altın cevherinin zenginleştirilmesinde kullanılacak prosesleri Çizelge 1’ de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Altın kazanım prosesleri (Andrew, 1984).

<b>Yataklanma Tipi</b>	<b>Proses</b>
<b>Nabit Altın İçeren Serbest Halde Ufalanmış Damar Şeklindeki Cevher</b>	Gravite ayırma + Amalgamasyon + Siyanür liçi
<b>Nabit Altın İçeren Diğer Cevherler</b>	Gravite ayırma + Amalgamasyon + Flotasyon + Siyanür liçi
<b>Serbest Halde Ufalanmış Cevherler</b>	Direkt Siyanür liçi
<b>Tellüridli Altın Cevherleri</b>	Toplu Flotasyon + Kimyasal Oksidasyon + Siyanür liçi
<b>Piritli Altın Cevherleri</b>	Toplu Flotasyon + Ergitme + Siyanür liçi
<b>Bakırlı Altın Kompleks Cevherleri</b>	Flotasyon + Siyanür liçi
<b>Karbonatlı Altın Cevherleri</b>	Kimyasal Oksidasyon + Siyanür liçi

Altın cevherlerinin zenginleştirilmesinde iri taneli altın içeren cevherler için gravite, amalgamasyon ve aglomerasyon yöntemleri kullanılırken ince taneli ve düşük tenörlü cevherler için flotasyon ve hidrometalurjik yöntemler kullanılabilir (Roshan, 1990).

## 2.2. Gravite ile zenginleştirme

Gravimetrik yöntemler eski çağlardan beri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin ilkesi, altın içeren minerallerin nispeten yüksek yoğunlukta olmalarına dayanır (Bayraktar ve Yarar,1985).

Minerallerin özgül ağırlıklarının farklı olmasından yararlanılarak yapılan zenginleştirme yöntemine özgül ağırlık farkı ile zenginleştirme veya gravite zenginleştirme adı verilir.

Bir akışkan içerisindeki iki farklı yoğunlukta tanelerden ağır olan batarken hafif tane ya askıda kalır ya da pülp akışıyla beraber uzaklaştırılır. Cevher içerisindeki özgül ağırlığı 2,7-3,5 gr/cm<sup>3</sup> olan gang mineralleri ile özgül ağırlığı  $\approx 19$  gr/cm<sup>3</sup> olan altın arasındaki büyük farklardan dolayı altın zenginleştirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Celep, 2005). Mineral tanelerinin akışkan ortamdaki hareketleri, özgül ağırlığının yanı sıra şekil tane büyüklüğü ve ağırlığı ile de yakından ilişkilidir (Doğan, 2005).

Gravimetrik zenginleştirmenin uygulandığı cevherlerde altının serbest ve iri taneli olması gerekir. İri altın tanelerinin siyanür çözeltilerinde tamamen çözünmesi uzun zaman alır. Örneğin, 150 mikronluk saf bir altın tanesi için teorik süre 44 saattir. Gravimetrik yöntemlerle böyle tanelerin önceden ayrılması uzun süreli liç işlemleri uygulaması gereğini ortadan kaldırır. Bunun dışında, altın tanelerinin yüzeyleri, siyanür ile çözünmeyi engelleyecek düzeyde kirli, kaplanmış olması durumunda altın yüzeylerinin ek bir işlemle temizlenmesi gerekir. Gravimetrik yöntemle alınan konsantr miktarı toplam cevher kütlelerinin küçük bir bölümü olacağından bu tür ikincil işlemlerin uygulanmasını ekonomik açıdan engellemez (Bayraktar ve Yarar,1985).

## 2.3. Flotasyon

Fiziko-kimyasal yüzey özellik farklılıklarından yararlanılarak bazı minerallerin yüzdürülmesi bazılarının da bastırılması ile gerçekleştirilen zenginleştirme işlemi flotasyon olarak isimlendirilir (Yıldız, 2010).



Genelde flotasyon ile altın kazanımı bir ön zenginleştirme prosesi olarak düşünülmektedir. Bazı tesislerde gravite sonrasında uygulanmakta ve böylece amalgamasyon işlemi devre dışı bırakılmaktadır (Celep,2005).

Flotasyon yönteminde, genellikle, altın içeren cevherlerden sülfürlü ön konsantreler üretilir. Altın kazanımında sorun yaratan element ve minerallerden altının selektif konsantre olarak kazanılması olanaklıdır. Altın ve gümüş cevherleri; pirotin, Cu, As, Sb gibi siyanür tüketen mineraller ve bitümlü karbon ile grafit içeriyorsa bu elementler siyanür liçi işleminde ortamdaki oksijeni ve siyanürü harcarlar. Arsenik ve antimon, çözülmüş altın ve gümüş bileşiklerindeki altının yerine geçen bileşikler oluştururlar. Bitümlü karbon ve grafit ise altınlı çözeltilerdeki altın, gümüş iyonlarını adsorbe ederek liç verimini düşürürler. Ayrıca altın gümüş cevherlerindeki tellürid minerallerinin siyanür liçi ile çözündürme verimleri oldukça azdır. Bu nedenlerden dolayı;

- a) Siyanür liçi uygulanacak cevherdeki zararlı elementleri uzaklaştırmak,
- b) Siyanür liçinde çözünmeyen tellüridleri kazanmak,
- c) Gravite zenginleştirilmesi ve amalgamasyon işlemlerinin artıklarındaki altın gümüş kaçaklarını geri kazanmak,
- d) Yüksek tenörlü altın ön konsantreleri üretmek için altın, gümüş cevherler flotasyonla zenginleştirilir (Çilingir,1990).

#### **2.4. Amalgamasyon**

Amalgamasyon altın üretimine kullanılmış en eski yöntemlerdendir. Nispeten iri altın tanelerinin kazanılmasında kullanılan bu yöntem metalik cıvanın saf altınla temas ettirilip amalgam yapmasına dayanır. Günümüzde, dünya altın üretimindeki kullanım oranı yaklaşık olarak %10'dur. Altının, civa ile bileşikler yaparak çözünmesini esas alan bu yöntemin uygulanabilirliği, pülpteki altının yüzey verebilecek irilikte olmasını ve amalgamasyonu olumsuz yönde etkileyen arsenik, antimuan, bizmut ve diğer sülfürlü minerallerin ortamda bulunmamasını gerektirmektedir (Bayraktar ve Yarar, 1985).

Amalgamasyon için altın yüzeylerinin temiz olması gerekmektedir. Cıvanın çok zehirleyici olması ve kullanımının işçi sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde

etkilemesi, amalgamasyon ile altın üretimini giderek azaltmaktadır. Günümüzde daha çok nabit altın içeren cevherlerin gravite yöntemiyle zenginleştirilmiş konsantrelerine uygulanan bu yöntem, alternatif olarak siyanür liçi yönteminin geliştirilmesi ve civa ile çalışmasının çok daha özel koşullar gerektirmesi gibi nedenlerle uygulanabilirliğini yitirmiştir (Bayraktar ve Yarar, 1985; Yıldız, 2010).

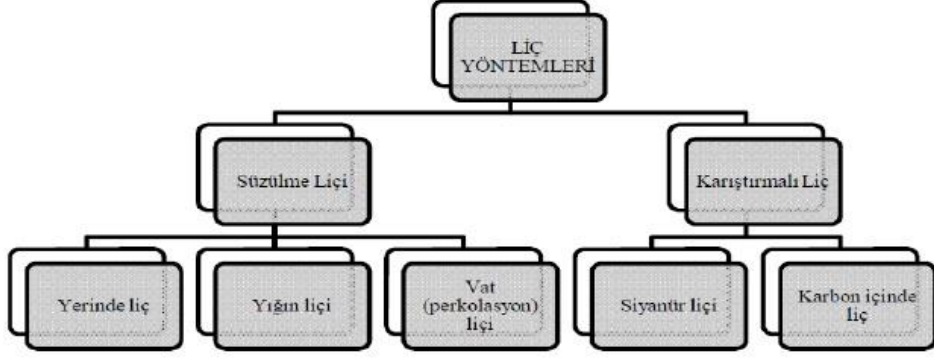
## **2.5. Liç Yöntemi**

Uygun kimyasal reaktifler kullanarak bir cevherin içerdiği kıymetli metal ya da minerallerin kimyasal yapılarını değiştirmek suretiyle zenginleştirme işlemine kimyasal zenginleştirme denir (Acarkan,2011).

Kimyasal zenginleştirmelerin büyük çoğunluğunda kimyasal çözünürlük farkından yararlanılır. Liç adı verilen bu yöntemde; uygun bir çözücü aracılığıyla, kıymetli metal ya da metallerin seçimli olarak çözeltilmesi sağlanmakta ve bir sonraki aşamada da bu yüklü çözeltiliden seçimli olarak kazanılabilmektedir (Acarkan, 2011).

Kıymetli metal içeriği yüksek olan cevherlerin gittikçe tükenmesi sonucunda 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren, düşük tenörlü ve ince dağılımlı kıymetli mineral içeren cevherlerin değerlendirilmesi önem kazanmıştır. Pirometalürjik yöntemler ve fiziksel zenginleştirme ile kazanımın teknik açıdan zorluklar çıkarması ve maliyetleri yükseltmesi sebebiyle kimyasal zenginleştirme, endüstride daha geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Bunun yanı sıra cevherlerden alüminyum, uranyum, titanyum, sodyum, potasyum, altın, nikel, gümüş ve kobaltın kazanılmasında büyük oranda liç yönteminden yararlanılmaktadır (Acarkan, 2011).

Altın cevherleri mineralojisine ve altın tenörüne bağlı olarak farklı liç yöntemleri uygulanabilir. Bu kategoride altın cevherleri; düşük tenörlü altın cevherleri, direkt liç edilebilen altın cevherleri, yüksek tenörlü altın cevherleri olarak üç farklı şekilde sınıflandırılmaktadır (Çilingir, 1990). Şekil 3' de liç yöntemleri verilmektedir.



**Şekil 3.** Kimyasal çözündürme yöntemleri (Aydın, 2012).

## BÖLÜM ÜÇ

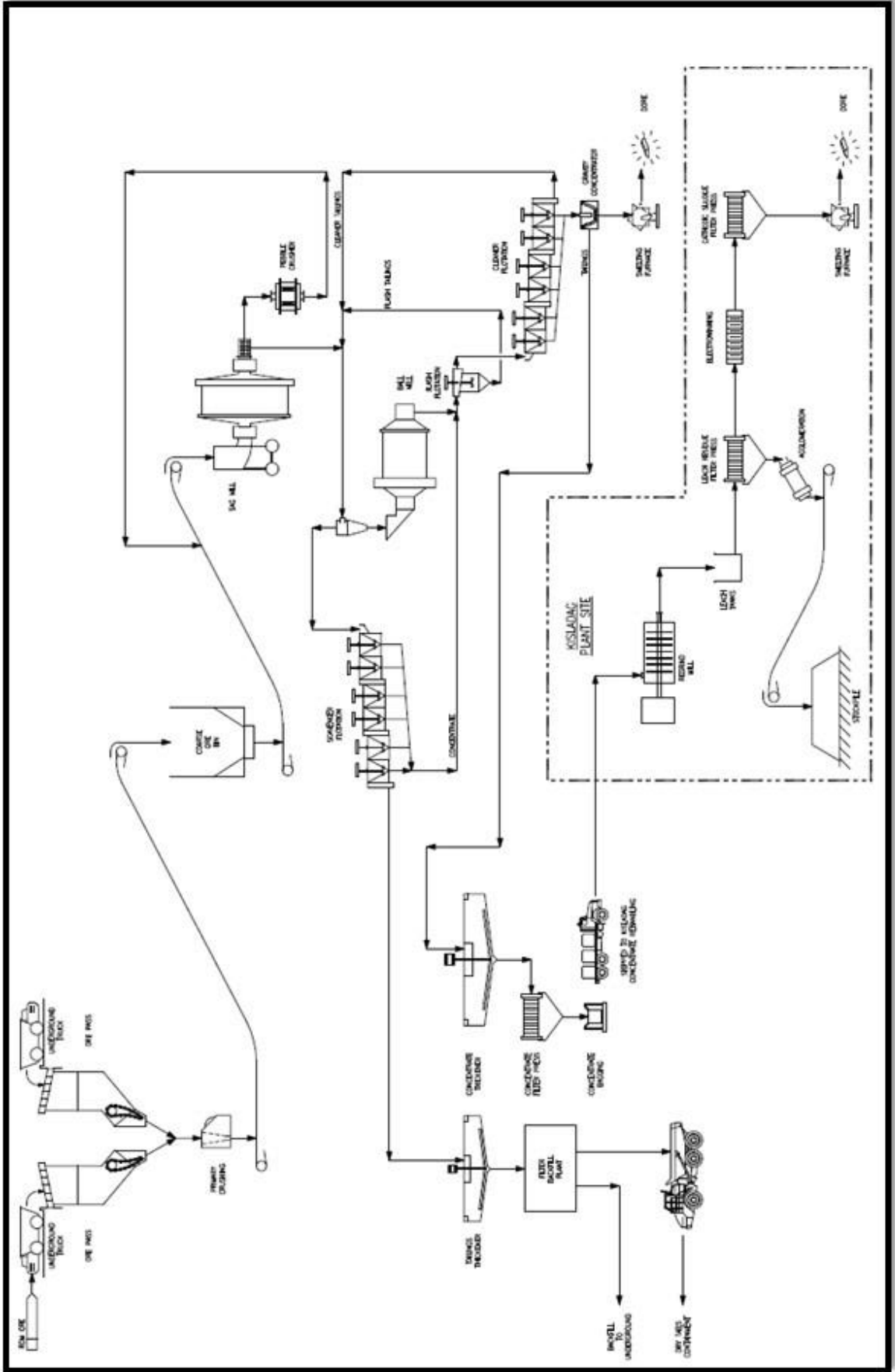
### 3. EFEMÇUKURU ALTIN MADENİ

Efemçukuru Altın Madeni sahasında ve önerilen proje kapsamında kullanılacak maden üretim metodu yeraltı maden işletmeciliği olup kazı dolgu sistemiyle çalışılacaktır.

Üretim yöntemi, özel bir tasarımla yeraltında delme, patlatma yükleme, taşıma ve dolgu yapılacaktır. Cevher hazırlama aşaması, kırma ile başlayarak öğütme ve bunu takiben, altının ve gümüşün çok aşamalı flotasyonunu kapsamaktadır. Nihai flotasyon konsantresi, serbest altın eldesi için gravitasyon işlemine tabi tutulacaktır. Gravitasyon işleminden sonra, elde edilen metal ergitilip dore şeklinde dökülecektir.

Geri kalan metal sülfatları ve küçük taneli altın içeren flotasyon konsantresi, altın üretimi için ileri zenginleştirme işlemine tabi tutulmak amacıyla başka bir tesise taşınacaktır. Flotasyon atıkları filtreleme tesisine gönderilerek susuzlaştırma işlemine tabi tutulacaktır. Susuzlaştırılan atıkların yaklaşık %50'si bağlayıcı madde olarak kullanılan çimento ile karıştırılarak yeraltı dolgusu olarak kullanılacak, geriye kalan kısım ise, alanda oluşturulan ve kapasitesi artırılacak olan kuru atık depolama tesisinde depolanacaktır.

Flotasyon gibi zenginleştirme yöntemleri, düşük tenörlü cevherlerin değerlendirilmesine olanak sağlar ancak beraberinde bertaraf edilmesi gereken önemli miktarda tesis atığı açığa çıkar. Bu nedenle zenginleştirme projelerini, esas olarak bir "atık yönetimi" olarak da değerlendirmek gerekir. Tesis atıklarının depolanması, duyarlılığı ve emniyeti, su ve toprak kalitesi üzerindeki etkileri önemli çevresel sorunlardır.



Şekil 4. Efemçukuru Altın Madeni Proses Akım Şeması

### 3.1.Proje Alanı Tanımı

TÜPRAG Efemçukuru Altın Madeninde Su Yönetim Planı kapsamında kontamine olan yüzey suları çöktürme havuzlarında toplanarak buradan kurulu bulunan kimyasal arıtma tesisine iletilmektedir.

Söz konusu iş, bu kapsamda inşa edilen Kuzey Sediman Havuzunda zamanla biriken sediman miktarının ve niteliğinin dalgıç marifeti ile ölçülmesi ve örneklenmesi için gerekli sıklıkta numunelerin alınması işlerini kapsamaktadır.

Kuzey Sediman Havuzu (NSP) 12 bin metreküp su kapasitesine sahip, yaklaşık 36 metre boy, 26 metre en ve 12 metre derinliğindedir. Bu havuz betonarme olup üzerinde işyeri yemekhanesi bulunmaktadır.

Bu havuza konsantre tesisinden, yağmur kanallarından ve yeraltından değişik kompozisyonlarda kontamine su gelmektedir. Havuz su seviyesinin çalışma esnasında istenilecek seviyede tutulmasında bir sorun bulunmamaktadır. Havuz kapasitesinin yaklaşık yüzde ellisi 2,8 yoğunluğunda katı malzeme ile doludur. Söz konusu katı malzemenin karakteristiği havuz içerisinde farklılık göstermektedir. Yer yer betonsu sertlikte malzeme ile karşılaşılabilen öngörülmedir. Üst tabakaların yoğunluğu görece olarak daha düşük ve çamursu yapıdadır. Suyun genel olarak görüntüsü göreceli olarak bulanıktır. Su içerisinde askıda dolaşan partiküller bulunmaktadır.

Havuzun pompa istasyonu kısmında %50 sinin çamur olduğu gözlemlenmiştir. Su yönetimi kapsamında NSP havuzunun %50'lik kısmının kullanılmadığı ve aşırı yağışlarda büyük riskler taşıdığı ve içerideki katı çamurdan dolayı arıtma tesisinin veriminin etkilendiği saptanmıştır. Daha çok NSP içerisine proses konsantre tüklerinden yüzerek gelen konsantre bulunduğu düşünülmektedir.

NSP de ilk örnekleme ağustos ayında yapılmış olup pompa istasyonunda bulunan çamur pompası ile %2 katı IBC tank içerisine alınmış ve bu malzeme filtreden geçirilerek (susuzlandırılarak) ALS laboratuvarında analize gönderilmiştir. Çıkan sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Deneme Üretim Sonuçları

<b>Çalışılan Gün</b>	18	gün			
<b>Ortalama Nem</b>	21,2	%			
<b>Üretilen Cycle</b>	123	Adet			
<b>Üretilen Ürün Yaş</b>	98,4	Ton			
<b>Üretilen Ürün Kuru</b>	77,54	Ton			
<b>Ortalama Tenör Au</b>	13,55	gr/ton			
<b>Ortalama Tenör Ag</b>	27,5	gr/ton			
<b>Toplam Üretilen Au</b>	1050,66	gr	33,78	ons	\$43,478.92
<b>Toplam Üretilen Ag</b>	2132,33	gr	68,56	ons	\$1,268.43
			<b>Toplam Gelir</b>		<b>\$44,747.35</b>



**Şekil 5.** Pilot Tesis Üretim Resimleri

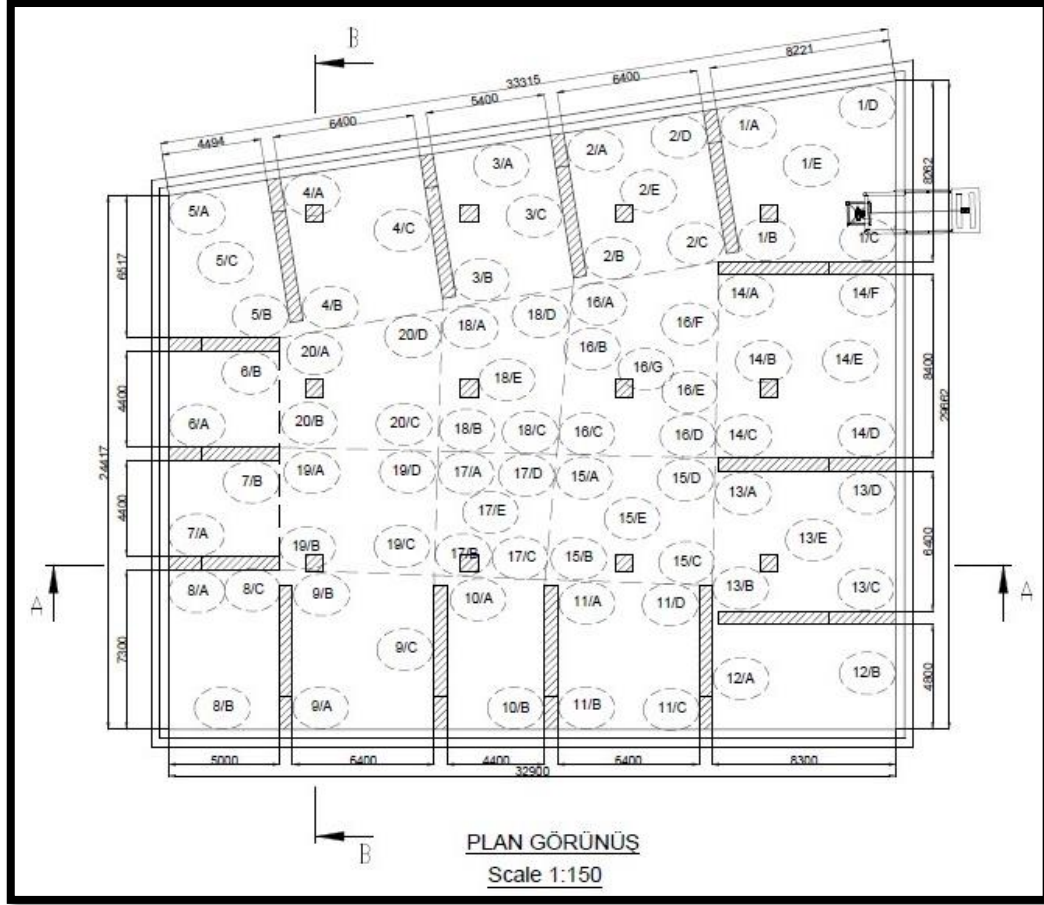
Çıkan sonuçlara istinaden daha detaylı çalışma yapılmasına karar verilmiş olup. Daha fazla ve daha derinden numune alma ve çamur miktarını ölçme çalışmalarına başlanmıştır.

Bu süreçte NSP üzerinde bulunan işletme yemekhanesinden dolayı havuz içerisinde homojen numune alma işlemlerinin yapılamayacağı bu işlemin havuz içerisine girilerek her bir noktadan ayrı ayrı almanın sadece dalgıç marifetiyle yapılabileceği konusunda ortak görüşe varılmıştır.

### **3.2. Dalgıç ile Numune Alma İşlemi**

Bu süreçte alınacak olan numunelerde altın, gümüş içeriği ve toplam katı miktarı hesaplanacaktır. Bu hesaplarımıza istinaden yatırım kararı ve ekipman seçimleri

yapılacaktır. Şekil 6' da numune alma ve çamur ölçüm için havuz içerisindeki noktalar planlanmıştır. Bu noktalara uygun olarak çamur yükseklik ve örnekleme numuneleri alınmıştır. Çamur yükseklik sonuçları aşağıdaki gibidir.



Şekil 6. NSP Havuzu Numune Alım ve Ölçüm Noktaları

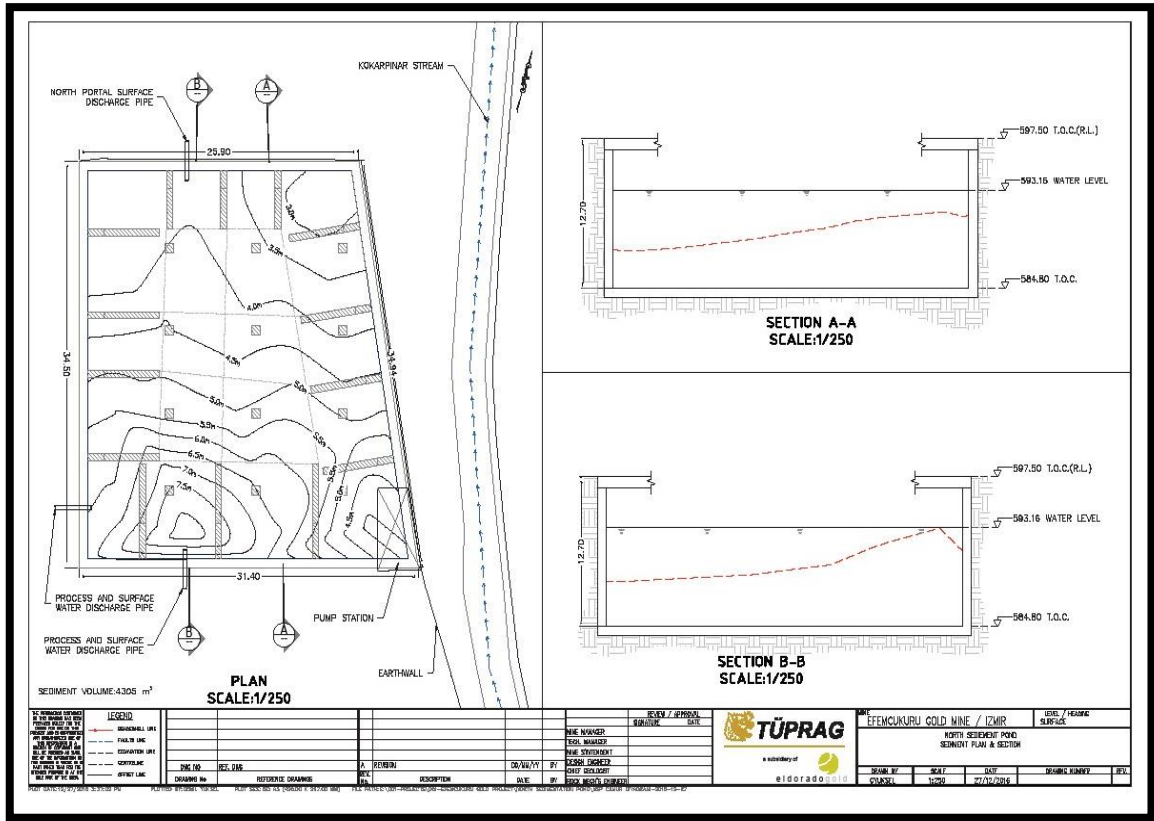


**Tablo 3.** Deneme Üretimi Analiz Sonuçları

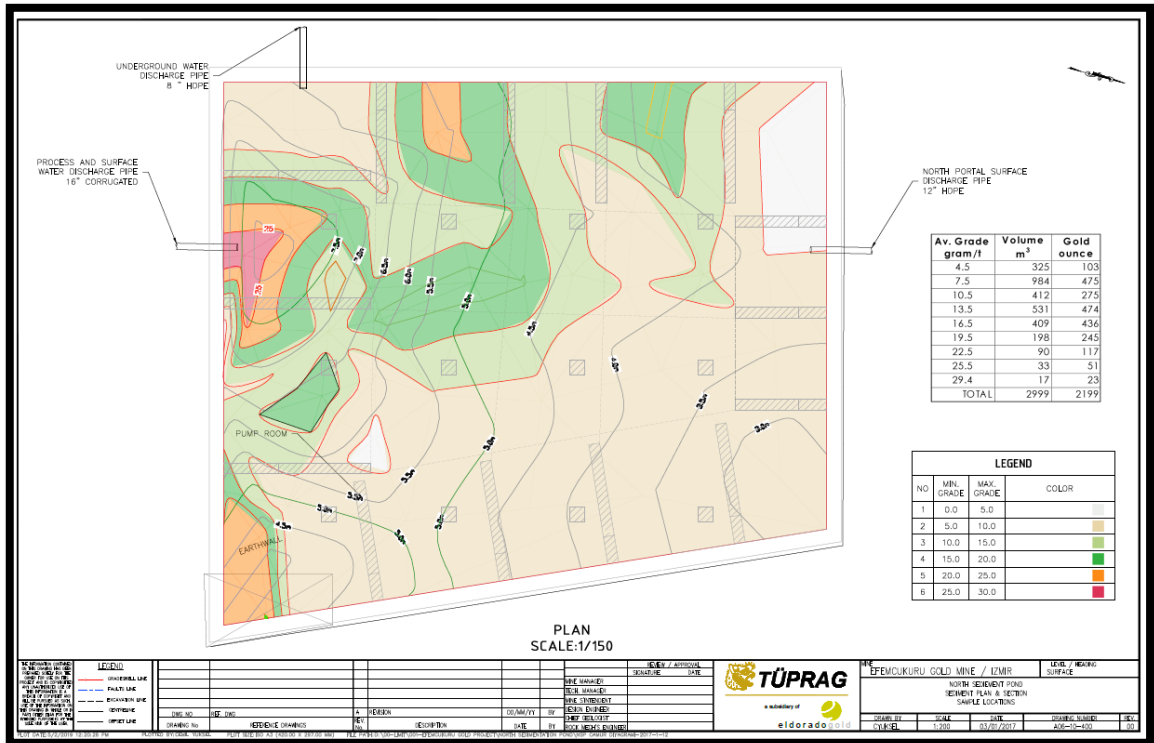
Numune Alınacak Bölge	(AuAA25,AgAA4 5,S-IR08)	Numune Ağırlıkları (kg)	AU (PPM)	AG (PPM)	S (%)
NSP 1	1E	1,174.20	6.28	19.0	3.78
NSP 2	2E	1,535.00	5.92	14.1	2.82
NSP 3	3C	1,577.40	6.98	22.2	4.02
NSP 4	4C	1,352.80	7.40	21.4	4.31
NSP 5	5C	1,243.00	7.56	12.8	3.70
NSP 6	6C	1,155.00	9.10	23.5	4.11
NSP 7	7C	563.00	4.67	19.5	3.17
NSP 8	8C	726.00	3.86	10.7	1.81
NSP 9	9C	712.90	18.70	45.8	8.43
NSP 10	10C	1,007.30	11.10	42.0	7.38
NSP 11	11E	938.00	22.50	51.8	10.10
NSP 12	12A	1,352.00	5.44	20.6	3.77
	12B	1,444.30	5.57	12.2	2.46
	12C	1,238.70	5.29	18.1	2.62
NSP 13	13A	1,329.80	10.35	18.1	4.16
	13B	1,176.20	18.05	44.8	9.08
	13D	591.50	29.40	62.6	11.45
	13E	1,396.00	24.20	56.6	11.70
NSP 14	14A	1,714.00	7.11	15.5	3.35
	14B	1,015.80	19.30	29.3	5.54
	14C	782.70	12.90	31.0	6.56
	14D	1,859.00	24.90	58.0	9.93
	14E	1,226.40	9.59	22.4	3.92
	14F	1,346.00	2.95	8.8	1.61
NSP 15	15A	1,085.00	19.90	49.9	9.52
	15C	1,703.60	10.75	20.7	4.26
	15D	1,136.00	15.65	40.9	7.73
	15E	1,676.00	12.50	38.3	7.15
NSP16	16D	2,165.20	18.80	51.0	9.94
	16E	1,266.20	6.01	12.6	2.71
	16F	1,164.60	4.38	10.9	1.90
	16G	1,717.30	9.51	20.9	3.91
NSP 17	17A	1,894.10	12.20	27.4	5.58
	17C	1,218.10	15.80	41.0	6.71
	17D	2,030.00	18.25	32.9	8.40
NSP 18	18E	1,303.20	7.57	19.5	3.59
NSP 19	19A	974.30	10.65	24.0	4.82
	19C	1,257.00	5.11	19.6	3.55
	19D	1,099.70	9.73	26.6	4.16
NSP 20	20E	1,145.90	8.36	18.6	3.67

**Tablo 4.** Katı Yükseklik Hesapları

Nunume Noktaları	Ölçüm Kodu	Su Seviyesi Kodu	Ölçülen Boşluk	Su Derinlik Ölçümü (m)	Toplam	Toplam Havuz Yüksekliği	Çamur Yüksekliği (m)
1	597.5	593.16	4.34	4.5	8.84	12.7	3.86
2	597.5	593.16	4.34	3.2	7.54	12.7	5.16
3	597.5	593.16	4.34	4.2	8.54	12.7	4.16
4	597.5	593.16	4.34	4.9	9.24	12.7	3.46
5	597.5	593.16	4.34	5.7	10.04	12.7	2.66
6	597.5	593.16	4.34	4.9	9.24	12.7	3.46
7	597.5	593.16	4.34	4.5	8.84	12.7	3.86
8	597.5	593.16	4.34	4.5	8.84	12.7	3.86
9	597.5	593.16	4.34	4.7	9.04	12.7	3.66
10	597.5	593.16	4.34	3.8	8.14	12.7	4.56
11	597.5	593.16	4.34	2.9	7.24	12.7	5.46
12A	597.5	593.16	4.34	2.1	6.44	12.7	6.26
12B	597.5	593.16	4.34	2.1	6.44	12.7	6.26
12C	597.5	593.16	4.34	2.1	6.44	12.7	6.26
13A	597.5	593.16	4.34	0	4.34	12.7	8.36
13B	597.5	593.16	4.34	0	4.34	12.7	8.36
13D	597.5	593.16	4.34	0	4.34	12.7	8.36
13E	597.5	593.16	4.34	0	4.34	12.7	8.36
14A	597.5	593.16	4.34	1.8	6.14	12.7	6.56
14B	597.5	593.16	4.34	1.8	6.14	12.7	6.56
14C	597.5	593.16	4.34	1.8	6.14	12.7	6.56
14D	597.5	593.16	4.34	1.8	6.14	12.7	6.56
14E	597.5	593.16	4.34	1.8	6.14	12.7	6.56
14F	597.5	593.16	4.34	1.8	6.14	12.7	6.56
15A	597.5	593.16	4.34	3	7.34	12.7	5.36
15C	597.5	593.16	4.34	3	7.34	12.7	5.36
15D	597.5	593.16	4.34	3	7.34	12.7	5.36
15E	597.5	593.16	4.34	3	7.34	12.7	5.36
16D	597.5	593.16	4.34	3.3	7.64	12.7	5.06
16E	597.5	593.16	4.34	3.3	7.64	12.7	5.06
16F	597.5	593.16	4.34	3.3	7.64	12.7	5.06
16G	597.5	593.16	4.34	3.3	7.64	12.7	5.06
17A	597.5	593.16	4.34	3.8	8.14	12.7	4.56
17C	597.5	593.16	4.34	3.8	8.14	12.7	4.56
17D	597.5	593.16	4.34	3.8	8.14	12.7	4.56
18	597.5	593.16	4.34	4.2	8.54	12.7	4.16
19A	597.5	593.16	4.34	4.7	9.04	12.7	3.66
19C	597.5	593.16	4.34	4.7	9.04	12.7	3.66
19D	597.5	593.16	4.34	4.7	9.04	12.7	3.66
20	597.5	593.16	4.34	4.9	9.24	12.7	3.46



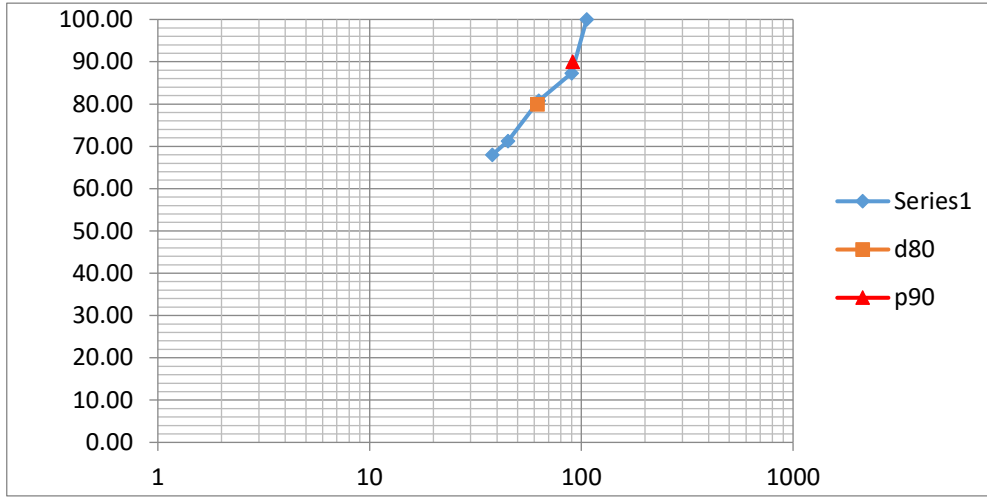
Şekil 7. Havuz İçi Çamur Yükseklikleri



Şekil 8. Havuz İçi Tenör ve Katı Yükseklikleri

**Tablo 5.** NSP-13 Kodlu Numunenin Boyut Dağılımı

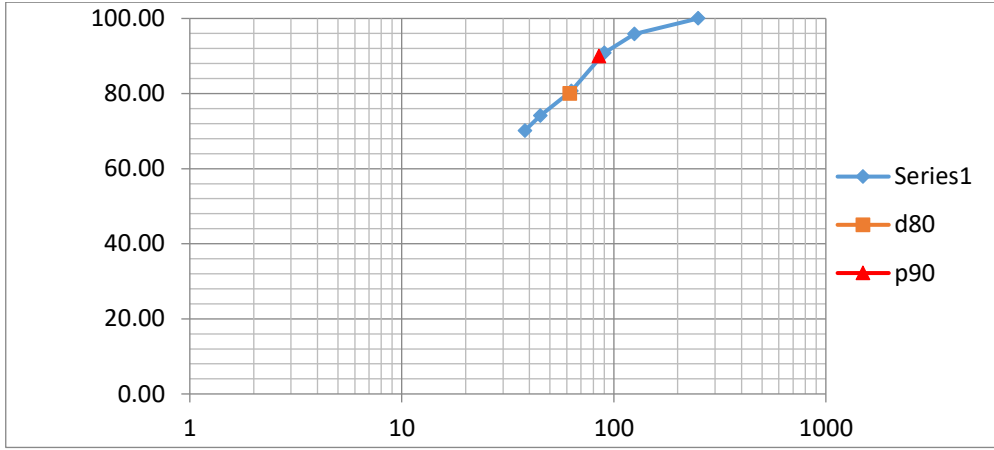
<b>NSP-13 A</b>				
Tane Boyutu	Ağırlık	Ağırlık	Küm. Ağırlık	Au
(-) $\mu\text{m}$	gr	%	%	ppm
106	65.5	12.66	100.00	36.7
90	34.0	6.57	87.34	32.7
63	49.2	9.51	80.76	34.1
45	16.7	3.23	71.25	43.9
38	351.8	68.02	68.02	19.75
	517.2			



**Şekil 9.** NSP-13 Kodlu Numunenin Boyut Dağılım Grafiği

**Tablo 6.** NSP-14 Kodlu Numunenin Boyut Dağılımı

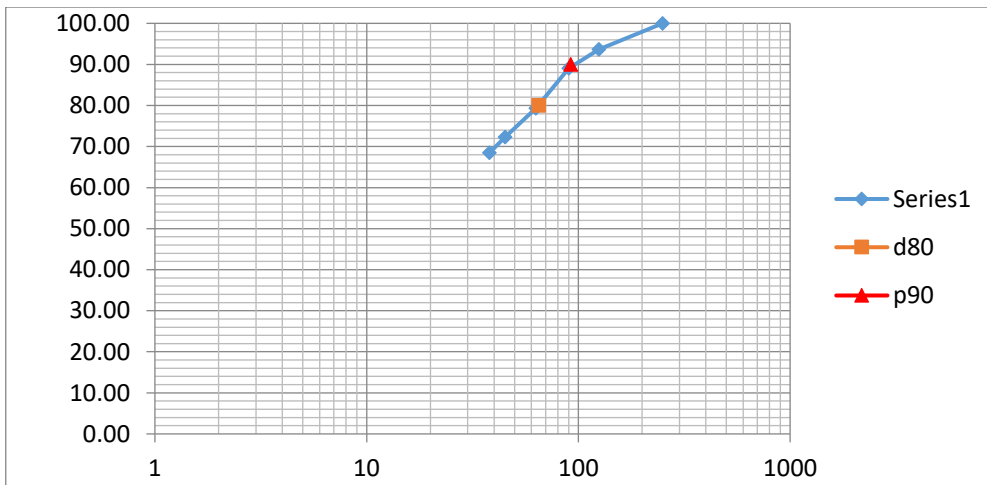
<b>NSP-14</b>				
Tane Boyutu	Ağırlık	Ağırlık	Küm. Ağırlık	Au
(-) $\mu$	gr	%	%	ppm
250	24.4	4.16	100.00	21.8
125	29.3	4.99	95.84	26.1
90	59.8	10.19	90.85	16.75
63	38.3	6.53	80.65	15.5
45	23.5	4.01	74.12	16.55
38	411.3	70.12	70.12	7.74
	586.6			



Şekil 10. NSP-14 Kodlu Numunenin Boyut Dağılım Grafiği

Tablo 7. NSP-16 Kodlu Numunenin Boyut Dağılımı

NSP-16				
Tane Boyutu	Ağırlık	Ağırlık	Küm. Ağırlık	Au
(-) µ	gr	%	%	ppm
250	35.9	6.33	100.00	20.8
125	26.2	4.62	93.67	19.5
90	55.1	9.72	89.05	12.1
63	40.0	7.05	79.33	12.5
45	21.7	3.83	72.28	16.9
38	388.1	68.45	68.45	9.57
	567.0			



Şekil 11. NSP-16 Kodlu Numunenin Boyut Dağılım Grafiği

### **3.3.Çökeltme ve Kıvamlaştırma**

Süspansiyon içindeki çeşitli boyut ve şekildeki katı tanelerin bir çökme kabı içinde gravite kuvvet etkisiyle çökeltilerek kıvamlaşmış bir tortu ve kabın üst kısmından temiz bir sıvı bırakacak şekilde ayrılması işlemine çökeltme denir. Çökeltme işlemi sonrasında sıvı dekante edilerek, kabın dibindeki çökelek alınır. Çökelek, isteniyorsa filtrasyon işleminden geçilerek ileri derecede susuzlandırma yapılabilir.

Gravite kuvvet etkisiyle çökeltme işlemi uzun sürmektedir. İnce boyutlardaki taneler için santrifüj kuvvetlerden yararlanılmaktadır ve taneler flokülant yardımıyla topaklaştırılarak daha iri taneler haline getirilip çökme hızları artırılarak çökeltme süresi kısalmış olmaktadır (İpekoğlu, 1997).

### **3.4. Flokülasyon**

İnce öğütülmüş mineral parçaları ile suyun meydana getirdiği süspansiyonlarda, taneler bazen birbirlerine yapışarak daha büyük taneler meydana getirirler. Birinci hal dispersiyon (dağılma) ikinci hale de flokülasyon (salkımlaşma) adı verilmektedir. Bu iki durumdan hiçbirisi pülpün normal hali değildir, her ikisi de suni olarak yaratılabilir. Katı ve suyun birlikte bulunduğu çeşitli cevher hazırlama sistemlerinde bu iki durum daima mevcuttur. Bazı sistemlerde, örneğin klasifikatörlerde mineral tanelerinin disperse edilmesine, bazı sistemlerde ise, örneğin çöktürme tanklarında, mineral tanelerinin floküle edilmesine çalışılır. Flokülasyon terimi genel olarak koagülasyon ile aynı anlamda kullanılmaktadır. Bunlar arasındaki fark koagülasyonun elektriksel çekim kuvvetleri ile kontrol edilen bir salkımlaşma olması, flokülasyonun ise yüksek molekül ağırlıklı organik maddelerin (polimerler) etkisiyle taneler arasında fiziksel bir köprü oluşturularak elde edilmesidir.

Reaktiflerin, birlikte veya ayrı ayrı halinde, flokülant olarak rol oynaması şu üç esasa dayanmaktadır:

- Van der Waals kuvvetine sahip olan ve birbiriyle çarpışmış bulunan partiküllerin etrafını çevreleyen elektriksel itici kuvvetlerin nötralizasyonu,
- Büyük hacimli aglomeratları, örneğin metal hidroksitleri ayırma,

- Partikülleri, doğal veya sentetik yolla, uzun zincirli ve yüksek moleküllü (ağır) polimerler aracılığıyla köprüleştirme.

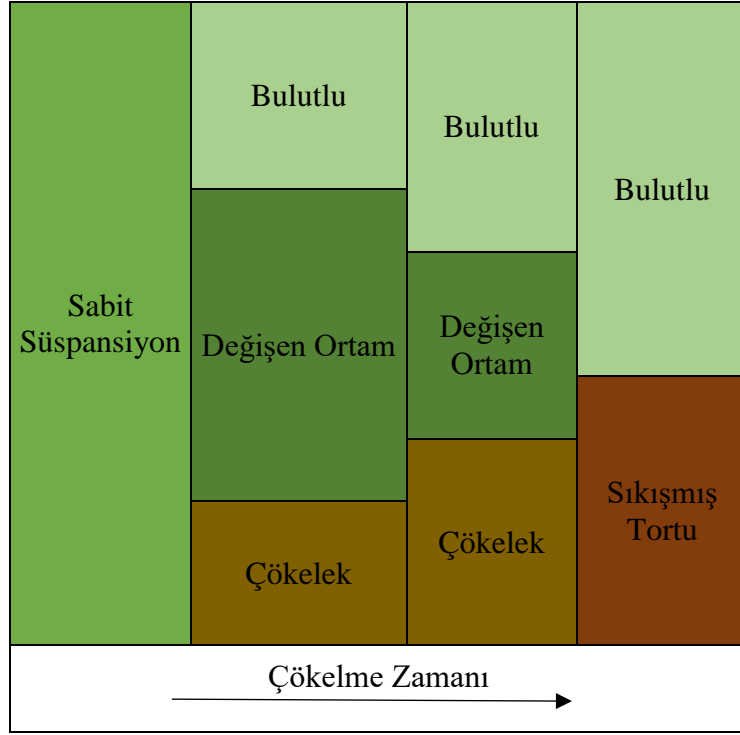
Flokülanlar birer polielektrolit olup, doğal ve sentetik (yapay) olarak ikiye ayrılır. Nişasta kolloidi doğal flokülanlara iyi bir örnektir. Ancak günümüzde daha çok sentetik olanları kullanılmaktadır.

### **3.5. Gravite Çökmesi ve Tikinerler**

Gravite çökmesi veya kıvamaştırma cevher hazırlamada en çok kullanılan susuzlandırma yöntemlerindedir. Bunun nedeni; yüksek kapasitelerde çalışma imkanı sunması, maliyetlerinin oldukça düşük olması ve çökme sırasında ortaya çıkan kesme kuvvetlerinin düşük olması sebebiyle ince partiküllerin flokasyonuna izin vermesidir.

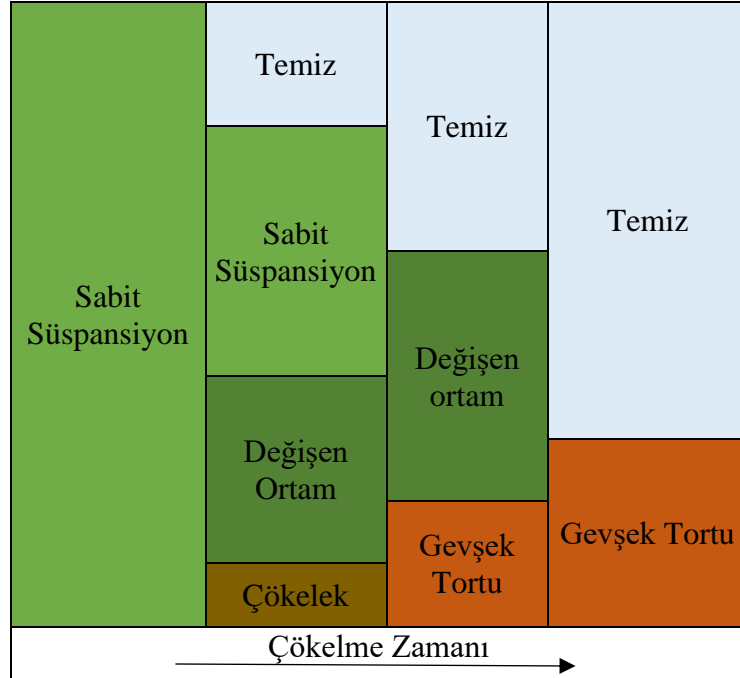
Çökeltmenin amacı; katı-sıvı ayrımı sonucunda elde edilen süspansiyonun katı konsantrasyonunun artırılması ve aynı zamanda üst akımdan, katı tanelerden arındırılmış bir temiz su elde etmektir. Bu işlemin gerçekleştirildi endüstriyel cihazlara tikiner ismi verilmektedir.

Şekil 12’de yüksek katı konsantrasyonuna sahip floküle olmamış bir süspansiyonun çökmesi gösterilmiştir.



**Şekil 12.** Floküle Olmamış Bir Süspansiyonun Çökmesi

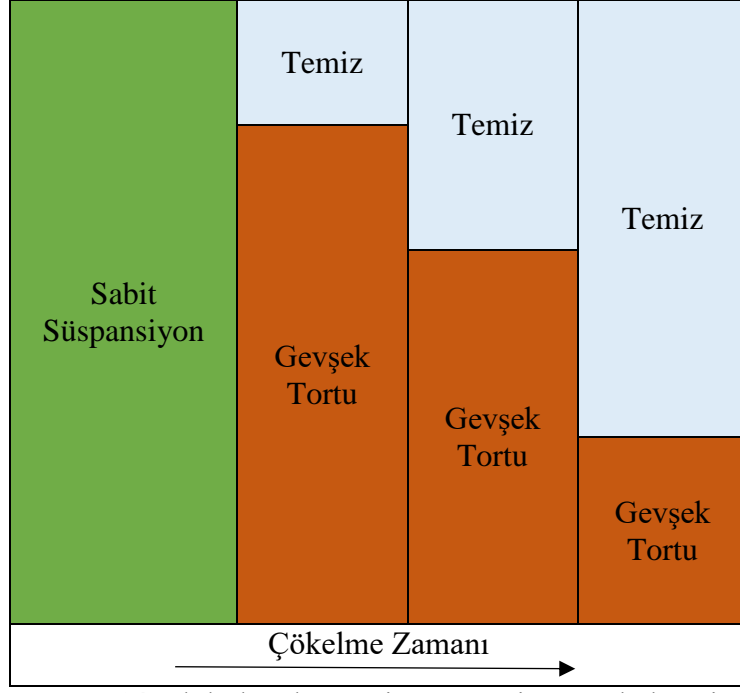
Şekil 13’de yüksek katı konsantrasyonuna sahip kısmen floküle olmuş bir süspansiyonun çökmesi gösterilmiştir.



**Şekil 13.** Kısmen Floküle Olmuş Bir Süspansiyonun Çökmesi

Şekil 14’de yüksek katı konsantrasyonuna sahip floküle olmuş bir süspansiyonun çökmesi gösterilmiştir.





**Şekil 14.** Floküle Olmuş Bir Süspansiyon Çökmesi

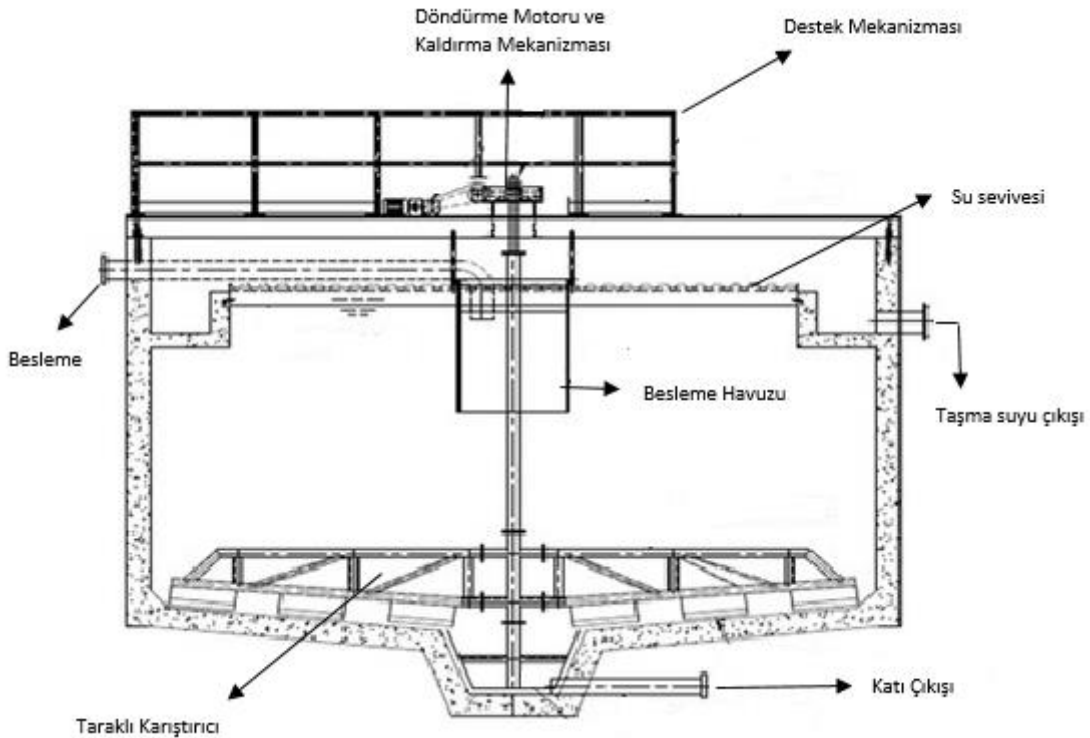
Tikinerler aralıklı ve sürekli olarak çalışabilirler. Madencilik endüstrisinde ilk olarak aralıklı çalışan tikinerler kullanılmaktaydı. Bu tip tikinerlerin çalışma prensibini şu şekilde açıklayabiliriz; süspansiyon tikinere pompalanır ve çökmesi beklenir, çökelen katı alınır ve tikinerin üstündeki temiz su dekante edilir. Bu tip tikinerler küçük kapasiteler için kullanılmaktadır ve günümüzde de hala küçük miktarlar için susuzlandırma cihazı olarak kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiyle beraber tesis kapasiteleri artmış, daha yüksek kapasiteleri karşılamak ve zamandan kazanmak amacıyla sürekli çalışan tikinerler geliştirilmiştir. Bu tip tikinerlerde sürekli bir çökme işlemi olmakta, temiz su tikinerin üst kısmından taşma yoluyla alınırken, çökelen kısım ise kendiliğinden akabildiği için tikinerin tabanındaki konik kısımdan dışarıya alınmaktadır.

Gravitasyonel çökmenin verimliliği kullanılan çökme tankı alanı ile yakından ilgili olduğundan ve geniş bir alana yayılan tortunun çıkış noktasına doğru sürekli hareketinin arzu edilmesi düşüncesiyle kullanılan tikinerlerin geliştirilmesine neden olmuştur. Sürekli çalışan tikinerler madencilik endüstrisinden, kimya, çevre mühendisliği gibi endüstri dallarında kullanılmaya başlanmış ve endüstriyel sular, çevre sularının temizlenmesi amacıyla proseslerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Madencilikte kullanılan tikinerler diğer sektörlerdekilerine nazaran daha büyük çaplı olmaktadır. Bunun sebebi tikinerlere

gelen pülplerin tonajlarının yüksek olması, içerdikleri katıların özgül ağırlıklarının büyük olması ve %60-70 gibi katı konsantrasyonunda çökelek oluşturmalarıdır.

Sürekli çalışan tikinerlerin çapı, 2 m'den 200 m'ye, yükseklikleri ise 1m ile 7 m arasında değişeni silindirik bir tanktan ibarettir. Pülp tikinere yüzeyine yaklaşık 1 m kadar altında bulunan merkezi bir besleme havuzundan yapılır. Böylece sakin ve uygun derinlikte bir besleme sağlanmış olur. Temiz sıvı, tikinerin çevresi boyunca yerleştirilmiş taşma oluklarından dışarıya alınırken, çökelen kısım ise taraklı bir karıştırıcı yardımıyla hafifçe meyilli olan tank tabanı ortasından tikineri terk eder. Taraklı karıştırıcı çökelen malzemenin belirli bir derecede akışkan kalmasını sağlamak ve dolayısıyla kolay hareketi sağlamak dışında tikiner suyunun kaçmasını önlemektedir. Böylece tikiner katı konsantrasyonu yüksek malzeme üretmektedir.

Şekil 15'te sürekli çalışan bir tikiner ve elemanları gösterilmiştir.



Şekil 15. Sürekli Çalışan Köprü Destekli Tikiner Elemanları

### 3.5.1. Bir Tikiner Dizaynında Etken Parametreler

- İşlem görececek katı miktarı
- Besleme malında 60 mesh (250 mikron) dan daha iri malzeme miktarı. Bu, tikinerin taban eğimini, hareket ve kaldırma mekanizmasını etkileyen bir parametredir.

- Katı malzemenin özgül ağırlığı. Özgül ağırlık arttıkça daha dayanıklı yapı malzemeleri gerekmektedir.
- Taşma kanalları ve besleme havuzu. Eğer ki proses de birden fazla tikiner varsa ve herhangi bir tikinerin devre dışı kalması durumunda gelen malzemeyi, mevcut tikiner karşılayabilmelidir.
- Besleme malındaki malzemenin çökme karakteristiği. Buna göre özel taraklı karıştırıcı ve karıştırıcı bıçakları gerekebilir.
- Tikinerde oluşabilecek köpüklerin kontrolü ve giderilmesine yönelik eklemeler.
- Pülp sıcaklığı, buhar ve gazlar. Bu gibi etkenlerin giderilmesi için izolasyon veya tikinerin kapatılması gerekebilir.

### **3.5.2. BASF Tipi Flokülant Kullanımı**

BASF serisi flokülant katyonik bir poliakrilamid olup ultra yüksek molekül ağırlığa sahiptir. Ayrıca 25-500 g/t dozaj aralığında kullanıma uygundur.

### **3.5.3. BASF, 30 g/t Uygulaması**

30 g/t dozajında uygulama sonucunda çökeltme gözlemleri şekil 16 ve şekil 17’de verilmiştir.



**Şekil 165.** BASF, 30 g/t uygulama sonrası üst görünüm



**Şekil 17.** BASF, 30 g/t uygulama sonrası karşıdan görünüm

#### 3.5.4. BASF, 50 g/t Uygulaması

50 g/t dozajında uygulama sonucunda çökelme gözlemleri şekil 18 ve şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 18. BASF, 50 g/t uygulama sonrası üst görünüm



Şekil 19. BASF, 50 g/t uygulama sonrası karşıdan görünüm

### 3.5.5. BASF, 100 g/t Uygulaması

100 g/t dozajında uygulama sonucunda çökelme gözlemleri şekil 20 ve şekil 21'de verilmiştir.



Şekil 20. BASF, 100 g/t uygulama sonrası üst görünüm



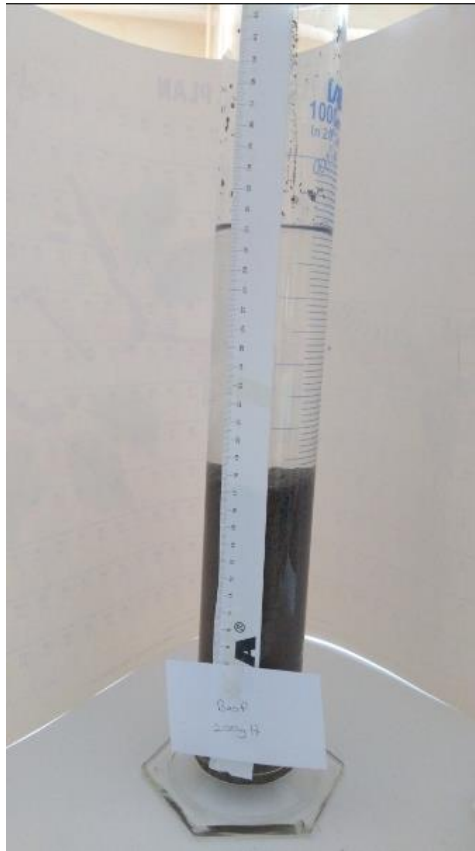
Şekil 21. BASF, 100 g/t uygulama sonrası karşıdan görünüm

### 3.5.6. BASF, 200 g/t Uygulaması

200 g/t dozajında uygulama sonucunda çökeltme gözlemleri şekil 22 ve şekil 23'te verilmiştir.



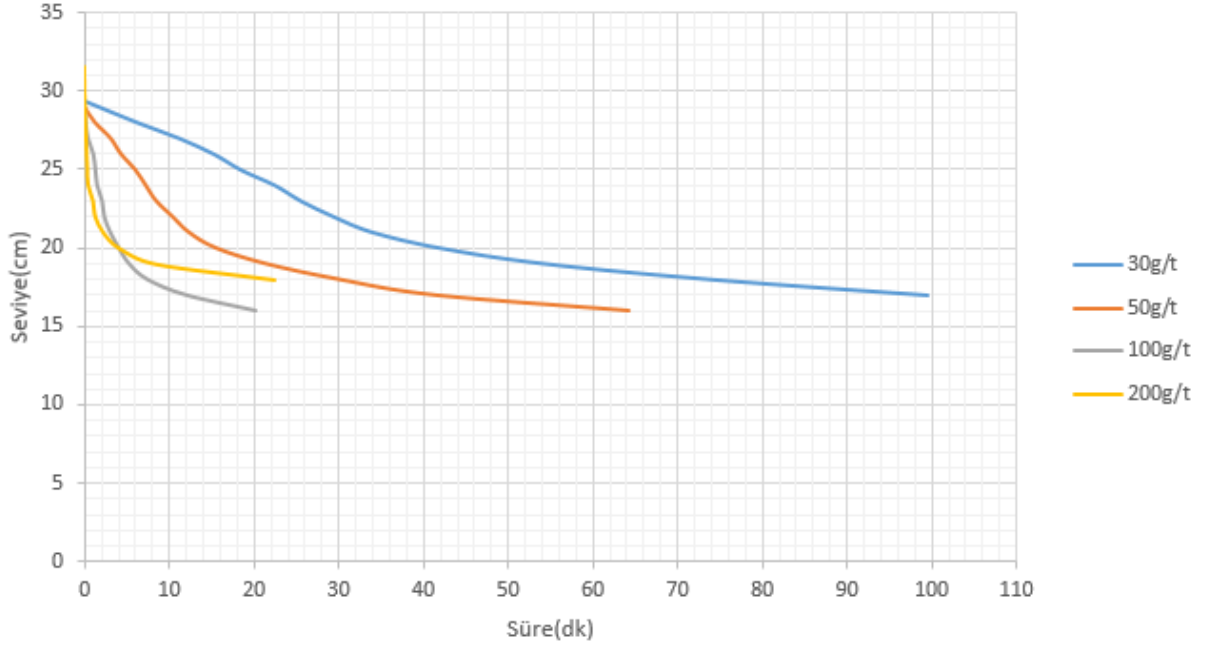
Şekil 22. BASF, 200 g/t uygulama sonrası üst görünüm



Şekil 23. BASF, 200 g/t uygulama sonrası karşıdan görünüm

### 3.5.7. BASF Flokulantının Farklı Dozajlarının Karşılaştırılması

Farklı dozajlarda uygulama ölçüm sonuçlarıyla elde edilen sedimantasyon eğrileri şekil 24’de verilmiştir.

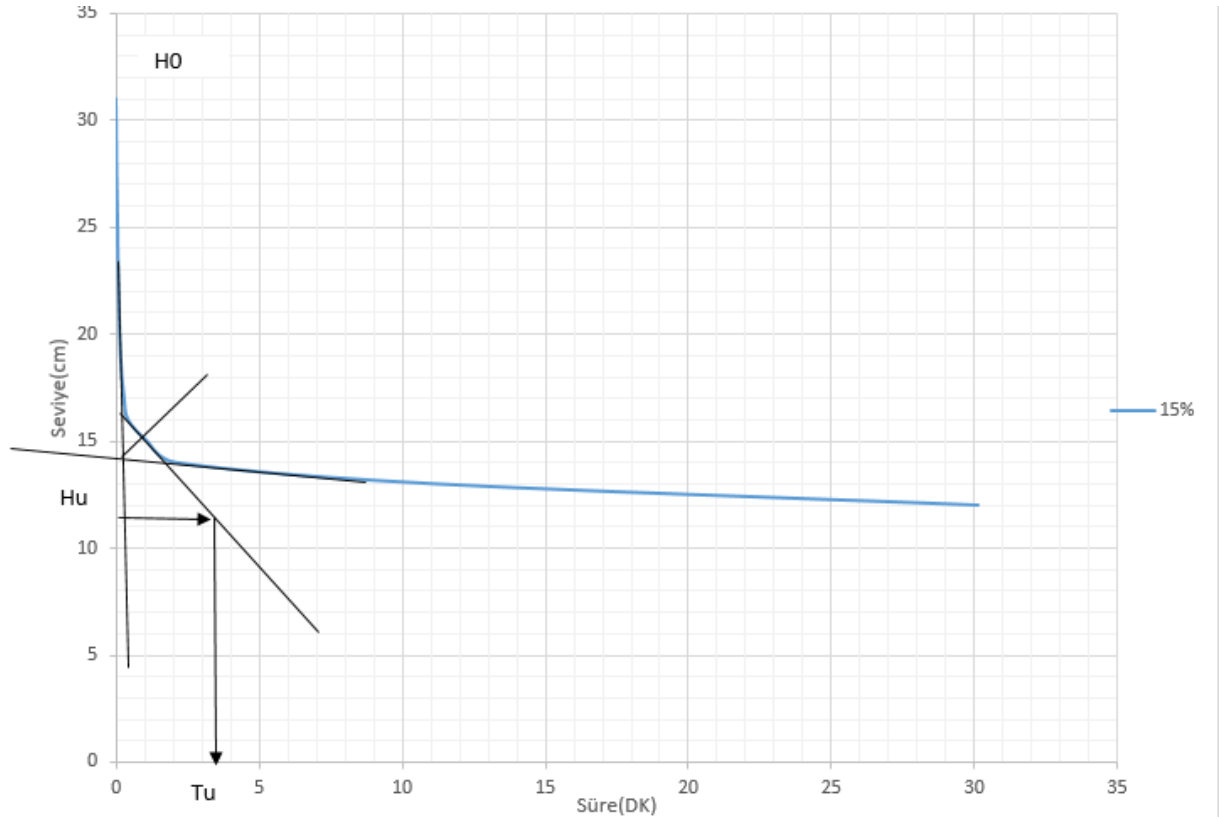


Şekil 24. BASF Flokulantı Sedimantasyon Eğrileri

Sedimantasyon eğrileri incelendiğinde optimum dozajın 100 g/t olduğu tespit edilmiş olup, 200 g/t dozajında daha temiz bir sedimantasyon işlemi gözlenmiştir.



### 3.5.8. Optimum Sonuca Göre Tikiner Hesabı



Şekil 25. A-130 %15 katı oranı, sedimentasyon eğrisi

#### Veriler:

H<sub>0</sub>: Pülpün cam mezürdeki yüksekliği = 31 cm

C<sub>0</sub>: Üst akım katı derişimi = 0,163 ton/m<sup>3</sup>

C<sub>u</sub>: Alt akım katı derişimi = 0,405 ton/m<sup>3</sup>

H<sub>u</sub>: Sedimentasyon sonucu pülpün çökelek oluşturduğu yükseklik = 11,45 cm = 0,1145 m

T<sub>u</sub>: Sedimentasyon sonucu çökelek oluşma zamanı = 4,5 dk = 0,075 saat

V<sub>0</sub>: Sedimentasyon sırasında verimli çökeltme hızı = 4,34 cm/dk = 2,61 m/saat

Q<sub>r</sub>: Besleme debisi = 150 m<sup>3</sup>/saat

**Hesaplamalar:**

$$H_u = (C_0 \times H_0) / C_u = (163 \times 31) / 406 = 11,45 \text{ cm} = 0,075 \text{ m}$$

$$V_0 = (H_0 - H_u) / T_u = (31 - 11,45) / 4,5 = 4,34 \text{ cm/dk} = 2,61 \text{ m/saat}$$

$$\text{Koyulaştırma Alanı (A}_k\text{)} = (O_f \times T_u) / H_u = (150 \times 2,61) / (31 / 60) = 36,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Berraklaştırma Alanı (A}_b\text{)} = O_f \times [(H_0 - H_u) / H_0] / V_0 = 150 \times [(31 - 11,45) / 31] / 2,61 = 36,24 \text{ m}^2$$

Yapılan hesaplamalar sonucunda koyulaştırma alanı, berraklaştırma alanından büyük olduğu için tkiner A<sub>k</sub> değerine göre alınır.

Bulunan değerlere göre Ak değeri %20 emniyet payı ile 43,56 m<sup>2</sup> olarak değişmektedir ve buradan da tkiner çapı 7,45m olarak bulunmaktadır.

Derinlik ise kaba bir yaklaşım ile 1+1,5+0,75 = 3,25 olarak tahmin edilebilir.

## BÖLÜM DÖRT

### 4. FİLTRASYON TESİSİ TASARIM KAPASİTESİ

Tikiner Girişi QA-500 $\mu\text{m}$	$\approx 70 \text{ m}^3/\text{h}$ (%25, +-5 katı maddeli)
Pres Filtre Çıkışı	$\approx 7500 \text{ kg}$ Kuru madde/saat
Çıkan Kek Nemi	$\approx \%18-23$ nemli

70 m<sup>3</sup>/saat debi atık şlamı ilk şlam kondisyoner tanka alınır sisteme konulan bu tank üzerindeki sensör vasıtası ile seviye kontrolü yapılır, şlam daha sonra ana transfer pompası ile eleğe alınır, elek altı serbest akış ile Ø5 m tikinere beslenir, flokulant hazırlama bölümünde hazırlanan flokulant tikinere gerekli miktarda beslenerek ön filtrasyon işlemi başlamış olur, Tikiner alt çıkışında oluşan yoğun çamur ( $\approx\%50-60$  Katı Maddeli) tikiner altı pompası vasıtası ile pres filtre besleme tanklarına (kondisyoner tank) alınır (Pompaların bastığı atık iki yol üzerinde by-pass- Filtre besleme tankı borulama hatları üzerinden yol alır, bu uygulamanın amacı; yeterince yoğunluğa ulaşmamış çamur tikinere geri beslenerek gerekli yoğunluğa ulaşması sağlanır ve Pres Filtreler her zaman yoğun çamur ile çalıştırılarak ön filtrasyonda alınabilecek su filtrelere gelmeden sistemden uzaklaştırılır) , tikiner altı pompaları ıslak yedekli olmak üzere 1 adet asıl pompa bir adette yedek pompa olacak şekilde tasarlanmıştır. Pres Filtre Besleme tankına (Filtre besleme tankı dizayn olarak eğimli tabanı ve pompa emiş çıkışındaki karıştırıcı sayesinde sürekli homojen karışımı filtrelere yollamayı amaçlar) alınan atık, filtre besleme pompası yardımıyla kademeli olarak (pompa motoru hız kontrolü yardımı ile ) pres filtreye alınır. Operasyon olarak filtrasyonu tamamlanan çamur otomatik kek boşaltma sistemi yardımıyla filtre üzerinden kek haznesine boşaltılır, Bu işlem saatte 3 defa tekrarlanarak gerekli kapasite sağlanır

Vardiyada minimum 1 defa yapılacak olan bez yıkama işlemi ile plaka bezlerrnin ömrünü ve filtrasyon performansını arttırmayı amaçlamaktadır. Yıkama işlemi için sabit basınç ve debili suyu sisteme sağlamak amacı ile bez yıkama hidraforu devreye girer. (3,5 m<sup>3</sup>/her yıkama – vardiyada 1 defa)

Santrifüj Pompaların su ihtiyacı;

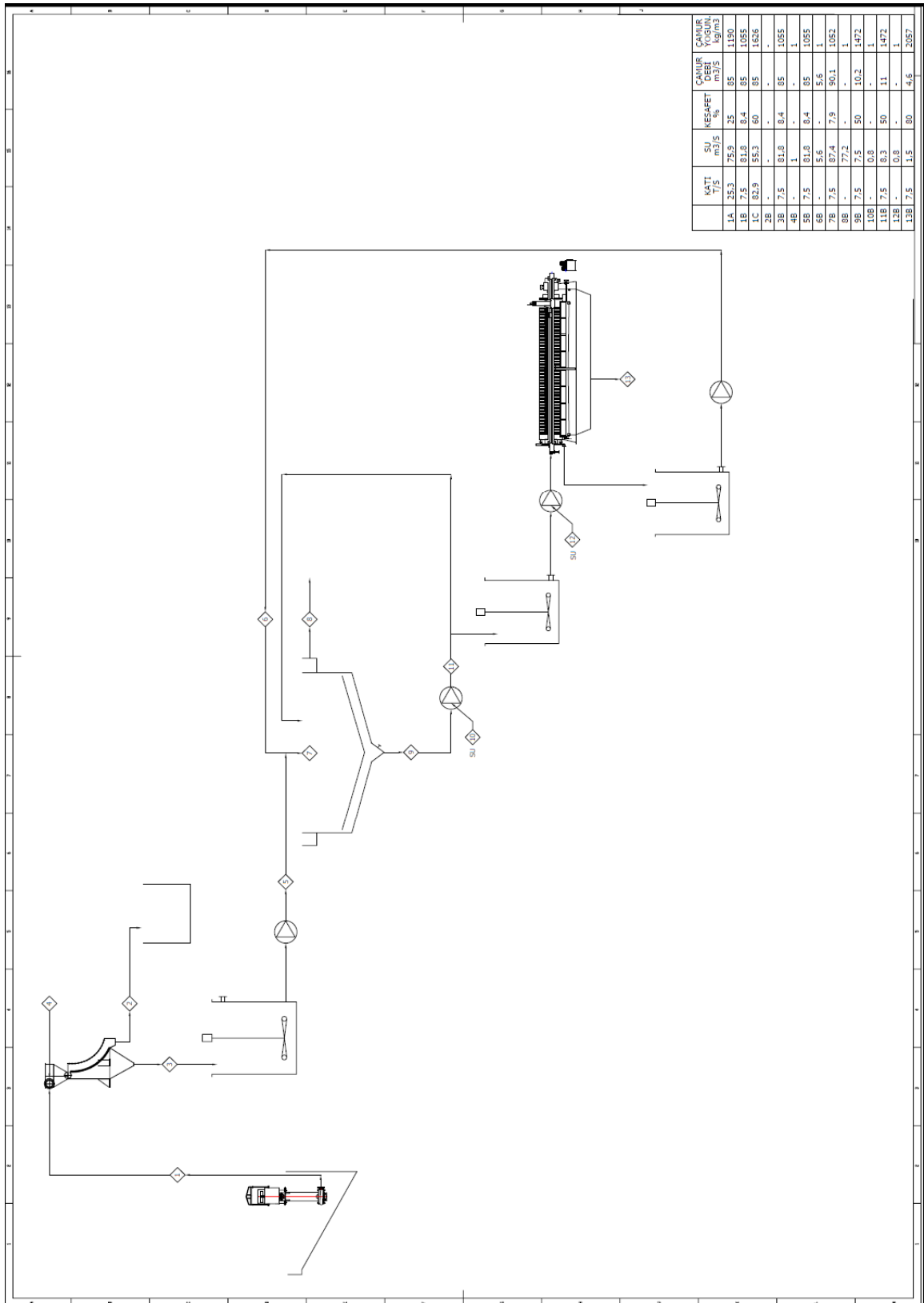
Ana Transfer Pompası  $\approx 70 \text{ m}^3/\text{saat}$

Thickener Altı Transfer Pompası  $\approx 0,45 \text{ m}^3/\text{saat}$

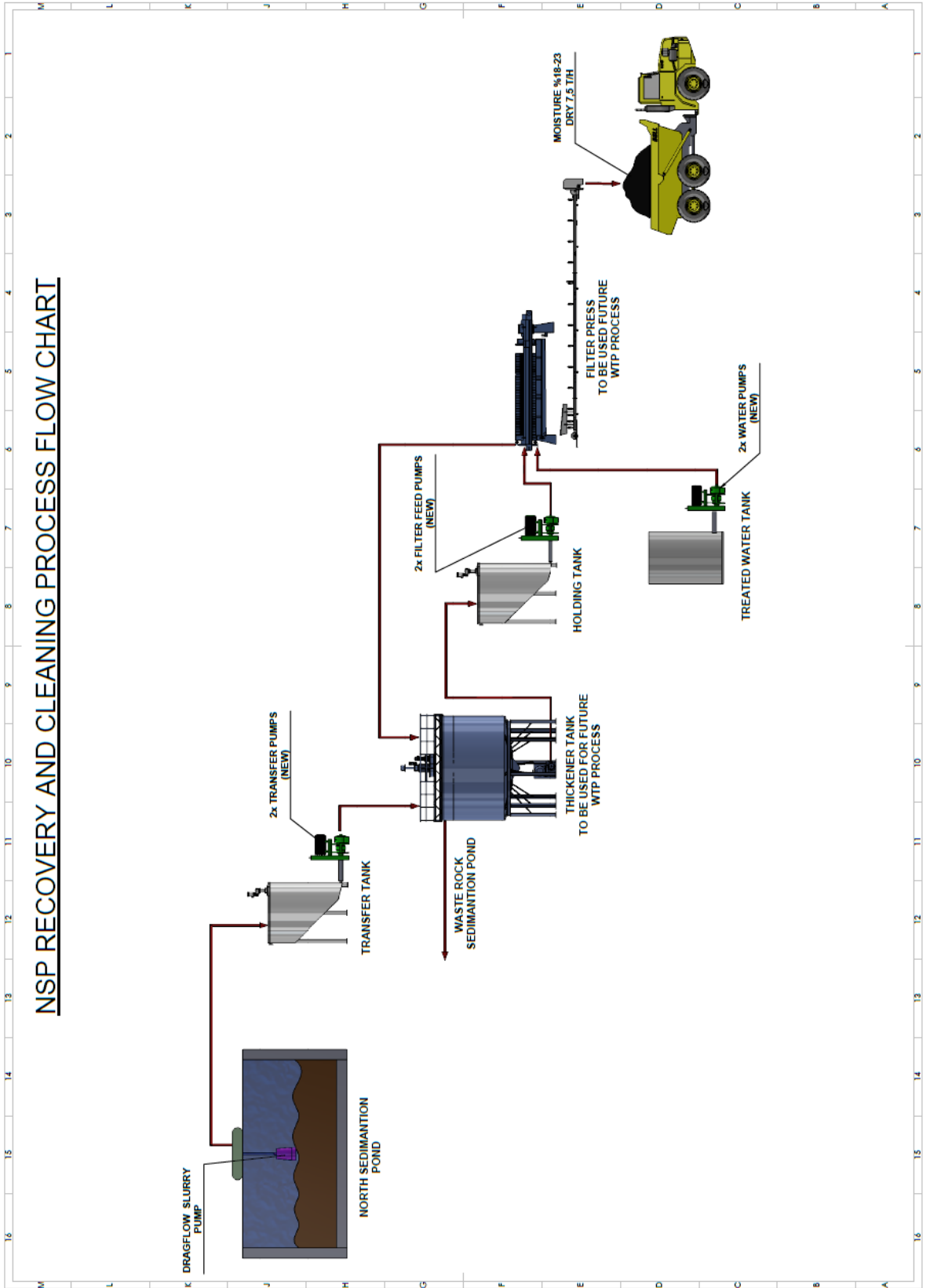
Pres Filtre Besleme Pompası  $\approx 70 \text{ m}^3/\text{saat}$

Ayrıca Pres Filtre besleme kanalını her şarjın arkasından temizlemek amacı ile göbek boşaltma havasına ihtiyaç vardır, ( $\approx 0,75 \text{ m}^3 \cdot 7 \text{ Bar /dk}$ -her şarjda kullanılacak)

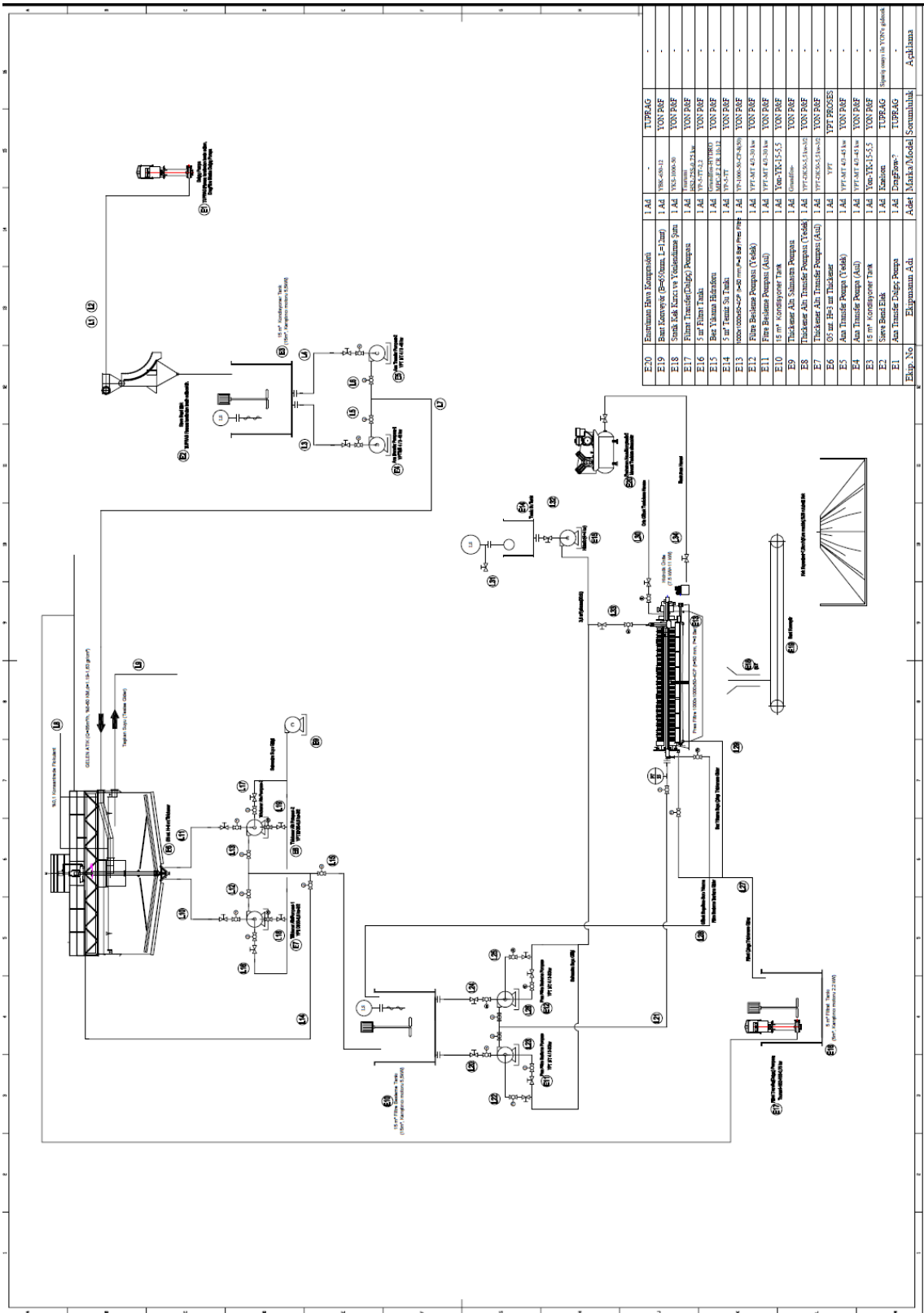
Sistem içerisindeki tüm enstrümanların hava ihtiyacı ( $\approx 0,4 \text{ m}^3 \cdot 7 \text{ Bar/dk}$ ) olacaktır.



Şekil 26. Filtrasyon Tesisi Madde Balansı



**Şekil 27.** Filtrasyon Tesisi Akım Şeması



Şekil 28. Filtrasyon Tesisi Detaylı Akım Şeması

Hat No	Hatın Adı	Kullanılacak Pompa	Hat Ölçüsü	Kullanılacak Vana	Kullanılan Vana Kodu
L1					
L2	Elek Yüzey Suyu	Serbest Akış	DN 50 PN16	Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L3	Thickener Besleme Pompa Girişi	YPT MT 4 / 3 -45 kw	DN 100 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L4	Thickener Besleme Pompa Girişi (Yedek)	YPT MT 4 / 3 -45 kw	DN 100 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L5	Thickener Besleme Pompa Çıkışı	YPT MT 4 / 3 -45 kw	DN 80 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt
L6	Thickener Besleme Pompa Çıkışı (Yedek)	YPT MT 4 / 3 -45 kw	DN 80 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt
L7	Thickener Besleme Hattı (Tesiste mevcut)	YPT MT 4 / 3 -45 kw	DN 100 PN16	Manuel Bicaklı Vana	-
L8	Flokulant Besleme Hattı	Tesisten kullanılacak	DN 25 Dişli	Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L9	Thickener Taşkan Çıkışı	Serbest Akış	DN 200	-	Kör Flanş
L10	Thickener Altı Pompa Girişi	YPT DK50-1,1 kw-3/2	DN 100 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L11	Thickener Altı Pompa Girişi (Yedek)	YPT DK50-1,1 kw-3/2	DN 100 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L12	Thickener Altı Pompa Çıkışı	YPT DK50-1,1 kw-3/2	DN 50 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L13	Thickener Altı Pompa Çıkışı (Yedek)	YPT DK50-1,1 kw-3/2	DN 50 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L14	Thickener Altı By-pass Hattı	YPT DK50-1,1 kw-3/2	DN 40 PN16	Pno Akt.Segment Vana	V445F Tip Flanşlı V4DV+SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC
L15	Pres Filtre Besleme Tankı Hattı	YPT DK50-1,1 kw-3/2	DN 40 PN16	Pno Akt.Segment Vana	V445F Tip Flanşlı V4DV+SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC
L16	Thickener Besleme Pompası Salmastra Su Girişi	Tesisten kullanılacak	DN 15 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L17	Thickener Besleme Pompası Salmastra Su Girişi (Yedek)	Tesisten kullanılacak	DN 15 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L18	Thickener Besleme Pompası Hat Yıkama Su Girişi	Tesisten kullanılacak	DN 25 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L19	Thickener Besleme Pompası Hat Yıkama Su Girişi (Yedek)	Tesisten kullanılacak	DN 25 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L20	Pres Filtre Besleme Pompa Girişi	YPT MT 4 / 3-30kw	DN 100 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L21	Pres Filtre Besleme Pompa Çıkışı	YPT MT 4 / 3-30kw	DN 80 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt
L22	Pres Filtre Besleme Pompası Salmastra Su Girişi	Hidrafor	DN 15 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L23	Pres Filtre Besleme Pompası Hat Yıkama Su Girişi	Hidrafor	DN 40 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L24	Pres Filtre Besleme Pompa Girişi	YPT MT 4 / 3-30kw	DN 100 PN16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L25	Pres Filtre Besleme Pompası Salmastra Su Girişi	Hidrafor	DN 15 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L26	Pres Filtre Besleme Pompası Hat Yıkama Su Girişi	Tesisten kullanılacak	DN 40 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L27	Pres Filtre Filtrat Çıkışı	Serbest Akış	DN 100 PN 16	-	-
L28	Göbek Boşaltma ve Hat Yıkama Çıkış Hattı	Serbest Akış	DN 80 PN 16	Pno Akt.Bicaklı Vana Manuel Bicaklı Vana	WB-NBR-AC100+ 5/2w 24VDC=Endükt WB-NBR Manuel Bicaklı
L29	Pres Filtre Bez Yıkama Çıkış Hattı	Serbest Akış	DN 100 PN 16	-	-
L30	Göbek Boşaltma Giriş Hava Hattı	Tesisten kullanılacak	DN 40 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L31	Bez Yıkama Su Tankı Girişi	Tesisten kullanılacak	DN 50 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L32	Bez Yıkama Hidrafor Girişi	Grundfos-HYDRO MPC-F 2 CR 10-9	DN 65 Dişli	Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L33	Bez Yıkama Hidrafor Çıkışı	Grundfos-HYDRO MPC-F 2 CR 10-9	DN 40 Dişli	Pno Akt.Küresel Vana Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF +SBU Lim. Swt. +EB5.15YD Çift Etk. Akt.+5/2w 24VDC MP03 Üç Parçalı TF Dişli
L34	Enstrüman Hava Giriş Hattı	Tesisten kullanılacak	DN 25 Dişli	Manuel Küresel Vana	MP03 Üç Parçalı TF Dişli

Şekil 29. Filtrasyon Tesisi Boru Çapları ve Vana Tipleri



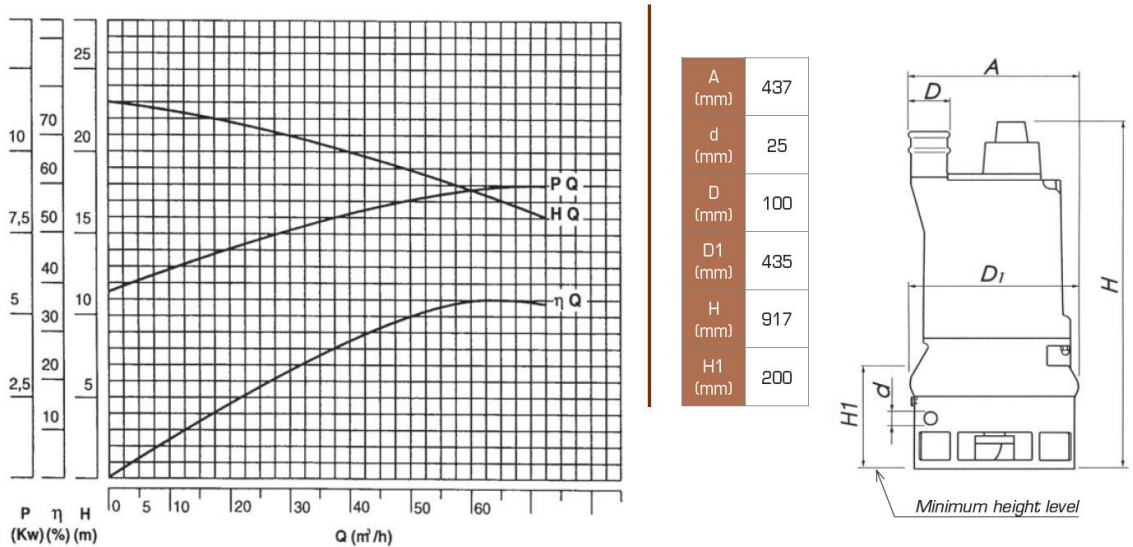
## 4.1. Ekipman Listesi

Ekip. No	Ekipmanın Adı	Adet	Marka/Model	Sorumluluk	Açıklama
E1	Ana Transfer Dalgıç Pompa	1 Ad	DragFlow-?	TUPRAG	-
E2	Sieve Bend Elek	1 Ad	Knelson	TUPRAG	Sipariş onayı ile YON'e gidecek
E3	15 m³ Kondisyoner Tank	1 Ad	Yon-YK-15-5,5	YON P&F	-
E4	Ana Transfer Pompa (Asıl)	1 Ad	YPT-MT 4/3-45 kw	YON P&F	-
E5	Ana Transfer Pompa (Yedek)	1 Ad	YPT-MT 4/3-45 kw	YON P&F	-
E6	Ø5 mt. H=3 mt Thickener	1 Ad	YPT	YPT PROSES	-
E7	Thickener Altı Transfer Pompası (Asıl)	1 Ad	YPT-DK50-5,5 kw-3/2	YON P&F	-
E8	Thickener Altı Transfer Pompası (Yedek)	1 Ad	YPT-DK50-5,5 kw-3/2	YON P&F	-
E9	Thickener Altı Salmastra Pompası	1 Ad	Grundfos-CR 1	YON P&F	-
E10	15 m³ Kondisyoner Tank	1 Ad	Yon-YK-15-5,5	YON P&F	-
E11	Fitre Besleme Pompası (Asıl)	1 Ad	YPT-MT 4/3-30 kw	YON P&F	-
E12	Fitre Besleme Pompası (Yedek)	1 Ad	YPT-MT 4/3-30 kw	YON P&F	-
E13	1000x1000x50-4CP (t=50 mm,P=8 Bar) Pres Filtre	1 Ad	YP-1000-50-CP-8(50)	YON P&F	-
E14	5 m³ Temiz Su Tankı	1 Ad	YP-5-TT	YON P&F	-
E15	Bez Yıkama Hidraforu	1 Ad	Grundfos-HYDRO MPC-F 2 CR 10-12	YON P&F	-
E16	5 m³ Filtrat Tankı	1 Ad	YP-5-TT-2,2	YON P&F	-
E17	Filtrat Transfer(Dalgıç) Pompası	1 Ad	Tsurumi HS2-75S-0.75 kw	YON P&F	-
E18	Statik Kek Kırıcı ve Yönlendirme Şutu	1 Ad	YKS-1000-50	YON P&F	-
E19	Bant Konveyör (B=650mm, L=12mt)	1 Ad	YBK-650-12	YON P&F	-
E20	Enstrüman Hava Komprasörü	1 Ad		TUPRAG	

Şekil 30. Filtrasyon Tesisi Ana Ekipmanlar Listesi

### 4.1.1 Pompa Seçimleri

#### 4.1.1.1. Havuz İçi Dalgıç Pompa

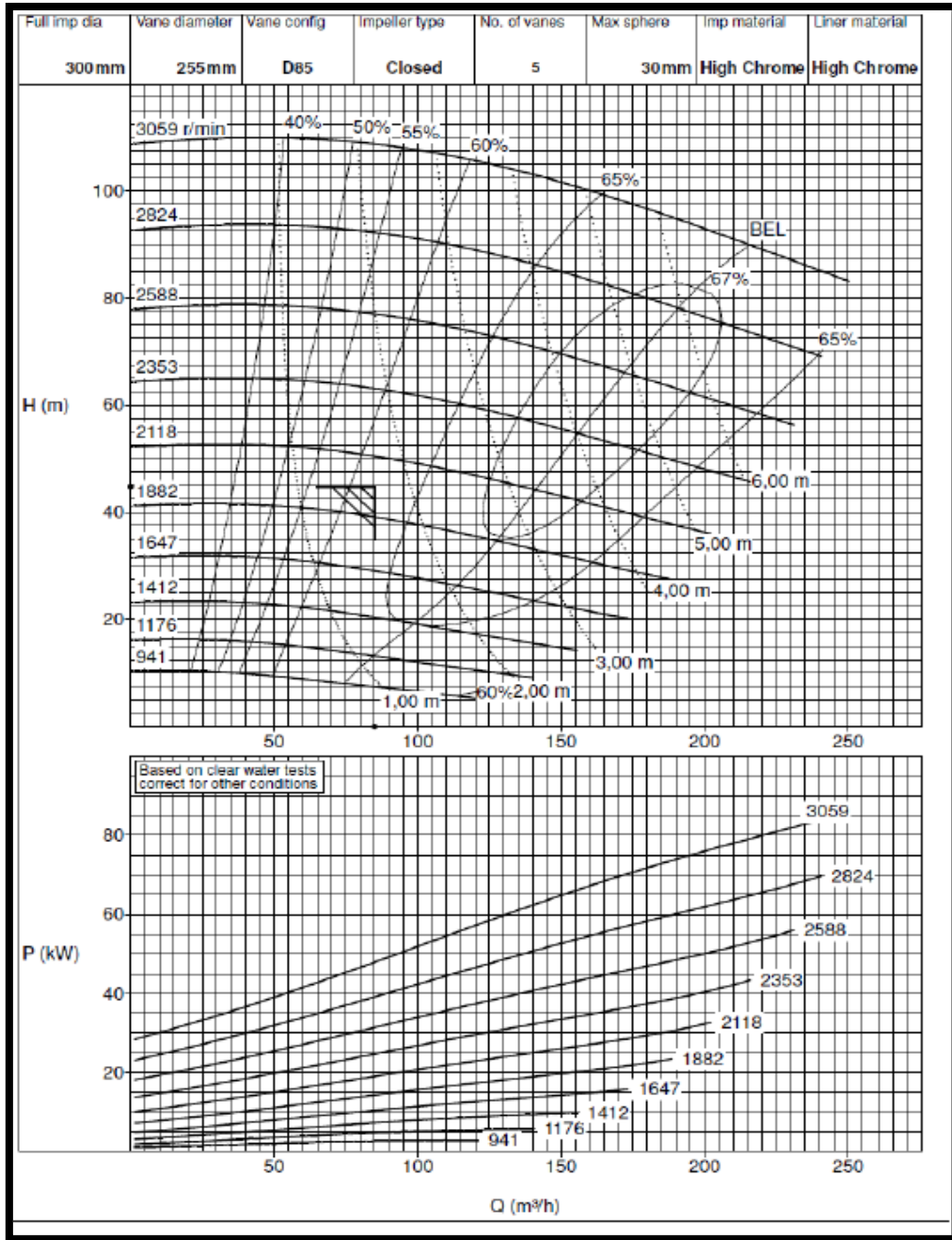


Şekil 31. Dragflow Marka Dalgıç Tip Çamur Pompası Basma Eğrisi



**Şekil 32.** Dragflow Marka Dalgıç Tip Çamur Pompası

#### 4.1.1.2. 4-3 Santfrüj Aktarma Pompası

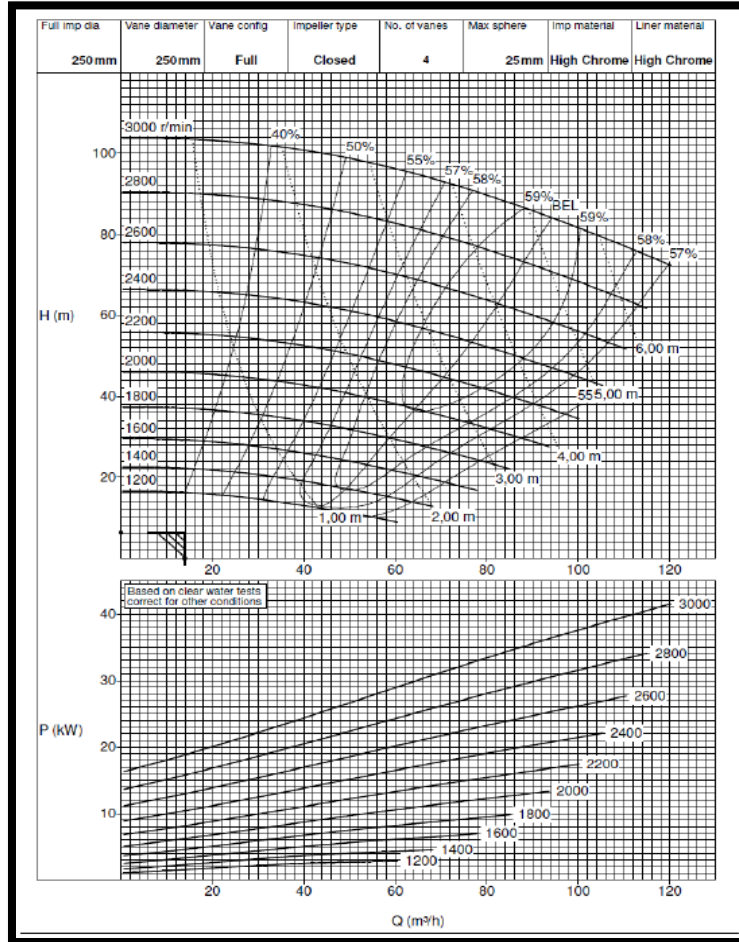


Şekil 33. 4-3 Aktarma Pompası Seçim Abağı

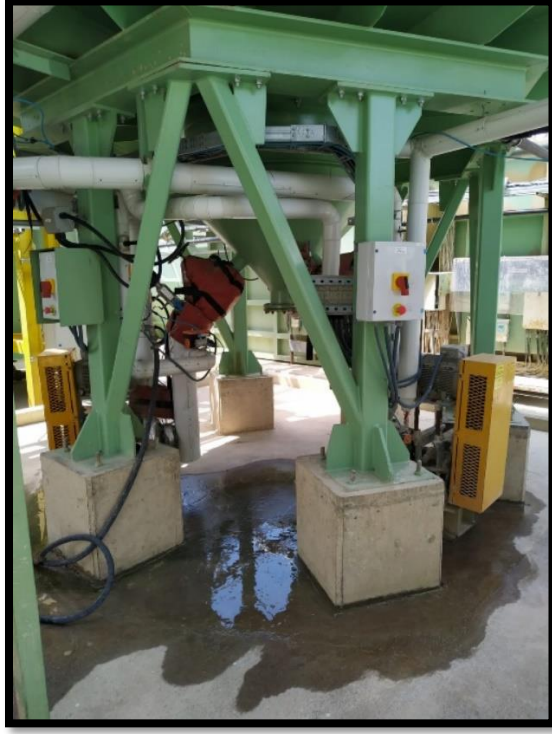


Şekil 34. Sanfrüj Aktarma Pompası

#### 4.1.1.3. 3-2 Tikiner Alt Akış Pompası

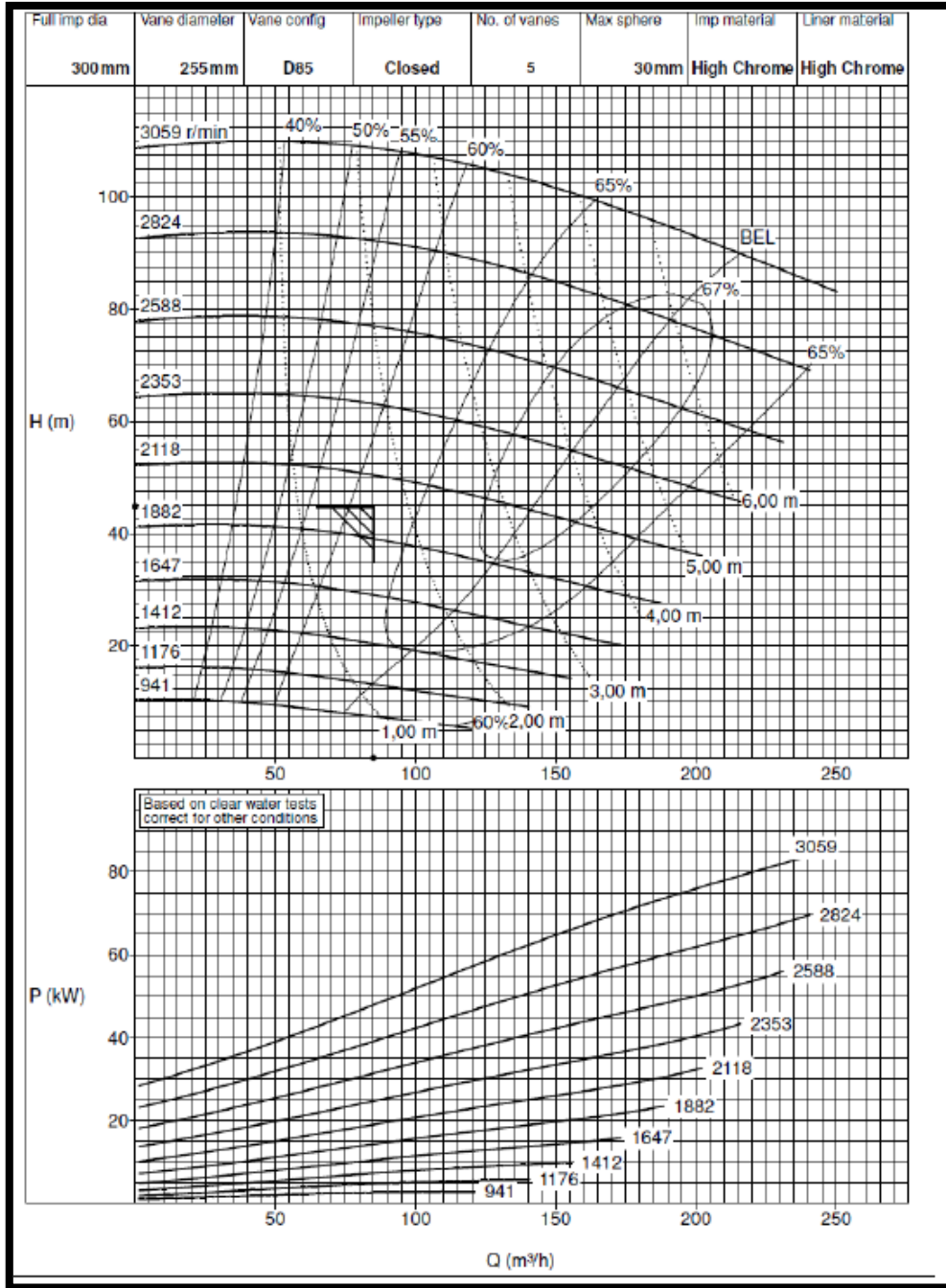


Şekil 35. Sanfrüj Tikiner Alt Akış Pompası Seçim Abağı



**Şekil 36.** Santfrüj Tikiner Alt Akış Pompası

#### 4.1.1.3. 4-3 Filtre Pres Besleme Pompası



Şekil 37. Santrüj Filtre Pres Besleme Pompası Abağı



**Şekil 38.** Santfrüj Filtre Pres Besleme Pompası

## **BÖLÜM BEŞ**

### **5. FİLTRASYON TESİSİ İMALAT MONTAJ VE DEVREYE ALMA**

#### **5.1 Proje Planlaması**



KOD	ADANAMA	HAZIRAN												TEMMUZ												AGUSTOS												EYLUL											
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
101	İnşaat																																																
102	Yapı İşleri																																																
103	Yapı İşleri																																																
104	Yapı İşleri																																																
105	Yapı İşleri																																																

Şekil 39. İmalat Planı

## 5.2. Tesis İnşaat ve Montajı



Şekil 40. Filtrasyon Binası Montajı



Şekil 41. Tikiner Montajı



Şekil 42. Filtre Pres Montajı

## BÖLÜM ALTI

### 6. SONUÇ

Bu proje kapsamında Efemçukuru Altın Madeninde bulunan 3 adet havuzdan birtanesi olan NSP (North Sedimentation Pond- Kuzey Çöktürme Havuzu) yüzey sularından, proses sularından ve yeraltından gelen suların arıtma tesisine girmeden önce su içerisinde bulunan katıların çöktürülmesi ve su depolama amacı ile kullanılmaktadır. 7 yıllık üretim sürecinde havuzun bir kısmının çamur ile dolduğu, su arıtma tesisinin verimini düşürdüğü, su tutma kapasitesinin azaldığı ve içeride biriken çamurda değerli metal olan altın olduğu gözlemlenmiştir.

Altın içeriğinin proses konsantre tikinerinin üst akış suyundan geldiği gözlemlenmiş olup, tikiner beslemesi ve üst akış suyunda yapılan iyileştirmeler ile altın kaçağı yok edilmiştir.

Bu proje kapsamında öncelikli hedefimiz havuz içinde bulunan katı ve altın miktarının tespiti. Bu tespitlere göre yatırım kararı ve makina ekipman seçimimizde yatırımımızı yönlendirmiştir. Havuz üzerinde bulunan şirket yemekhanesinden dolayı havuz içerisindeki örnekleme ve katı hesapları için dalgıç hizmeti alınmıştır.

Havuz içerisinde yaklaşık 3000 m<sup>3</sup> katı ve 2200 ons altın olduğu öngörülmüştür.

Bu katının prosese (Efemçukuru Flotasyon Tesisi) tekrar beslenebilmesi için havuz içerisindeki katının susuzlaştırılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda yapılan testlere ve deneme üretimlerine istinaden, 2 adet Dragflow marka dalgıç tipi pompa, 1 adet ara tank, 2 adet 45 kW santifrüj aktarma pompası, 1 adet 5 m çapında, 3 m yüksekliğinde ve hidrolik tarak üniteli tikiner, 2 adet 5,5 kW tikiner alt akış pompası, 1 adet filtrepres besleme tankı, 2 adet 45 kW santifrüj filtre besleme pompası, 1 adet 60 plakalı 1m\*1m ölçülerinde filtrepres ve 1 adet 13 m uzunluğunda 60 cm genişliğinde konveyör bant alımı yapılmıştır.

Bu proje kapsamında havuz içerisinden çıkarılacak olan katının tekrar prosese geri beslenmesi suretiyle içerisinde bulunan değerli metalin geri kazanımı sağlanmıştır.

Flotasyon tesisine beslenen keklerin üretim sonuçlarına (verime etkisi) olumlu etki yaratarak tesis verimlerini yaklaşık %1, konsantre tenörlerinede etkisi %15 civarında arttırdığı tespit edilmiştir.

Toplamda havuz içerisinden 4472 ton katı, 1812 ons altın ve 3886 ons gümüş çıkarılarak ülke ekonomisine ve şirketimize katkı sağlanmıştır.

Bu proje kapsamında toplam \$770.000 yatırım gerçekleştirilmiştir. Toplam \$2.265.000 altın, \$66.062 gümüş geliri elde edilmiştir.

Bu proje kapsamında alınan tüm ekipmanlar diğer havuzların temizliğinde kullanılmaya devam edecek olup birdaha havuzlarda değerli metal birikiminin olmayacağı düşünülmektedir.

**Tablo 8. Yatırım Giderleri**

<b>Toplam Giderler</b>	
Makina Ekipman	\$275,000.00
Elektrik İşleri	\$75,000.00
İnşaat İşleri	\$50,000.00
Mekanik İşler	\$100,000.00
<b>Toplam</b>	<b>\$500,000.00</b>
İşçilik (Dalgıç Hizmeti)	\$100,000.00
Elektrik	\$60,000.00
Sarf Malzemeler	\$20,000.00
Kiralık Ekipmanlar	\$45,000.00
Beklenmeyen Giderler	\$45,000.00
<b>Toplam</b>	<b>\$270,000.00</b>
<b>Genel Toplam</b>	<b>\$770,000.00</b>

Start Date	1-Jan-18								
Report Date	18-May-18								
Day Worked	98								
	2017	<b>2018</b>	<b>Total</b>			2017	<b>2018</b>	<b>Total</b>	
Total recovery Wet	2842	<b>3091</b>	<b>5932</b>	tonnes	Project Completion Rate	48	<b>52</b>	<b>100.0</b>	%
Total recovery Dry	2208	<b>2264</b>	<b>4472</b>	tonnes	Volume of Water Gained	1960	<b>2231</b>	<b>4191</b>	m3
Total Au	1137	<b>675</b>	<b>1812</b>	Ounce	Percentage Of Volume Gained	13	<b>19</b>	<b>32</b>	%
Total AG	2405	<b>1481</b>	<b>3886</b>	Ounce	Average Production Rate	26	<b>23</b>		Dry tonnes/day
Average Au Grade	16	<b>9.3</b>		ppm	Average Moisture	22	<b>27</b>		%
Average Ag Grade	33	<b>20</b>		ppm	Material Fed to Procces	1648	<b>2824</b>	4472	tonnes
					Material Fed to Procces	<b>901</b>	<b>911</b>	<b>1812</b>	Ounce
					NSP Material Stock	<b>0</b>			tonnes

**Şekil 43. Üretim Sonuçları**

## KAYNAKLAR

- Acarkan, N. (2011), Değerli Metallerin Zenginleştirilmesi Ders Notları.
- Andrew, L.S. (1984), Gold Ore Processing Today, International Mining Magazine.
- Bayraktar, İ. ve Yarar, B. (1985), Altın Cevherlerinin Zenginleştirilmesi ve Altının Ekstraksiyonu. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi, Ankara, Bildiriler Kitabı.
- Bernstein, L. P. (2008), Altının gücü. (L. Konyar, Çev). Skala Yayıncılık.
- Celep, O. (2005), Mastra ve Kaletaş (Gümüşhane) Cevherlerinden Altın Kazanımı.Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çelik, E. (2018) Tikiner Üst Akış Suyunda Oluşan Kaçakları Önlemek İçin Kullanılacak Flokulant Tespiti Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
- Çelik, M. ve Karakaya, N. (1998), Doğal elementler. Sistemik mineraloji, içinde (221-224). Ankara: Bizim Büro basımevi.
- Çilingir, Y. (1990), Metalik Cevherler ve Zenginleştirme Yöntemleri Cilt 1 DEÜ Müh.-Mim. Fak. MM/MAD-90 EY 198, İzmir.
- Doğan, Ö. S. (2005), Türkiye’de altın madenciliği. İÜ Edebiyat Fak. Coğrafya Böl. Coğrafya Dergisi, 13, 150-157.
- Erdem, B. (2006), İkincil kaynaklardan altın geri kazanım ve rafinasyon prosesinin optimizasyonu. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Habashi, F. (1997), Handbook of Extractive Metallurgy, Wiley-VCH, Germany.
- Roshan, B.B. (1990), Hydrometallurgical processing of precious metal ores.
- Şen, S. (2007), Evaluation of Coal-Oil Assisted Gold Flotation As A Novel Processing Method for Gold Recovery, doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldız, N. (2010), Zenginleştirme. Cevher hazırlama (2.Baskı), içinde (402 - 410). Ankara: Ertem Basım Yayın.