

**T.C.  
UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SÜLFÜRLÜ ALTIN CEVHERLERİNDEN YİĞİN SİYANÜR LİÇİ YÖNTEMİ İLE  
ALTIN KAZANIMINI ETKİLEYEN PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**NURETTİN ŞEN**

**HAZİRAN 2019**

**UŞAK**

**T.C.  
UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SÜLFÜRLÜ ALTIN CEVHERLERİNDEN YİĞİN SİYANÜR LİÇİ YÖNTEMİ İLE  
ALTIN KAZANIMINI ETKİLEYEN PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEKLİSANSTEZİ**

**NURETTİN ŞEN**

**HAZİRAN 2019  
UŞAK**

Nurettin ŞEN tarafından hazırlanan, ‘‘SÜLFÜRLÜ ALTIN CEVHERLERİNDEN YIĞIN SİYANÜR LİÇİ YÖNTEMİ İLE ALTIN KAZANIMINI ETKİLEYEN PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI’’ adlı bu tezin, Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. Haluk ÇELİK

Tez DanıŐmanı, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu alıŐma, jürimiz tarafından oy birliği/çokluğu ile Maden Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Haluk ÇELİK

.....

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, UŞak Üniversitesi

.....

.....

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, .....

.....

.....

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, .....

Tarih: .... /..... / 2019

Bu tez ile U.Ő. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıŐtır.

Doç. Dr. Murat Kemal KARACAN

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Nurettin ŞEN



# SÜLFÜRLÜ ALTIN CEVHERLERİNDEN YIĞIN SIYANÜR LIÇİ YÖNTEMİ İLE ALTIN KAZANIMINI ETKİLEYEN PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Nurettin ŞEN

UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran2019

## ÖZET

Bu çalışmada, öncelikle altının genel özellikleri, mineralleri, cevherleşme tipleri, Ülkemizde ve Dünyada altın madenciliği ve zenginleştirme yöntemleri tanıtılmıştır. Uşak İli Eşme İlçesi sınırlarında yer alan sülfürlü altın cevheri kullanılarak siyanür liçi yöntemi ile zenginleştirme yöntemlerinden olan yığın liçi prosesinde etkili olan parametrelerden CN miktarı, pH, oksijen miktarı, tane boyutu dağılımı ve dinlendirme periyodu gibi parametreler kolon testi yöntemi ile araştırılarak optimum değerler saptanmış, ayrıca şişe çevirme testi uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan sülfürlü altın cevherinden altın; optimum 550 ppm CN değeri, 6 kg/ton kireç oranı, 11 ppm üzeri oksijen miktarı,  $d_{80}$  değeri 5,1 mm'ye sahip tane boyutu dağılımı ile %88 oranında kazanılabilmektedir. 90 gün liç prosesi sonrası 10 gün liç prosesi durdurularak dinlendirilmeye bırakılan kolonda tekrar liç prosesi başladığında altın kazanımının yaklaşık olarak %3 oranında arttığı saptanmıştır.

**Bilim Kodu** :  
**Anahtar Kelimeler** : yığın liçi, siyanür liçi, altın kazanımı  
**Sayfa Adedi** :101  
**Tez Yöneticisi** :Prof. Dr. Haluk ÇELİK

**THE INVESTIGATION OF THE PARAMETERS AFFECTING GOLD  
RECOVERY WITH HEAPCYANIDE LEACHING FROM SULFURIC GOLD  
ORES**

**(M.Sc. Thesis)**

**Nurettin ŞEN**

**UŞAK UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**June 2019**

**ABSTRACT**

In this study, firstly the general characteristics of gold, minerals, mineralization types, gold mining (in Turkey and in the World) and processing methods of gold were introduced. The parameters such as CN, pH, oxygen content, partial size distribution and resting period among the parameters effective in the heap leaching process which is one of the process methods with cyanide leaching method by using sulfurous gold ore in Eşme District of UşakProvince were investigated by column test method and optimum values were determined, also bottle roll test applications were performed.

In this study, gold was extracted from the sulfurous gold ore at maximum recovery rate of %88 by using optimum parameters such as 550 ppm CN value, 6 kg/ton lime ratio, oxygen content over 11 ppm,  $d_{80}$  value of 5,1 mm particle size distribution. After the leaching process completed for 90 days, the leaching process was stopped for 10 days and the column was leaved to rest. When the leaching process started again, it was observed that the gold recovery increased as rate of %3.

**Science Code** :  
**Key words** : heap leaching, cyanide leaching, gold recovery  
**Number of Pages** :101  
**Thesis Advisor** : Prof. Dr. Haluk ÇELİK

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmamda katkılarıyla beni yönlendiren Danışmanım Prof. Dr. Haluk ÇELİK'e ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan eşim Rana ŞEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Nurettin ŞEN



## İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	iiii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	viii
RESİMLER LİSTESİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1 Altının Doğada Bulunuşu .....	3
2.2 Altının Genel Özellikleri.....	3
2.2.1 Altının Fiziksel Özellikleri .....	3
2.2.2 Altının Kimyasal Özellikleri.....	4
2.2.3 Altının Mineralojik Özellikleri .....	6
2.2.3.1 Serbest Nabit Altın.....	7
2.2.3.2 İnce Taneli Serbest Nabit Altın .....	7
2.2.4 Subvolkanik Altın Yatakları .....	8
2.2.5 Epitermal Altın Yatakları .....	8
2.2.6 Pirit, Markazit, Pirotin ve Arsenopirit İle Birlikte Bulunan Altın Cevherleri.....	9
2.2.7 Bakır Mineralleri İle Birlikte Bulunan Altın Cevherleri .....	10
2.2.8 Altın Tellur Cevherleri .....	10
2.2.9 Karbon İçeren Altın Cevherleri .....	11
2.2.10 Refrakter Altın Cevherleri .....	12
2.2.11 Plaser Tipi Altın Yatakları.....	13



2.3 Altın Kullanım Alanları .....	13
2.4 Altın Madenciliği.....	14
2.4.1 Dünyada Altın Madenciliği .....	14
2.4.2 Türkiye’de Altın Madenciliği .....	15
2.5. Altın Zenginleştirme Yöntemleri .....	19
2.5.1 Fiziksel Yöntemler .....	19
2.5.1.1 Jig.....	20
2.5.1.2 Sallantılı Masa .....	21
2.5.1.3 Knelson Konsantratörü .....	22
2.5.1.4 Falcon Ayırıcısı .....	23
2.5.2 Fizikokimyasal Yöntemler .....	23
2.5.3 Kimyasal Yöntemler .....	24
3.YIĞIN LIÇİNDE ALTIN KAZANIMINI ETKİLEYEN FİZİKSEL PARAMETRELER .....	31
3.1 Yığın Liçinin Şekilsel Dizaynı .....	31
3.1.1 Katların İstifleme Yüksekliği .....	31
3.1.2 Bölünmüş Hücreleme .....	32
3.1.3 Geçirimsiz Zemin Dizaynı .....	32
3.1.4 Yığın Alanı Geometrik Şekli.....	33
3.1.5 Yığınlanmış Cevherin Üst Yüzey Dizaynı.....	33
3.2 Yığın Liçinin Yapısal Dizaynı.....	34
3.2.1 Solüsyon Toplama Boruları Dizaynı .....	34
3.2.2 Membran Üstü Yüksek Geçirimli Tabaka Dizaynı .....	35
3.2.3 İstiflenecek Cevherin Basınç Altında Geçirgenlik Limitleri Dizaynı .....	36
3.3 Yığınlanacak Cevherin Fiziksel Özellikleri .....	36
3.3.1 Tane Boyutu Dağılım Dizaynı .....	36

3.3.2 Segregasyon .....	38
3.3.3 Sıkışma.....	40
3.3.4 İstifleme Homojenliği .....	41
3.3.5 Tüvenan Cevher İstiflemesi .....	42
3.3.6 Eklenen Kimyasallar .....	44
3.4 Cevher Yığılma Operasyonları .....	45
3.4.1 Radyal Konveyör İle Yığılma.....	45
3.4.2 İlerlemeli Düzeltme Yığılması.....	46
3.5 Yığının Liç Prosesi Operasyonları.....	46
3.5.1 Liç Solüsyonunun Uygulanma Şekli .....	46
3.5.2 Liç İşlemi Solüsyon Miktarı ve Denetlemeleri .....	49
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	51
4.1 Malzeme.....	51
4.2 Yöntem.....	53
4.3 Kolon Test Sonuçları .....	58
4.3.1 Siyanür Miktarının Altın Kazanımına Etkisi .....	58
4.3.2 pH'ın Altın Kazanımına Etkisi.....	60
4.3.3 Oksijen Miktarının Altın Kazanımına Etkisi .....	62
4.3.4 Tane Boyutu Dağılımının Altın Kazanımına Etkisi .....	64
4.3.5 Kolon Dinlendirmenin Altın Kazanımına Etkisi.....	66
4.4 Şişe Çevirme Test Sonuçları .....	67
5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	71
6. SONUÇ .....	73
KAYNAKLAR.....	74
EKLER.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	101

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 İnce altın levhanın farklı oksidan çözeltiler içindeki çözünme hızı .....	5
Şekil 2.2 Altın adsorblayıcı altın cevherleri.....	11
Şekil 2.3 Türkiye’de yıllara göre altın üretimi .....	17
Şekil 2.4 Türkiye altın ve gümüş yatakları .....	18
Şekil 2.5 Yığın liçinde siyanürle altın kazanım yöntemi.....	26
Şekil 2.6 Yığın liçi çalışma sınırları .....	27
Şekil 2.7 pH’ya bağlı CN/HCN dengesi.....	29
Şekil 3.1 Kamyon ile yığınlamada segregasyon prensip şeması.....	39
Şekil 3.2 Yığın katlar arası davranış prensip şeması .....	43
Şekil 4.1 Taramalı elektron mikroskobu mineralojik tane dağılımı.....	51
Şekil 4.2 Taramalı elektron mikroskopunda altın tanelerinin görüntüleri.....	52
Şekil 4.3 Nicel XRD sonuçları .....	52
Şekil 4.4 Kolon testi düzeneği prensip şeması .....	54
Şekil 4.5 CN miktarının altın kazanımına etkisi .....	59
Şekil 4.6 pH’nın altın kazanımına etkisi.....	61
Şekil 4.7 Yüklü solüsyonun pH değişimleri .....	61
Şekil 4.8 Oksijen miktarının altın kazanımına etkisi.....	63
Şekil 4.9 Yüksüz solüsyonda günlük çözünmüş oksijen miktarları .....	63
Şekil 4.10 Numunelerin tane boyutu dağılım grafiği .....	64
Şekil 4.11 Tane boyutunun altın kazanımına etkisi.....	65
Şekil 4.12 Kolon dinlendirmenin altın kazanımına etkisi.....	66
Şekil 4.13 Şişe çevirme testinde CN miktarının altın kazanımına etkisi.....	68
Şekil 4.14 Şişe çevirme testinde pH’nın altın kazanımına etkisi .....	68
Şekil 4.15 Şişe çevirme testinde oksijen miktarının altın kazanımına etkisi .....	69
Şekil 4.16 Şişe çevirme testinde tane boyutunun altın kazanımına etkisi .....	69

## ÇİZELGELER

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1 Altının fiziksel özellikleri.....	4
Çizelge 2.2 Türkiye’de aktif olan altın madenleri.....	18
Çizelge 4.1 Numunenin kimyasal analiz değerleri.....	53
Çizelge 4.2 Testlerde denenen parametre değerleri.....	54
Çizelge 4.3 CN miktarı etkisi test parametreleri .....	59
Çizelge 4.4 pH etkisi test parametreleri.....	60
Çizelge 4.5 Oksijen miktarı etkisi test parametreleri.....	62
Çizelge 4.6 Tane boyutu etkisi test parametreleri .....	65
Çizelge 5.1 Kolon ve şişe çevirme testlerinin parametrelere göre altın kazanım değerlerinin karşılaştırılması .....	71

## RESİMLER

Resim	Sayfa
Resim 3.1 Yıgın liçi toplama boruları .....	35
Resim 3.2 Yıgın liçi toplama freatik seviye dolgusu.....	36
Resim 3.3 Kamyon ile yığınlamada segregasyon .....	38
Resim 3.4 Riperleme ekipmanı .....	41
Resim 3.5 İstifleme homojenliği .....	42
Resim 3.6 İstifleme homojenliği .....	44
Resim 3.7 Radyal konveyör istiflemesi.....	45
Resim 3.8 İlerlemeli-düzenleme konveyör istiflemesi.....	46
Resim 3.9 Yağmurlama tipi liç yöntemi.....	48
Resim 3.10 Gömülmüş damlatma tipi liç yöntemi.....	48
Resim 3.11 Yüzeiden damlatma liç yöntemi .....	49
Resim 3.12 Yağmurlama liç yöntemi.....	50
Resim4.1 Kolon testi düzeneği .....	56
Resim4.2 Çözünmüş altının aktif karbon üzerine yüklenmesi .....	57
Resim4.3 pH metre ve oksijen metre .....	57
Resim4.4 CN ölçümlerinde kullanılan AgNO <sub>3</sub> titrasyon düzeneği.....	58
Resim4.5 Şişe çevirme testi düzeneği .....	67

## 1 GİRİŞ

Altın, Latince “Aurum” (ışıldayan-parlayan anlamından) kelimesinden gelen “Au” simgesi ile gösterilen parlak, sarı renkte ve yumuşak kimyasal bir elementtir. Altın dövülerek kolayca biçimlendirilebilmesi ve doğada saf halde bulunabilmesi ile insanoğlunun ilk kullandığı metallere aittir. İlk olarak Ortadoğu bölgesinde neolitik dönemde dere yataklarından elde edilerek kullanılmıştır. Hava ve suyla tepkimeye girmeyen çok kararlı bir elementtir. Paslanma ve oksitlenme yapmaz [1].

Altının doğada serbest halde bulunabilmesi, kolay işlenebilir olması, asitlere karşı dayanıklılığının fazla olması ve parlak sarı renge sahip olması gibi özellikleri sayesinde ilk çağlardan günümüze insanların ilgisini çekmiştir. Anadolu’da M.Ö. 5000 yıllarında altından yapılmış süs eşyaları kullanılmaya başlanmıştır. İlk altın para ise Salihli-Sart yöresinde hükümünü sürdüren Lidya Kralı Krezüs tarafından M.Ö. 700 yıllarında bastırılmıştır. Osmanlı İmparatorluğu dönemi boyunca üretim yapılan tüm altın-gümüş madenleri mali kaynak olarak hazinede değerlendirilmiştir. Bu dönemde Anadolu’da işletilen son altın madeni, 1. Dünya Savaşı’nın başlamasıyla (1914) birlikte faaliyeti durdurulan Çanakkale-Kartaldağı-Astyra madenidir. Cumhuriyet döneminde 1933 yılında kurulan Altın Arama ve İşletme İdaresi ilk madencilik kurumudur [1,2].

Dünyada altın cevherlerinin zenginleştirilmesi için cevher yatağın türüne, cevherin miktarına, cevher tenörüne ve mineralojik yapısına bağlı olarak farklı fiziksel, kimyasal ve metalürjik yöntemler uygulanabilmektedir.

Dünya’da altının zenginleştirilmesi için %84 oranında siyanürleme, %10 oranında gravite ve %4 oranında flotasyon yöntemleri kullanılmaktadır. İri boyutlu altın tanesi içeren cevherlerin zenginleştirilmesi için gravite, amalgamasyon ve aglomerasyon yöntemleri uygulanırken; ince boyutlu tane içeren ve düşük tenörlü cevherler için ise flotasyon ve hidrometalürjik yöntemler uygulanabilse de bu tür cevherlere yaygın olarak siyanür ile liç prosesi uygulanmaktadır. Nispeten daha ince ve serbest altın taneleri ihtiva eden cevherlerin zenginleştirilmesinde Knelson, Falcon gibi santrifüjlü gravite ayırıcıları da tercih edilebilmektedir [2,3,4].

Siyanür ile liç işlemi 130 yılı aşkın süredir yaygın bir şekilde cevherlerden altın ve gümüş elde etmek için uygulanmaktadır. Siyanürle kimyasal zenginleştirme yönteminin tüm üstünlüklerinin yanı sıra çevresel yan etkileri, yüksek pH değerinde çalışma gerekliliği

ve refrakter altın cevherlerinde etkinliğinin düşük olması gibi nedenlerden dolayı siyanüre alternatif reaktifler için araştırmalar yapılmaktadır. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde artan çevre bilinciyle siyanüre alternatif olarak tiyoüre, tiyosülfat, tiyosiyanat, organik nitriller (malononitril gibi), amonyak, bisülfid, asit ve halojenler (klor, brom ve iyot) gibi reaktifler laboratuvar ölçekte denenmektedir. Ancak siyanüre alternatif bu çözücülerin endüstriyel uygulaması bulunmamaktadır [2,3].

Siyanür yığın liçi prosesinde, istenilen geçirimliliği sağlayacak boyuta kırılan ve geçirimsiz bir tabaka üzerine serilen cevher üzerine siyanürlü zlti verilmektedir. Siyanürlü zlti, gravite ve kapilarite etkisi ile aşağıdaki geçirimsiz tabakaya doğru süzülürken cevherdeki altını zer. zltiye geçmiş olan altın daha sonra çinko tozu ile çöktürme, aktif karbon üzerine adsorpsiyon gibi işlemlerle ayrılır ve ykszzltiye siyanür ayarlaması yapılıp tekrar yığın üzerine uygulanır.

Siyanür liçi yöntemi ile zenginleştirme yöntemlerinden olan yığın liçi prosesinde etkili olan parametrelerden CN miktarı, pH, oksijen miktarı, tane boyutu dağılımı parametrelerinin değerlendirilmesi için fizibilite çalışmaları esnasında yapılan testlerden en önemlileri kolon testi ve şişe çevirme testleridir [5].

Bu yüksek lisans tezi çalışmasında, Uşak İli Eşme İlçesi sınırlarında yer alan sülfürlü altın cevheri kullanılarak siyanür liçi ile zenginleştirme yöntemlerinden olan yığın liçi prosesinde etkili olan parametrelerden CN miktarı, pH, oksijen miktarı, tane boyutu dağılımı ve dinlendirme periyodu gibi parametreler kolon testi yöntemi ile araştırılarak optimum değerler saptanmış, ayrıca şişe çevirme testi uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

## 2 GENEL BİLGİLER

### 2.1 Altının Doğada Bulunuşu

Altının yerkabuğunda ortalama konsantrasyonu 0,005 gr/ton'dur. Karbonat içeriği az, kil içeriği çok olan kayalar en iyi altın kaynağıdır. Altının doğada bulunuşu çoğunlukla saf halde olmakla birlikte, %15 oranında gümüş ile elektrüm olarak bilinen alaşım şeklinde de bulunabilir [1].

Yeterli miktarlarda altın içeren yerlerde yılda yaklaşık olarak 1000 ton kadar altın elde edilebilir. Deniz suyunda yaklaşık 0,008-4 mg/m<sup>3</sup> konsantrasyonu ile seyreltik halde bulunması sebebiyle elde edilmesi güçtür. 2000 m<sup>3</sup> (yaklaşık 2200 ton) deniz suyundan iyi bir özütleme ile elde edilebilecek altın miktarı 1 gram civarındadır. Altın, denizlerde daha çok planktonlarda adsorplanmış şekilde ve deniz diplerindeki çamurlarda bulunur [3,5,6].

Literatürde kârla işletilebilen altın cevherleri için en düşük tenöryaklaşık 1 gr/ton olarak kabul edilse de son yıllarda 0,5 gr/ton tenör değerleri ile çalışan işletmelerin de olduğu bilinmektedir.

Altın bazen bizmutla birlikte bulunabilir, bu mineral ise adını Avusturalya Maldon yöresinden alan maldonit (Au<sub>2</sub>Bi) den almıştır [1].

### 2.2 Altının Genel Özellikleri

#### 2.2.1 Altının Fiziksel Özellikleri

Altın, parlak sarı rengi ve ışıltısıyla göz kamaştıran ağır bir metal olup, saf altının, çok yumuşak olmasından dolayı levha haline gelme yeteneği oldukça yüksektir. 31 gram altından 80 km uzunluğunda tel levha elde edilebildiği gibi yine 10 g altının dövülmesiyle 0,1 µm inceliğinde ve 12 m<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplayacak levhanın elde edilmesi de mümkündür. Altın, yumuşaklığından dolayı parlatılabilirliği çok yüksektir. Altının parlaklığı içerdiği alaşım elementlerinin içerik ve miktarına bağlı olarak değişebilmektedir. Saf halinin çok yumuşak olması sebebiyle tek başına kullanılamayan altın, örneğin bakır ile kırmızı altın, gümüş ile ise yeşil altın gibi alaşım oluşturup kullanılmaktadır [2,6].



Altın oktahedral, kübik ve dodekahedral gibi kristal yapısına sahip olup, yüzeylerin görünen kısımlarında ipliğimsi, yaprağimsi ve küresel şekiller de sergilemektedir [2,6].

Altının genel fiziksel özellikleri Çizelge 2.1’de verilmektedir.

**Çizelge 2.1** Altının fiziksel özellikleri [2,7]

ÖZELLİK	BİRİM	DEĞER
Element Serisi		Geçiş Metalleri
Grup, Periyot, Blok		112,6, d
Atom Numarası		79
Atom Ağırlığı	g/mol	196,9665
Renk		Metalik Sarı
Çizgi Rengi		Parlak Sarı
Parlaklık		Metalik
Maddenin Hali		Katı
Kristal Yapısı		Kübik Yüzey Merkezli
Saydamlık		Opak
Yoğunluk, 273 °K	g/cm <sup>3</sup>	19,32
Sıvı Haldeki Yoğunluğu	g/cm <sup>3</sup>	17,31
Isı Yapısı	J/(mol-K)	25,418
Mohs sertliği		2,5
Brinell sertliği	MPa	194
Vickers sertliği	MPa	216

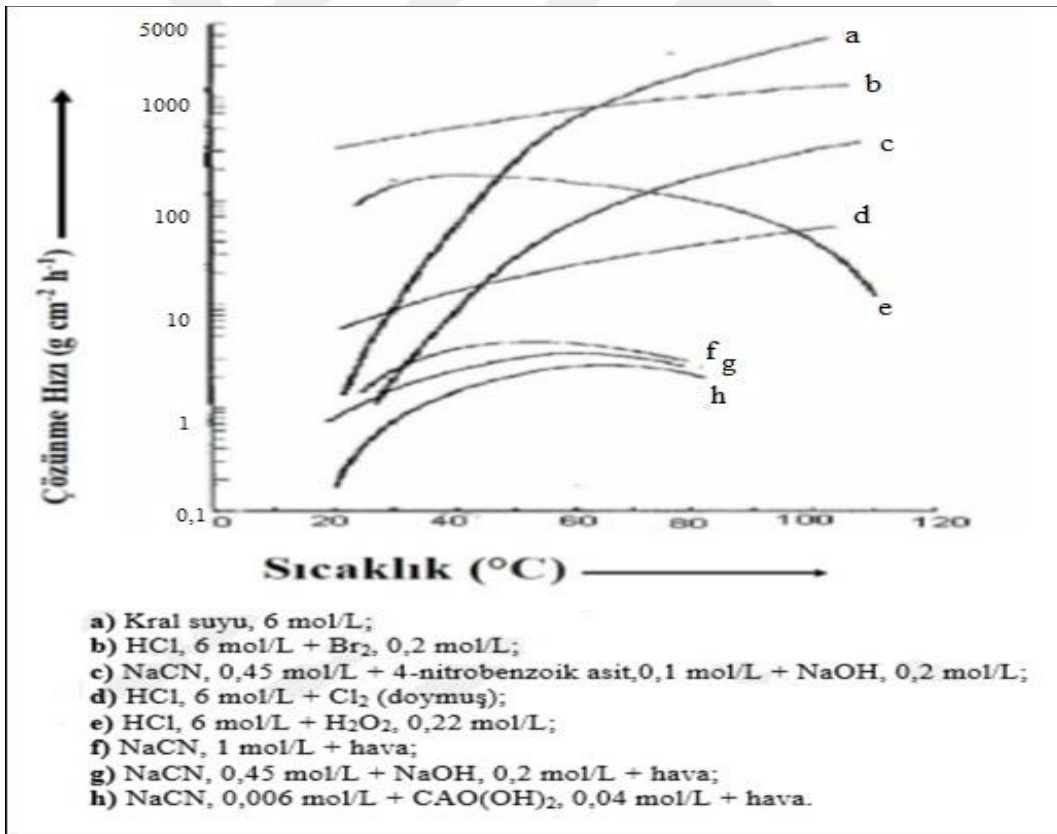
### 2.2.2 Altının Kimyasal Özellikleri

Altın çok iyi ısı ve elektrik iletme özelliği olması, çok ince tel yapılabilmesi ve çok ince film halinde kaplanabilmesi sebebiyle elektronik sektöründe çok kullanılmaktadır. Son yıllarda ısıyı da ışık gibi yansıtabilmesi sebebiyle gökdelen camlarında da kaplama olarak kullanılmaktadır.

Metal hidroksitlerin, mineral asitlerin, alkali metal sülfür ve alkali metal tuzlarının sulu çözeltileri altına etki etmez. Yine çok yüksek konsantrasyonlardaki durumu hariç halojeniz nitrik asit, hidroflorik asit, sülfürik asit, fosforik asit ve uygulamada tüm organik asitlerin seyreltik ya da derişik sulu çözeltileri kaynama noktasında olsalar bile altına etki edemezler. İstisnai olarak altın yalnızca klor ve broma tepki verirken çözünme işlemi

civaiçerisinde amalgam olarak gerçekleşmektedir. Altın kuru klor ile bütün sıcaklıklarda tepkimeye girer ancak spesifik olarak en fazla 250°C’de en az ise 475°C’de reaksiyona girmektedir. 475°C’den başlayarak ergime sıcaklığının da üzerindeki sıcaklıklarda reaksiyon tekrar hızlanır [2,6].

Altın, hidrohalojenik asit, hidrojen peroksit, nitrik asit ve kromikasitin serbest halojen gibi bir oksidanla birleştirilmesi ile elde edilen çözelti içinde çözünebilir. Bununla birlikte oksijen varlığında tiyosülfat çözeltilerinde ve oksijen ya da siyanojen bromür; 3-nitrobenzenosülfonik asit, 4-nitrobenzoik asit, selenik asit, nitrobenzoik asit gibi oksidanların varlığında çözünebilmektedir. Farklı endüstriyel çözeltiler içerisinde altının çözünme hızları Şekil 2.1’deki grafikte verilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda dahi oksijenle tepkimeye girmeyen, asitlere karşı tepki vermeme konusunda dayanıklı olan altın kral suyu olarak adlandırılan 3 molHCl + 1 mol HNO<sub>3</sub> karışımını başta olmak üzere NaCN, KCN ile birlikte demir III klorürün sıcak çözeltisi, Br<sub>2</sub> ve Cl<sub>2</sub> halojenlerinde çözüdür [2,8,9].



Şekil 2.1 İnce altın levhanın farklı oksidan çözeltilerindeki çözünme hızı [2,8]

### 2.2.3 Altının Mineralojik Özellikleri

Altın, doğada bulunduğu gibi kristalin bir görünüme sahip değildir. Kristallerinin arası seyrek olup genelde pul, tel, levha ve külçe biçimindedir. Altın oktahedral, kübik ve dodekahedral gibi kristal yapısına sahip olup yüzeylerin görünen kısımlarında ipliğimsi, yaprağımsı ve küresel şekiller de gözlemlenmektedir [2, 8].

Yeryüzünde mineraller arasına serpilmiş biçimde bulunan altın en fazla %99,8 saflıkta doğada bulunmaktadır. Volkanik kuvarslar başta olmak üzere okyanus diplerinde ve nehirlerin kumlu yataklarında parça veya toz şeklinde altın bulunmaktadır. Alterasyona uğramış yataklardan çözülerek ve sürüklenerek taşınan altın nehir yataklarında nabit olarak bulunabilmektedir [1].

Yer kabuğunda nadir olarak bulunan elementlerden olan altının günümüzde en fazla bulunduğu bölgenin okyanuslar olduğu tahmin edilse de günümüz teknolojisiyle okyanuslardan altını kazanmak şu an için mümkün değildir [2, 10, 11].

Mineralleri oluşturan kristal kafeslerde bakır, gümüş gibi kendisine kimyasal açıdan benzer elementlerle yer değiştirebilen altın, aynı zamanda pirit ( $\text{FeS}_2$ ), arsenopirit ( $\text{FeAsS}$ ), kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), orpiment ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ), realgar ( $\text{AsS}$ ) ve stibnit ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ) gibi sülfürlü minerallerin içerisinde küçük kapanımlar halinde de yer alabilir [2, 12].

Jeolojide altın yatakları, oluşum sıcaklığı içinde yer aldığı kayaçlar, cevherin mineralojik yapısı, altınla bulunan diğer elementle ve yatakların oluştuğu ve alterasyona uğradığı jeodinamik ortama göre sınıflandırılmaktadır [13].

Altın doğada genellikle nabit (saf) veya elektrüm denilen altın-gümüş alaşımı olarak bazen de tellüridler halinde bulunur:

- ❖ Nabit (Au)
- ❖ Elektrüm (Au, Ag, Fe, Cu): %55-65 Au ve %35-45 Ag
- ❖ Kalaverit ( $\text{AuTe}_2$ ;  $\text{Au}_2\text{Te}_4$ ): ~ %44 Au
- ❖ Krennerit ((Au, Ag)  $\text{Te}_2$ ;  $\text{Au}_4\text{AgTe}_{10}$ ,  $\text{Au}_8\text{Te}_6$ ): ~ %33 Au
- ❖ Silvanit ((Au, Ag)  $\text{Te}_2$ ;  $\text{AuAgTe}_4$ ,  $\text{Au}_2\text{Ag}_2\text{Te}_6$ ): ~ %24 Au
- ❖ Petzit ( $\text{Au}_3\text{AgTe}_2$ ): ~ %26 Au

- ❖ KustelitAg ( $\pm$  Au)
- ❖ Aurokuprit  $Au_2Cu_3$
- ❖ Aurostibit  $AuSb_2$
- ❖ RoditAu (Pt, Rh, Fr, Pd)
- ❖ Tetsit (Au, Ag) Te
- ❖ Kennerit (Au, Ag)  $Te_2$

Bunların yanı sıra pirit, kalkopirit, arsenopirit ve pirotin gibi sülfürlü mineraller önemli ölçüde altın içerebilirler. Birincil altın yataklarından Ag, Pt grubu elementler, Cu, U, Te, W, Bi ve diğer bazı elementler elde edilebildiği gibi; bakır, kurşun ve çinko yataklarından da yan ürün olarak altın kazanılabilmektedir [2].

### **2.2.3.1 Serbest NabitAltın**

Nabit altın taneleri %99,8'e kadar Au içerebilirlerse de, çoğunluğugümüşün ana empürite olduğu %85 ve %95Au içeren nabit altın taneleri halinde bulunmaktadır. Saf altının yoğunluğu  $19,3 \text{ gr/cm}^3$  iken, nabit altının yoğunluğu genelde  $15 \text{ gr/cm}^3$  civarındadır. Boyut küçültme işlemi sonrası  $10\mu\text{m}$  tane iriliğine kadargravite zenginleştirmesi ile kolayca ayrıştırabilirler. Yapısal formlarında kil içermezler fakat buldukları ortam kil içeriğine müsaittir [1].

### **2.2.3.2 İnce Taneli Serbest NabitAltın**

Bu gruptaki nabit altın tanecikleri birkaç mikron ve mikrondan daha küçük boyutlardadırlar. Karbonatlı silt taşı tabakalarında bulunan bu tip altın cevherleri içerisinde pirit, kalkopirit, galen, zinobere, sfalerit, realgar, stibnit ve orpiment gibi sülfürlü mineraller nadiren bulunmaktadır [2].

#### 2.2.4 Subvolkanik Altın Yatakları

Bütün altın çeşitlerini içeren yataklardır. Hidrotermal altın yatakları çoğunlukla granitik ve alkali granitik bileşimli volkanik, plutonik ve subvolkanik kayalarla ilişkilidir. Ana yay bölgesi volkanitleri ve granitoyitleri ile ilişkili yataklanmaları yaygındır. Hidrotermal altın yatakları ilişkili olduğu yan kayalara göre volkanojenik-hidrotermal ve plütonojenik-subvolkanik yataklar olmak üzere alt sınıflara ayrılabilir. İntraplutonik damarlar ve stokvorklar yatak çeşidine sahiptirler [2].

Oluşum sıcaklığı açısından incelendiğinde hidrotermal altın yatakları, genellikle 200°C'den düşük sıcaklıklarda oluşan epitermal yataklardan oluşmaktadır. Bunun yanında travertenimsi kayalar içerisinde yüzeye çok yakın biçimde meydana gelen hidrotermal altın yatakları özellikle sedimanter bir yapı içerisinde karbonatlı kayaların tabanında ılıca tipi olarak tanımlanırken carlin tipi yataklar olarak tanımlanan yataklar stratabound tipi oluşum göstermektedir. Bileşimleri açısından değerlendirildiğinde bu tipteki altın yatakları, altınlı-gümüşlü-kuarslı-aduleryalı oluşumlar, altınlı-kuarslı oluşumlar veya altınlı-sülfürlü-kuarslı oluşumlar gibi değişik isimler altında gruplandırılabilir. Bu yataklarda altın, sülfürlü mineraller içinde bakırın yerini alarak ya da tellüridli bileşikler halinde zenginleşmektedir. Ara sıra nabit altın oluşumlarına da rastlanmaktadır [2,11,14].

#### 2.2.5 Epitermal Altın Yatakları

Epitermal tanımı, sıcaklığı 50°C ile 300 °C arasında değişen, 2 km'den daha az derinlikte oluşan olarak belirtilmiştir [15].

Magmatik evrede sıcaklığın en düşük olduğu zaman oluşan epitermal altın yataklarının altın içeriği genellikle 1-2 g/ton civarındadır [2,14].

300 °C'nin altında yüzeye daha yakın olarak oluşmuş hidrotermalcevherleşmelerdir. Tersiyer yaşlı dasitik, andezitik volkanik kayalarla oluşmuşlardır. İzmir Bergama ve Efemçukuru altın yataklarında olduğu gibi parçalanmış zonlarda ağısı damarcıklar veya saçınımlı olarak bulunurlar. [2, 13]

Bu tür yataklar altının yanında gümüş, arsenik, civa, antimuan, bizmut ve talyum içerebilir. Altınlı kuvars damarlarında, altın taneleri gözle görülebilen (0,1mm'den daha büyük) boyuttadır [2,11].

Epitermal altın yataklar, mineral içeren basınçlı sıcak sular ile içerisinden geçtiği kayaçlar arasında gerçekleşen karmaşık kimyasal reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkan yüzeye yakın yataklar olarak da tanımlanabilmektedir. Volkanik sahalarda bulunan bu epitermal sistemler (sıcak su sistemleri), içerisinde dolaştıkları kayaçlardaki metalleri çözmektedir. Çözülen metaller sıcak su oluşumu şeklinde, 1000m derinlikten başlayarak yüzeye kadar farklı derinliklere sahip jeolojik ortamlarda depolanırlar [2].

Günümüzde termal kaynaklarla olan ilişkileri göz önüne alındığında epitermal sistemler, jeotermal sistemlerin fosil eş değeri olarak kabul edilirler. Epitermal yatakların arama çalışmaları esnasında dikkate alınması gereken en önemli özelliği alterasyondur. Kayaçlar içerisinde dolaşan sıcak su sistemlerinin bir çeşit parmak izi olarak tanımlanan alterasyonepitermal çözeltilerin öncelikle metalleri çözdükten sonra tekrar çöktürme prosesinin yanı sıra çevre kayaçlar üzerinde oluşturmuş olduğu değişimlerdir. Cevherin yan kayaçlarında dolaşan ve magma ocağı tarafından ısıtılmış bu sıcak su sistemleri meteorik su çözeltisi ve Juvenil su katkısı olup sahip oldukları kimyasal bileşim ve ısı özellikleri sayesinde güçlü çözme yeteneğine sahiptirler. Bu yetenekleri sayesinde yüksek sıcaklıklarda kazandıkları soy metalleri soğuma sürecinde geçirgenliği yüksek olan volkanik kayaçlar içinde bırakırlar [2,11]

Killi ve silisli zonlar sayesinde alterasyonzonu belirlenmektedir. Epitermal çözeltilerin yüzeye doğru yaklaştıkça sıcaklık ve basınç kaybetmesi sonucunda klasik alterasyonzonları oluşur. Alterasyon, cevher hacminden çok daha büyük hacimlerdeki kayaç kütleleri etkilemesinden dolayı epitermal cevher yataklarının tespit edilmesi için yürütülen araştırmalarda önemli bir yol göstericidir. Alterasyonzonlarının dikkatli bir biçimde değerlendirilmesi sonucunda derinlerde aktif ya da fosil bir jeotermal sisteme bağlı şekilde oluşan örtülü bir yatağın bulunması mümkündür [2,11].

### **2.2.6 Pirit, Markazit, Pirotit ve Arsenopirit ile Birlikte Bulunan Altın Cevherleri**

Bu sülfitle bulunan altın çok ince katı taneler olarak sülfid minerallerinin dokularında gömülü halde bulunurlar. Örneğin, %1 arsenopirit içeren cevher 10 gr/ton altın içerdiğini düşünecek olursak ve genellikle altının tamamına yakınının arsenopiritle beraber olacağı kabul edildiğinde arsenopiritin içinde yaklaşık 1 kg/ton altın bulunacaktır. Bu tip minerallerle bulunan altın cevherleri refrakter özellik göstermektedirler [1].

Pirotit  $Fe_{1-x}S$  formülüne sahip demir sülfitlerdir. Burada x değeri 0 ile 0,2 arasında bir değer alır. Hexagonal formda olan  $Fe_9S_{10}$  ve monoklinik formda olan  $Fe_7S_8$  en yaygın olanlarıdır [1].

### **2.2.7 Bakır Mineralleri ile Birlikte Bulunan Altın Cevherleri**

Porfiri tipi altın yataklarının ana mineralinin altından daha çok bakır ve/veya molibden olması nedeniyle bu tip yataklar “altın bakımından zengin porfiri yataklar” olarak adlandırılırlar ve en az 0,4 ppmAu içerirler. Yataklanma, dik silindir şeklindeki porfiritik stoklara ve tahminen aynı magmadan türemiş benzer kompozisyona sahip volkanik kayalara bağlı biçimde gelişir. Potasikzonda gerçekleşen alterasyonlarda bakır ve altının büyük bir kısmı yatak kayasına geçiş yapar. Bu tip yataklarda altın, kayaçtaki sülfürlü minerallerin içerisinde damar, damarcık ve saçınımlar halinde bulunur. Altının en yüksek tenörlü olarak bulunduğu alterasyon kuşağı çekirdekte bulunan potasik kuşağıdır. Bununla birlikte küçük ama yüksek tenörlü altın-gümüşkalkopirit damarlarıpropilitik kuşakta bulunabilmektedir [2,16,17].

### **2.2.8 Altın-Tellür Cevherleri**

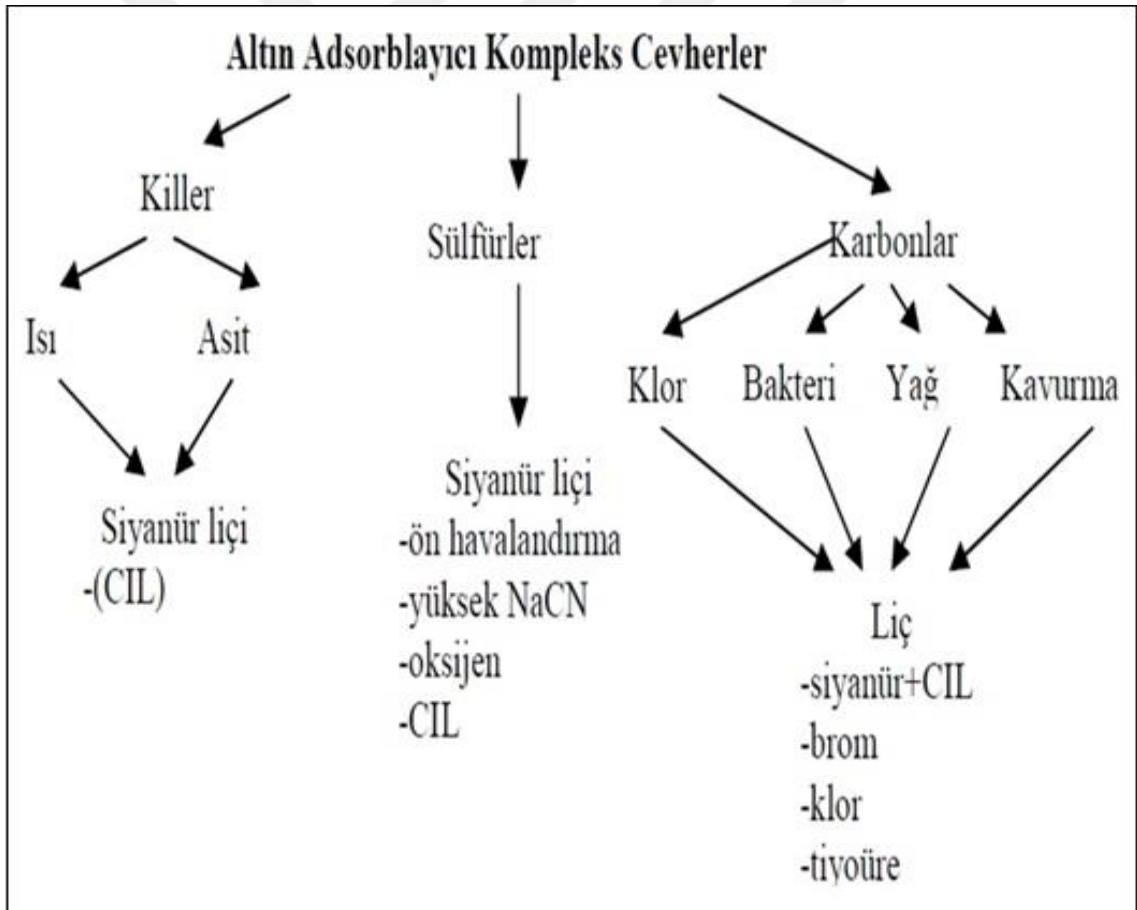
Nabit altın cevherlerinden sonra en önemli altın mineralleri altın tellüridlerdir. Bu tellürlü minerallerinden Kalaverit ( $AuTe_2$ ) ve Krennerit ( $Au_4AgTe_{10}$ ) %40 altın içerirken Silvanit ( $(Au,Ag)_2Te_4$ ) ve Petzit ( $Ag_3AuTe_2$ ) %25 altın içermektedir. Bu minerallerin yanında bu tip cevher yataklarında nabit altın ve altına bağlı pirit minerali bulunabilse de kalkopirit, arsenopirit ya da tetraedrite bağlı altın nadir bulunmaktadır. Pirit içerisindeki altın genellikle ince taneli olduğundan altın kazanımında pirit ve tellüridler aynı konsantride toplanırlar [3].

Birçok altın tellür içeren mineraller gümüş olsa da olmasa da siyanür çözeltilerinde çok yavaş çözünürler. Genellikle liç ortamına oksijen verilmesine gerek duyulur [1].

## 2.2.9 Karbon İçeren Altın Cevherleri

Bu tür cevherlerin kazanılmasında grafit, aktif karbon ve polimer tipi yapıya sahip ayrışamayan organik bileşiklerin altın siyanür anyonunu tutmasından dolayı doğrudan siyanürasyon işlemi uygulanamaz. Altın kazanımının gerçekleştirilebilmesi için karbon içeren bileşiklerin altın tutma özelliklerinin çeşitli ön işlemlerle pasifize edilmesi gerekmektedir [2,12,14]. Altın adsorblayıcı altın cevherleri ve bu cevherlere uygulanabilecek ön iyileştirme işlemleri Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

Karbonsal içeriğe sahip organik bileşikler aktif karbon kadar olmasa da cevherdeki miktarları sebebiyle üzerlerinde çözünmüş altını tutarak altın kazanımını düşürürler. Hidrokarbonlar, humik asit ve elementel karbonlar ana grupları oluştururlar [1].



Şekil 2.2 Altın adsorblayıcı altın cevherleri [18]



### 2.2.10 Refrakter Altın Cevherleri

Geleneksel siyanür ile çözüldürme yöntemiyle ekonomik altın kazanımı gerçekleştirilemeyen altın cevherleri refrakterdir. Refrakter altın cevherleri, pirit ve arsenopirit gibi sülfürlü minerallerin içerisine hapsolmuş kapanımlar halinde buldukları için altının siyanür çözeltisi ile kazanılması esnasında sorun yaşanmaktadır. Bu nedenle bu tip altın cevherlerinin siyanürasyonla kazanılabilmesi için bir takım ön hazırlık işlemlerinin uygulanması ve cevheri kaplayan sülfür minerallerinin parçalanarak altının serbest hale gelmesi sağlanmalıdır [2, 18].

Pirit gibi sülfid mineralleri hem ince altın tanelerini bünyelerinde tutarak kırma ve öğütme işlemlerinde altının açığa çıkmasına engel oldukları gibi, hem de siyanürleme işlemlerinde iyi birer siyanür tüketicisidirler. Pirit flotasyonla yan ürün olarak ayrılarak, sülfürik asit üretiminde kullanılabilir ve/veya bu sayede içerdiği altın serbest hale getirilebilir [1].

Refrakter cevherlerde altın birçok biçimde bulunabilmektedir. Altın; sülfürler, oksitler veya silikatlar içerisinde fiziksel olarak kilitli kalmış olabileceği gibi, Arsenopirit gibi sülfürlü bileşenlerde sülfür kafesinde de bulunabilmektedir. Alaşımlar ya da bileşikler şeklinde kimyasal olarak kilitli ya da cevher yüzeyindeki kimyasal tabaka oluşumu nedeni ile altın aktif olarak siyanür ile etkileşmemektedir. Altının genel olarak kilitli kaldığı sülfürlü mineraller arsenopirit, pirit ve kalkopirit mineralleridir. Cevher mineralojisi ve altının yerleşimine bağlı olarak seçilen refraktersülfidik cevher üretim yöntemleri genel olarak zor ve karışık proseslerdir [1].

Genellikle tellür, karbon, arsenik ve antimon içeren altın cevherleri refrakter tipte cevherlerdir. Altının refrakter özellik göstermesinin temel nedenlerinden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- ❖ Özellikle pirit, pirotit veya arsenopirit gibi sülfür minerallerin içerisinde çok ince taneli ya da submikroskopik altının kapanımlar halinde bulunması,
- ❖ Altının tellüridler ile birlikte siyanür ile çözünmeyen bileşikler halinde bulunması,
- ❖ Çözünmüş altını adsorbe edebilen karbonlu malzemelerin bulunması,

- ❖ Liç esnasında oluşan altın siyanür bileşimini adsorbe edebilen kil minerallerinin içerikte bulunması,
- ❖ Cevher içerisinde arsenik minerallerinin bulunması,
- ❖ Liç ortamında demir ve bazı metal sülfürlerin parçalanma ürünlerinin sadece siyanür sadece oksijen ya da her ikisine tepki vermeleri [2, 18]

### **2.2.11 Plaser Tipi Altın Yatakları**

Diğer yataklardan farkı damar tipi değildir. Damar tipi yatakların atmosferik koşullarda bozunup ayrışıp, ısı veya yağmur etkisiyle akarsularda birikip çökmesiyle oluşur. Altın bakımından zengin yataklardır [2, 14].

Plaser yataklar kayaç oluşumundan daha sonra doğal etkenler ve hidrolik taşınımlarla altın taneciklerinin oluşturduğu cevher yapılarıdır. Bu altın cevherleri kimyasal duraylılığı ve yoğunluğu sebebiyle ilk yatağına çok uzakta değildir [1].

Plaser tipi yataklardan altın elde edilmesinin kolay olması nedeniyle çok eski zamanlardan beri bu yataklar işletilmiştir. Bu tip yataklarda altın, yatak içerisinde mikrondan yumruk büyüklüğüne kadar değişebilen tane boyutunda ve düzensiz bir biçimde dağılmıştır [2, 11].

Plaser tipi yataklanmalara kaynak oluşturan metamorfik kayaçlar içindeki arsenopirit damarlarına bağlı hidrotermal altın yatakları ise hidrotermal çözeltilerle ya da postmetamorfik hidrotermal faaliyetler gibi değişik süreçlerle metamorfizma sırasında oluşan küçük boyutlu ve düşük tenörlü altın yataklarıdır. Bu tipteki yatakların en önemlileri metamorfizma geçirmiş altınlı konglomeralar ile birlikte siyah şeyller içerisindeki yataklardır [2, 17, 19].

### **2.3 Altının Kullanım Alanları**

Çok eski çağlardan günümüze kadar, altın sahip olduğu temel özellik ve işlevleri sayesinde en değerli metaller arasında yer almaktadır. Altının değerli ve yaygın kullanılmasının başlıca nedenleri kolay işlenebilmesi, dayanıklı olması, ziynet eşyası olarak kullanılabilmesinin yanı sıra pek çok endüstri alanında (kuyumculuk, dekorasyon,

mühendislik, uzay ve havacılık teknolojisi, dişçilik, tıp ve elektronik sektörlerinde) yaygın biçimde kullanılabilmesi, ticarete ise altın para olarak, değişim aracı olarak ya da servet biriktirme aracı olarak kullanılmasıdır. Dünyada üretilen altın %43 oranında mücevher sektöründe, %37 oranında elektronik sektöründe, %15 oranda altın para biçiminde ve %5 de dişçilik alanında kullanılmaktadır [2].

Altının elektriği iyi iletmesi ve oksitlenmemesi sebebiyle elektronik devrelerde son yüzyılda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kimyasal olarak duraylı olması ve çok iyi şekillenmesi ona kullanım alanı çeşitliliğinde fark yaratmıştır. Elektronikten, biyolojiye kadar kullanım alanı genişler. Aynı zamanda iyi bir ısı iletkenidir. Bütün bunlar son 100 yılda ön plana çıkmıştır. Her zaman insanoğlu için bir değer birimdir ve de ziyet, mücevher olarak her zaman değerini korumuştur.

## **2.4 Altın Madenciliği**

### **2.4.1 Dünyada Altın Madenciliği**

Doğal olarak bulunabilmesi ve kolay şekil verilebilmesinden dolayı altın ve bakır ilk kullanılan metallerdir. İnsanoğlu altını ilk defa Ortadoğu'da neolitik dönemde kullanmıştır [1].

Dünyadaki en eski altın üreticileri Mısırlılardır. M.Ö. 3050' de araç olarak yani çalışanlara ödeme olarak kullanmışlardır. Mısırlılar ilk altınları dere yataklarından gravite yöntemi ile elde ederken, daha sonra M.Ö. 1300'de Nubia yakınlarında yeraltı madeninden altın elde etmişlerdir [1].

Peru'da MÖ 2000 yılına ait altın ziyet eşyalarının kalıntılarına rastlanılmış olup, Amerika kıtasındaki Aztekler ve İnkârlar başta olmak üzere Lidyalıların, Sümerlerin, Yunanlıların, Makedonyalıların, Asurluların ve İranlıların altına önem verdikleri bilinmektedir. M.Ö 1000 yıllarında ise milli kahramanları konu alan altın toka yapımında İskit ve Sarmatların üstün oldukları bilinmektedir [2, 20].

M.Ö 700 yıllarına Lidyalılar tarafından altın ilk kez para (sikke) olarak bastırılmış ve ticarete kullanılmasını yolu açılmıştır. Örneğin Roma döneminde devlet borçlarını ödemek için altın kullanılmıştır [2].

Altın arayıcılarının kullandığı leğene benzeyen bir düzenek olan “bate” ilk kez Portekiz istilasından önce 1471 yılında Batı Afrika’da kullanılmıştır. Günümüz ticari koşullarına göre ise ilk altın madenciliği 19. yüzyılın ortasında Kaliforniya’da "Altına Hücum" olarak tanımlanmış ve dere yatağındaki nabit altının tesadüf eseri bir su değirmeni işçisi tarafından bulunmasıyla başlamıştır [2].

Plaser tip yataklarda bugüne kadar bulunmuş en büyük yekpare altın parçası, Avustralya’nın Victoria bölgesinde rastlanan ve 72 kg ağırlığa sahip olan “WelcomeStranger”dır. Dünyada altın madenciliği ağırlıklı olarak Avustralya, Rusya, Güney Afrika, Kanada, ABD, Endonezya, Peru Meksika ve Çin Halk Cumhuriyet’in de yapılmaktadır. Altın üretiminin ağırlıklı olarak bu ülkelerde yapılmasının temel sebebi tektonik neden ve olaylarla birlikte diğer jeolojik olayların da etkisiyle altının bu bölgelerde oluşmuş olmasıdır [2, 20].

Dünya altın rezervleri 2000’li yılların ortalarında 42000 ton civarındayken Avustralya, Güney Afrika, Peru ve ABD’de yürütülen arama ve rezerv geliştirme çalışmaları sonucunda 2017 yılı itibari ile dünyadaki toplam altın rezervleri 57000 tona ulaşmıştır. Avustralya 9500 ton altın rezervi ile dünya sıralamasında birinci durumdadır [21].

Her geçen gün daha çok büyüyen takı endüstrisi başta olmak üzere iletkenlik ve kolay şekillendirilebilmesi gibi özellikleri sayesinde teknolojik araçların içerisinde altın kullanımının artması sebebiyle dünya altın tüketimi sürekli artmaktadır. 2017 dünya altın tüketimi 4347 ton miktarındadır [21].

Dünya altın üretiminin büyük bir kısmını Kanada, ABD, Güney Afrika ve Avustralya kökenli şirketler gerçekleştirmektedir. Dünyanın en büyük 10 altın üreticisinin yıllık toplam üretimi 1.000 ton civarında olup bu üretim miktarı dünya genelinin neredeyse 1/3’üne denk gelmektedir [3, 19]. 2017 yılında dünyada 3255 ton altın üretilmiştir [21].

#### **2.4.2 Türkiye’de Altın Madenciliği**

Eski çağlarda, Türkler altını devlet ya da hükümdarlık sembolü olarak kullanmıştır. Bu nedenle altın madenciliği ve altın işlemeye çok önem vermişlerdir. Altından küpe, yüzük, kolye gibi takılar, süsler, vazolar, kâseler, mızraklar ve miğfer yapmışlardır.

Müslümanlığın kabulü ile altından eşya üretimleri biraz azalsa da Türkler özellikle takı ve süs eşyası olarak altını her dönem de kullanmışlardır. Yapılan kazı çalışmaları ve tarih araştırmalarına göre, altın süs eşyası olarak Anadolu'da M.Ö. 5000 yıllarında kullanılmaya başlanmış olup M.Ö. 800 yıllarında ise İskitlerin takı yapmak için altını madeni işlettikleri bilinmektedir. Dünyada ticaret aracı olarak kullanılması için ilk altın para (sikke) ise M.Ö. 700 yıllarında Salihli-Sart yöresindeki Lidyalılar tarafından Kral Krezüs (Karun) döneminde basılmıştır. Osmanlılar dönemi süresince işletilen altın-gümüş madenleri hazine için mali kaynak oluşturmuştur. Bu dönemde Anadolu'da işletilen son altın madeni, 1914 yılında 1. Dünya Savaşı'nın başlamasıyla birlikte durdurulan Çanakkale-Kartaldağı-Astyra madenidir [2].

Cumhuriyet döneminde, yeraltı kaynaklarının devlet eliyle çıkarılıp değerlendirilmesi amacıyla 1933 yılında Ekonomi Bakanlığı'na bağlı "Altın Arama ve İşletme İdaresi" ve "Petrol Arama ve İşletme İdaresi" olmak üzere iki bağımsız kurum birden kurulmuştur. Sonrasında madenlerimizin gerekli jeolojik ve madencilik etütleriyle araştırılması ve bu çalışmalara uygun şekilde madenlerin işletilmesi için 22 Haziran 1935 tarihli 2804 sayılı kanunla Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) kurulmuştur [2, 22].

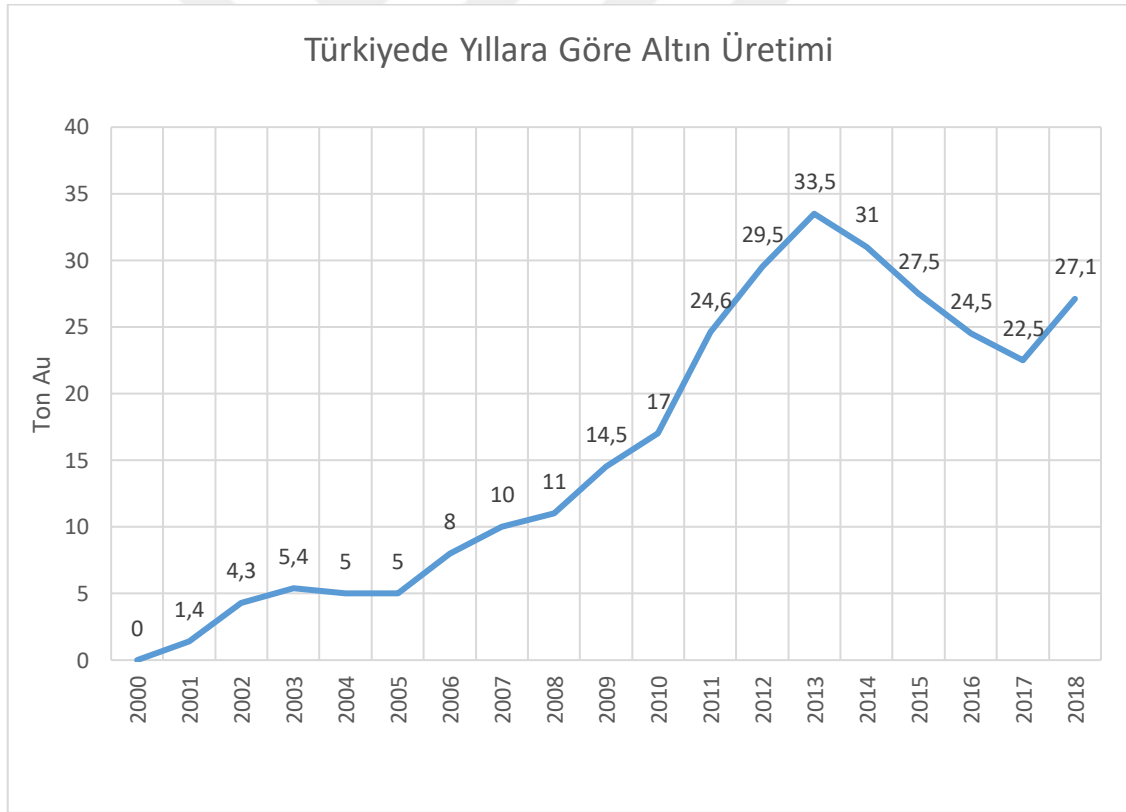
Uluslararası kaynak tahmin hesaplarına göre Türkiye, toplam 6500 tonluk bir altın potansiyeline; metal bazında ise 840 ton işletilebilir altın rezervine sahip olduğu bilinmektedir. Günümüze kadar en fazla altın üretimi 2013 yılında 34 ton olarak yapılmış ve aynı sene 3,5 Milyar US\$ karşılığında 72 ton altın ihraç edilmesine karşın 15 Milyar US\$ karşılığında 351 ton altın da ithal edilmiştir. Bu nedenle altın talebinin karşılanması için işletilebilir altın rezervlerinin değerlendirilmesi ve yeni altın maden sahalarının bulunması gerekmektedir [18,22]. Türkiye'nin 2000-2018 yılları arası altın üretimi miktarları Şekil 2.3'de verilmiştir. 2013 yılında 33,5 ton ile günümüze kadar gerçekleşen en yüksek altın üretimi rakamına ulaşılmıştır.

İzmir-Bergama-Ovacık, İzmir-Efemçukuru, Gümüşhane-Mastra, Balıkesir-HavranKüçüktepe, Eskişehir-Sivrihisar-Kaymaz, Uşak-Eşme ve Konya-İnlince epitermal tipte işletilebilir altın yataklarıdır. Bunlarla birlikte Uşak-Kışladağ, İzmir-Seferihisar ve Erzincan-Çöpler skarn tipi altın yatakları iken, Artvin-Cerattepe ise volkanojenik masif sülfid yatağının oksitlenmiş Gossan (demir şapkası)'dır. Manisa-Sart ve Hatay-Akıllıçay

iseplaser tipi altın yataklarıdır [2]. Türkiye altın ve gümüş yatakları Şekil 2.4'de gösterilmiştir.

Cumhuriyet döneminde ilk altın üretimine resmi olarak 2001 yılında İzmirBergama'da bulunan Ovacık altın madeninde başlanmıştır. Türkiye'nin resmi altın üretim miktarı başlangıçta yılda 1,4 ton seviyesindeyken yeni maden sahalarının açılması ve mevcut madenlerin kapasitelerini arttırmasıyla birlikte altın üretimimiz artmıştır. Altın Madencileri Derneği verilerine göre ülkemizin 2001-2018 yılları arası toplam altın üretimi 301,8 ton olarak gerçekleşmiştir [21].

Günümüzde Türkiye'de faaliyette olan altın madenleri Çizelge 2.2'de verilmiştir. Başlangıçta yabancı şirketlerin yatırımları ile altın üretilirken, son yıllarda yerli şirketlerin de altın üretimine ilgi gösterdikleri görülmektedir.



**Şekil 2.3** Türkiye'de yıllara göre altın üretimi [21]

Çizelge 2.2 Türkiye’de aktif olan altın madenleri [21]

Türkiye’deki Altın Madenleri			
	Maden	Şirket	Üretime Başladığı Yıl
1	Ovacık	Koza	2001
2	Sart	Pomza	2002
3	Kışladağ	Tüprag	2006
4	Mastra	Koza	2009
5	Çöpler	Alacer	2010
6	Efemçukuru	Tüprag	2011
7	Kaymaz	Koza	2011
8	Bolkardağ/Tepeköy	Gümüştaş	2012
9	Midi	Yıldızbakır	2012
10	Himmetdede	Koza	2015
11	Altıntepe	Bahar	2015
12	Bakırtepe	Demirexport	2015
13	Konya-İnlice	Esan	2016
14	Kızıltepe	Zenit	2017
15	Çanakkale-Lapseki	Tümad	2018



Şekil 2.4 Türkiye altın ve gümüş yatakları [23]

## 2.5 Altın Zenginleştirme Yöntemleri

Altın madenciliğinde, kırma/öğütme işleminin ardından teknoloji seçimi, cevher içerisindeki altın taneciklerinin boyutuna, çevresel ve coğrafik etkiler göz önüne alınarak cevherin oluşum şartlarına, türüne, cevherdeki diğer minerallerin kimyasal, fiziksel, mineralojik yapısına ve tenörüne göre yapılır. Çoğunlukla, altın tanecikleri mikroskobik büyüklükte dağılmış ise siyanürle çözeltiye alma teknolojisi tercih edilmektedir. Siyanürleme teknolojisi 120 yıldan daha fazla süredir dünya altın üretiminin %84'lük kısmında kullanılmaktadır Siyanür liçi, flotasyon, gravimetrik ve amalgamasyonyöntemleri altın cevherlerini zenginleştirirken kullanılan uygulamalardır. Altın üretimi dünyada; %83-85 oranında siyanürasyon, %10-14 oranında gravite yöntemleri ve %3-5 oranında flotasyon yöntemi ile yapılmaktadır. En çok altın kazanımı siyanür liçi uygulamasıyla yapılmaktadır. Bunun sebebi günümüzde bilinen altın yataklarının çok düşük tenörlü olmasıdır [2].

Yer kabuğunda altın tenörü tonda ortalama 0,0035 g olup kârla işletilebilen en düşük altın tenörü ise 1g/ton'dur. Genel olarak 3 g/ton ve daha düşük Au içeriğine sahip olan cevher fakir cevher; 3 g/ton'dan fazla olup 10 g/ton' a kadar altın içeriği olan cevher nispeten zengin cevher ve 10 g/ton ve daha fazla Au içeriğine sahip cevher zengin cevher olarak sınıflandırılır [2,14].

Gang minerallerinin cevherden uzaklaştırılarak kazanım devresinin yükünü hafifletmek, kazanıma engel olan veya özel kimyasal madde tüketimine sebep olan bileşiklerden kurtulmak, kazanım verimini arttırmak ve bu sayede doğrudan izabe edilebilir konsantreler elde etmek için de zenginleştirme işlemleri uygulanabilmektedir [2,12].

Altı içeren cevherlerin zenginleştirilmelerinde kullanılan tüm yöntemler detaylı bir şekilde literatürde yer alan kaynaklarda bulunmaktadır. [1, 24].

### 2.5.1 Fiziksel Yöntemler

Altının özgül ağırlığı yüksek olmasından yararlanılarak genellikle öğütme ve yıkama sonrası gravite yöntemiyle altın cevheri zenginleştirilebilir. Ancak bu yöntem çoğunlukla +75µm tane boyutuna sahip parçacıklar için verimlidir. Başlıca gravite



zenginleştirme yöntemleri: Jig ve sarsıntılı masa ile Knelson ve Falcon gibi santrifüjlü ayırıcılarıdır [2,14].

Fiziksel yöntemlerde amaç yoğunluk farkına bağlı oluşan merkezkaç kuvveti farklarından, hız farklarından, batma ve yüzme farklarından yararlanarak ayırım yapmaktır. Bu yöntemlere uygun maden yatakları dünyada çok azalmıştır. Fakat fiziksel yöntemler ön hazırlık, ön zenginleştirme yöntemi olarak kullanılabilir.

Mineral tanelerinin akışkan ortam içerisindeki hareketleri, özgül ağırlığı başta olmak üzere tane boyutu ve şekliyle de yakından ilgilidir. Boyuta göre gerçekleştirilen zenginleştirme, yıkama ve dağıtma proseslerinin başarısız olduğu durumlarda gravite ile zenginleştirme uygulaması tercih edilir. Bunun nedeni bu yöntemin diğer zenginleştirme yöntemlerine nazaran daha ekonomik olmasıdır [2,14].

Gravimetrik zenginleştirme yöntemlerinin uygulandığı cevherlerde iri ve serbest altın tanelerinin olması gerekir. Siyanür çözeltilerinde iri tane boyutuna sahip altının tamamen çözünmesi uzun zaman almaktadır. Örneğin, 150 mikron boyutundaki saf altın tanesinin çözünmesi için teorik olarak 44 saat süre gerekmektedir. Gravimetrik uygulamalarla buna benzer tanelerin daha kısa sürede kazanılması veya zenginleştirilmesi, uzun süren liç uygulamalarının gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca, altın tanelerinin yüzeyleri, siyanür ile liç mâni olacak derecede kirlili ve kaplanmış vaziyette olması halinde ilave bir işlem yardımıyla temizlenmesi icap etmektedir. Gravimetrik yöntemle elde edilen konsantre miktarı, toplam cevher kütlelerinin ufak bir kısmı olacağı için bu tip ikincil uygulamaların yapılması, ekonomik açıdan problem yaratmayacaktır [2,12].

### **2.5.1.1 Jig**

Jigler yoğunluk farkı sebebiyle düşey hareketleri farklı olacak olan tanelerin tabakalanması prensibiyle çalışan ekipmanlardır. Daha yoğun olanlar daha hızlı bir şekilde aşağı gitmek istemesi sebebiyle ağır ve hafif taneler birbirinden dikey doğrultuda uzaklaşırlar ve tabakalaşırlar. Bu tabakalar ayrı yönlendirmelerle alınarak ayırım yapılmış olur. Kullanılan akışkan (hava, su, yoğun sıvı) yoğunluğuna ayrılacak taneciklerin büyüklüğü ve yoğunluk farklılığı karar verir.

Cevherin jig ile zenginleştirilebilmesi için cevheri oluşturan mineraller arasındaki yoğunluk farkının yeterli olması ve cevherin iri boyutlarda serbestleşebilmesi gerekmektedir. Kömürün jig ile zenginleştirilebilmesi için besleme boyutunun 100+0.5mm arası olması, cevherin jig ile zenginleştirilebilmesi için ise beslenecek malzeme boyutunun -25+0,2 mm aralığında olması tercih edilir

Jig ile zenginleştirmenin endüstriyel ölçekte uygulamaları kömür ve krom zenginleştirilmeleri, manyetit haricindeki demir cevherlerinin (limonit, hematit vs.) zenginleştirilmeleri, kurşun-çinko, barit, mangan, kasiterit ve selestit cevherlerinin ön zenginleştirilmeleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

IPJ Jigleri (InLinePressureJigs) geliştirilmiş olan en yeni jig türlerinden biri olup serbest altın, nabit bakır, sülfürlü cevher, elmas ve kalay gibi minerallerin zenginleştirilmeleri için kullanılmakta olup, IPJ Jigleri ile detaylı bilgi literatürde yer almaktadır [27].

### **2.5.1.2 Sallantılı Masalar**

Sallantılı masalar, yoğunluk farkı ile zenginleştirmede sıkça tercih edilen aygıtlardan biri olup üzerinde tabaka biçiminde akışkan sistem bulunduran dikdörtgen, dikdörtgene yakın yamuk, paralelkenar ya da V biçiminde bir yüzeydir. Masa yüzeyi yatayla arasında çok yakın açı olacak şekilde eğimlidir. Uygun bir düzenek yardımıyla masanın uzun eksen yönünde ve geriye doğru hareketi daha hızlı olacak şekilde ileri geri hareket etmesi sağlanmaktadır. Çoğunlukla masa yüzeyinde dar ve uzun eşikler bulunur [2,25].

Sallantılı masa üzerindeki mineral taneleri, tabaka şeklindeki akış hareketinin ve akışa dik biçimde gerçekleşen ileri-geri hareketin bileşke kuvveti etkisiyle hareket eder. Tabaka içerisinde ve masanın hareket yönünde en kısa mesafeyi, en iri ama en hafif olan tane kat ederken en uzun mesafeyi, masa üzerinde en yavaş harekete sahip olan en ince ve en ağır tane alır. Bu iki hareket düzgün biçimde birleştiğinde minerallerin tane boyutu ve yoğunluk farkına göre iri-hafif, ince-hafif ile birlikte iri-ağır ve inceağır taneler içeren üç farklı kuşak meydana gelir. Masa yüzeyinde oluşan her bir kuşağın birbirine karışmayacak şekilde alınması ile ayırma işlemi tamamlanmış olur [2,25].

Sallantılı masalarda tane boyutu dağılımı ne kadar dar olursa ayrılması istenen taneciklerin akışkana ve sarsıntıya tepkileri de o kadar farklı olur ki bu sistemin verimini artıracaktır.

Sallantılı masanın yüzeyi, sonradan eklenen çıtalar veya yüzeyde açılan oyuklar olarak bilinen eşiklerle kaplanır. Bu sayede ayırma verimi arttırılır. Eşiklerin yükseklikleri, mekanizmanın kenarından başlayarak konsantre kenarına doğru azalmakta ve konsantre kenarına gelindiğinde sıfır olmaktadır. Çalışma yöntemine bağlı olarak çok farklı biçimde eşik düzeneği tercih edilebilir. Akış koşulları, eşiklerden tarafından değiştirildiği için eşikler arası engelli çöküş klasifikasyonu meydana gelmektedir. Bunun sonucunda zenginleştirmenin etkili bir biçimde yapılabilmesinin yanında masada kapasite artışı meydana gelmektedir [2,25]. Günümüzde sallantılı masaların altın üretiminde kullanımlarına dair detaylı bilgiler literatürde verilmiştir [27].

### **2.5.1.3 KnelsonKonsantratörü**

1988 yılında Kanada'da Byron Knelson, KnelsonKonsantratörünün patentini almış olup, dünyada damar tipi ve alüvyal altın kazanımında kullanılan yüksek santrifüj etkili ayırıcıdır. Standart Knelson ayırıcısının üst besleme boyutu 6 mm'dir [2].

Basit yapılı oluşu, kapasitesinin yüksek oluşu, geniş tane boyut aralığında çalışabilmesi ve çok yüksek verimli ayırım yapabilmesi en önemli avantajlarıdır. Bu ayırıcı ile detaylı bilgiler literatürde mevcuttur [2, 26, 27].

Tane yatağını akışkan tutabilmek için besleme miktarının 2-3 katına kadar çıkabilen, çok yüksek miktarlarda su ihtiyacının bulunması Knelson ayırıcısının en büyük dezavantajıdır [2, 26].

Hem primer şekilde hem plaser tipte meydana gelmiş altın yataklarında bulunan iri ve ince altın tanelerinin kazanılması konusunda yetenekli olan Knelson ayırıcısı öncelikli olarak altın endüstrisinde bunun yanında nehir kumlarından, metalurjik atıklardan ve farklı cevherlerden platin, gümüş, kurşun ve bakır gibi değerli metallerin elde edilebilmesi için endüstride yaygın biçimde kullanılmaktadır [2].

Ülkemizde Knelson gravite ayırıcısıyla cevherlerden altın kazanımına yönelik çalışmalar mevcuttur [28].

Kanada Dome ve HoylePond altın madeninde öğütülen cevherin siklon alt akımı KC-CD 30 Knelson konsantratörlerde zenginleştirilerek liç işlemi uygulanmış ve %45'e kadar altın kazanım verimi sağlanmıştır [33].

#### **2.5.1.4 Falcon Ayırıcısı**

1930'larda MacNicol tarafından yürütülen öncü çalışmalar sonucunda 1994 yılında Falcon ayırıcısı tasarlanmıştır. Tek duvarlı ayırıcılar ile geri basınç teknolojisini birleştiren ince altının kazanımında başarı kanıtlanmış bir gravite ayırıcısı olan Falcon cihazı kesikli ya da sürekli olarak çalışmaktadır. Dikey eksenli ve akışkan yatağa sahip olan bu ayırıcılarda santrifüj etkisinden doğan kuvvet yer çekimi kuvvetinin 300 katına (300 G) kadar çıkabilmektedir. Bu sayede yüksek kapasiteli ve düşük ayırma yoğunluklarında ayırım yapabilmektedir. İri besleme özelliklerinin bulunması sayesinde birçok ürünün gravite ile zenginleştirilmesi için akışkan yataklı Falcon cihazları tercih edilmektedir. Maksimum besleme boyutu 6 mm'dir. [2, 26, 27].

Su tüketiminin düşük olması, çok az miktarda da olsa çok yüksek tenörlü konsantre elde edilebilmesi, kullanımının basit olması bu nedenle kullanabilmesi için az bilgi ve tecrübenin yeterli olması, bakım ve işletme maliyetindeki giderlerinin düşük olması nedeniyle endüstri için fazlasıyla tercih edilen bir gravite aygıtıdır [2, 26, 27].

Falcon ayırıcısı ile polimetallik bir cevherden sınıflandırıcı alt akımından altın ön konsantresi elde edilebileceği gösterilmiştir [29].

#### **2.5.2 Fizikokimyasal Yöntemler**

Amalgamlaştırma ve flotasyon olmak üzere iki ana yöntem bulunmaktadır. Altın üretimi için kullanılan en eski yöntemlerden biri amalgamlaştırmadır. Altın ve gümüş metallerinin sulu bir ortamda civa ile temas edip civa fazına geçmesi prosesidir. İçerikte civa ile reaksiyon veren Arsenik (As), Antimon (Sb), Bizmut (Bi) istenmez ve altın yüzeylerinin temiz olması gerekir. Ayrıca cevher içeriğinde sülfür oranı da az olmalıdır. Nispeten iri boyutlu altın cevherinin (-0,5+0,1mm) zenginleştirilmesinde kullanılır; ancak civanın hem sıvı hem ağır metal olmasından dolayı doğaya çok büyük zararı bulunmaktadır. Bu nedenle günümüzde bu yöntem terkedilmeye başlanmış olup, dünyada

plaser tipteki ya da kuvarsitlere bağlı altın cevherlerinin zenginleştirilmesi için Afrika ve Orta Amerika'da bulunan küçük tesisler ile gravite ayırımı ile üretim yapan tesislerde üretime ek olarak az oranda kullanılmaktadır. Genellikle nabit altın cevherinin graviteyle zenginleştirme gibi fiziksel yöntemlerle elde edilen ön konsantrenin tekrar zenginleştirilmesi için kullanılan amalgamlaştırma, civa ile çalışma koşullarının çok dikkat gerektirmesi ve siyanür liç yönteminin kendisine alternatif olması gibi sebeplerden dolayı günümüzde uygulanabilirliğini yitirmiştir [2,12].

Flotasyon yöntemi, kimyasallar kullanarak karıştırmalı ve hava kabarcıkları üreterek konsantreyi köpüğe almaktır. İstenilen mineral yüzdürülmekte ya da istenmeyen mineral bastırılmaktadır. Birkaç kaba flotasyon hücresinden sonra gerekirse ilaveten flotasyon işlemleri yaparak konsantrede istenilen saflık sağlanabilmektedir [5].

Flotasyon prosesi genellikle serbest altın taneleri için yapılmaz. Eğer altın cevheri pirit gibi altın cevherleri ile ilişkili ise flotasyon prosesi etkili olmaktadır. Tipik piritli bir altın cevherinde altın tanesi demir kükürtlü kristal yapısının içinde hapsolmuş haldedir. Yüksek derecede oksitlenmiş cevherler flotasyona uygun değildir [5].

Altın ve altın içeren cevherlerin flotasyonunda kullanılan reaktifler, flotasyon koşullarının altın kazanımına etkisi, flotasyon devreleri ve uygulamaları hakkında detaylı bilgi literatürde mevcuttur [27, 30].

### **2.5.3 Kimyasal Yöntemler**

Kimyasal yöntemler altın zenginleştirme proseslerinin en çok uygulanmakta olan yöntemleridir. Kimyasal yöntemler içinde siyanür liç yöntemi en yaygın olarak uygulanan yöntemdir.

Önemli bir cevher zenginleştirme yöntemi olan liç işleminde ekonomik olarak değerli sayılan cevherlerin kazanılması için cevherin yapısına uygun sıvı kimyasallarla çözüldürme işlemi uygulanmaktadır. Değerli metal bulunduran cevher genellikle asidik ya da bazik özellikteki kimyasallarla çözüldürülerek değerli metalin çözeltiliye alınması sağlanmaktadır [2].

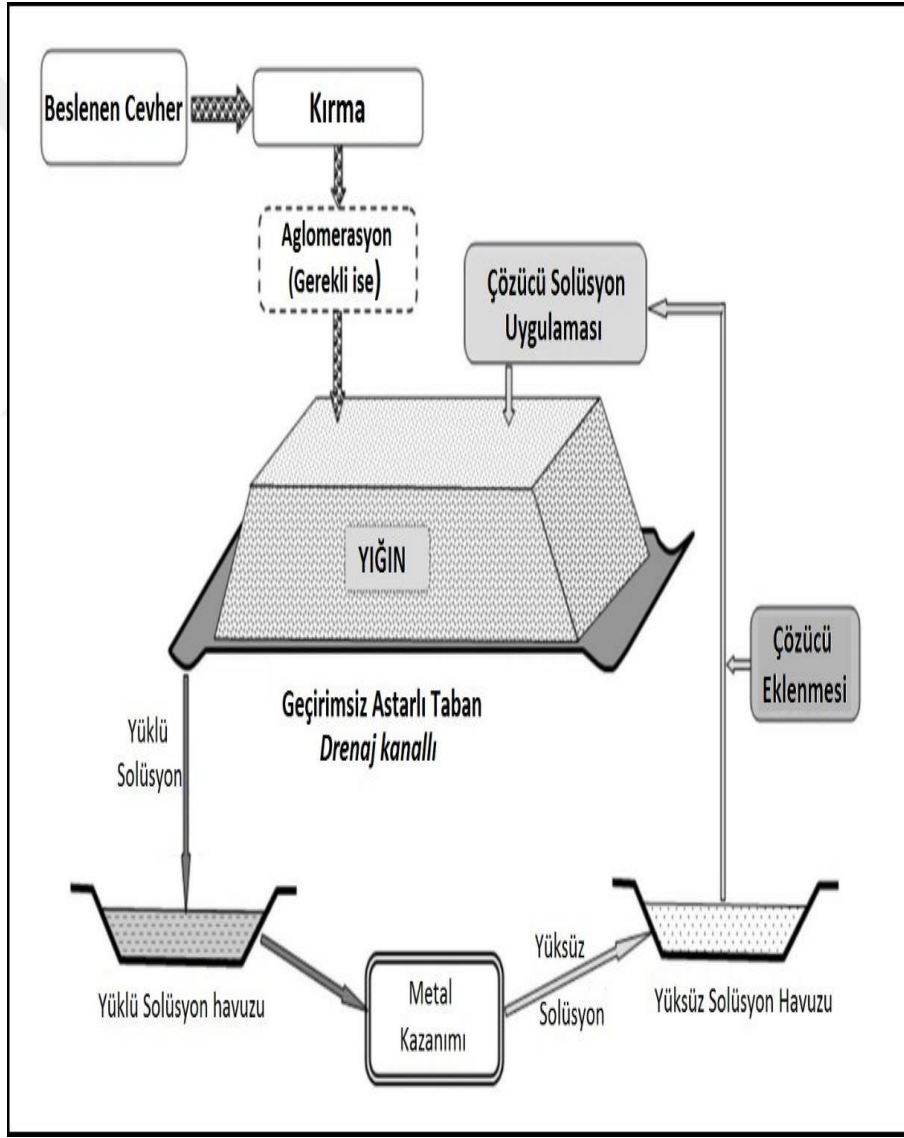
Bu çözümdürme işlemlerinde kullanılacak kimyasalların cinsi ve miktarı, çözümdürülecek cevherin fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerine bağlı olarak belirlenir [2].

1970'li senelerden bu yana düşük tenörlü altın cevherleri ekonomik olarak değerlendirmeye başlanmıştır. Bu kapsamda, bu tür cevherlerin zenginleştirilmesinde kullanılan liç yöntemi kendini kanıtlamış olup endüstride; küçük, orta ve büyük ölçekli olmak üzere birçok tesiste yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar yerinde liç (In-Situ Leaching), yığın liç (Heap Leaching), süzülme liç (Percolation at Leaching) ve karıştırma/tank liç (Agitation Leaching) olmak üzere 4 ana liç yöntemi bulunmaktadır. Tenör yönünden düşük (fakir) ama tonaj yönünden büyük rezerve sahip cevherlerin (başta uranyum olmak üzere altın, gümüş, trona, tuz, okside bakır vb.) ekonomik biçimde kazanılması için yerinde liç; düşük tenörlü, küçük rezervli ya da yüksek tenörlü fakat küçük rezervli cevherlerin (altın, bakır, gümüş, uranyum gibi) ekonomik olarak elde edilebilmesi için yığın liç; 9-12,5 mm gibi iri tane boyutuna sahip cevherlerin (altın, bakır, çinko (ZnO), uranyum gibi) zenginleştirilmesi için süzülme liç uygulanırken, -0,5 mm tane boyutunda yüksek tenörlü (zengin) cevherlerin (altın, gümüş, bakır gibi) zenginleştirilmesi için ise karıştırma/tank liç uygulanmaktadır [2].

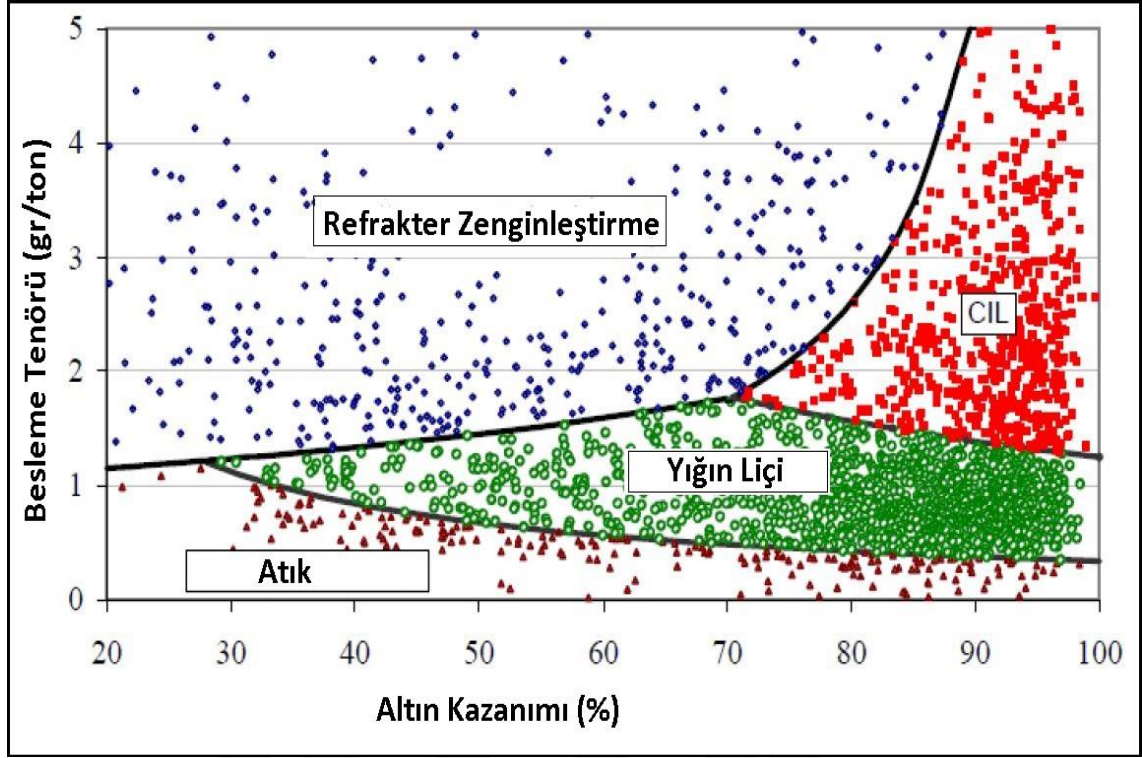
Günümüzde, altın yatağı tenörü ile uygulanan altın üretim proseslerinin grafiği Şekil 2.6'da gösterilmiştir. Altın tenörü ile seçilen proses sonucu altın kazanım oranlarının oluşturduğu bu grafik teknolojik gelişimle değişmektedir. Altın kazanımının %30'un üzerinde olan ve tenörü yaklaşık 1,5 gr/ton'dan az olan yataklar yığın liç yöntemi ile işlenmektedir. Altın kazanımını %70'in üzerinde olan ve tenörü yaklaşık 1 gr/ton'dan fazla olan yataklar ise tank liç yöntemi ile işlenmektedir. Günümüzde 0.5 gr/ton'dan daha az tenöre sahip yataklar değerlendirilmiyorsa da, altının fiyatına da bağlı olarak ön zenginleştirmeler sayesinde çok yakın gelecekte bu tenör değerinin altında olan yataklardan da altın üretilebileceği düşünülmektedir.

Yığın liçinden siyanürle altın kazanım yöntemi genel olarak Şekil 2.5'de gösterilmiştir. Siyanür insanlık tarihi ile beraber zehir kelimesi ile eşdeğer olarak kullanıldığından siyanürle yığın liçinden altın kazanımına çevresel ve sosyal olarak engeller sürekli oluşmaktadır.

Liç işleminde çözüldürücü olarak; siyanür başta olmak üzere tiyoüre, tiyosülfat, tiyosiyandır ile birlikte bromin, klorin, iyodin gibi halojenler kullanılmaktadır. Altın, gümüş kazanımında en yaygın olarak siyanür ile liç uygulanmaktadır. 1940'lı yıllarda bulunan tiyoüre ile altın liçi ise şu an için siyanürle liçe en iyi alternatiftir. Bu nedenle son dönemde dikkatleri üzerine çeken tiyoüre (thiourea,  $\text{NH}_2\text{-CS-NH}_2$ ) ile liç yöntemi, özellikle refrakter altın cevherlerinin liç ile zenginleştirilmesinde önem kazanmıştır. Bunun nedeni refrakter cevherlerin doğrudan siyanür ile çözüldürülememesi ve siyanür liçi öncesi birçok işlemin uygulanmak zorunda olmasıdır [2].



Şekil 2.5 Yığın liçinden siyanürle altın kazanımı yöntemi [18]



Şekil 2.6 Yığın liçi çalışma sınırları [1]

Tiyoüenin zehirli olmayışı siyanürle kıyaslandığında avantaj sağlamıştır. Ayrıca serbest nabit altın hariç tiyoüre ile altın çözünme kinetiği siyanür ile liçe kıyasla daha hızlıdır. Tiyoüre ile liçte, ortamdaki yabancı metal iyonları çözünmeyi siyanür ile liçteki kadar etkilemez aksine ortamdaki demir mineralleri altının çözünmesi için gereken oksitleyici ferrik iyonlarını sağlar. Bu özellikleri sayesinde, direkt siyanürasyona uygun olmayan tipteki cevherlerin liç ile zenginleştirilmesinde tiyoüenin kullanılması cazip hale gelmiştir.

Ancak bunun özelliklerinin yanında önemli dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar;

- ❖ Hem çok düşük hem de çok dar bir pH aralığında (pH 1,4-1,6) çalışma prensibine sahip olması ve pH'ı sabit tumanın güç olması,
- ❖ Asidik bir pH'da çalışıldığı için ortamda çözülen ağır metallerin çözeltiliye geçmesi ve bunun da çevresel açıdan sorun teşkil etmesi,



❖Tiyöüreninliç işleminde oksitlenmemesi için yardımcı kimyasal gereksinimi olması ve

❖Nitrite dönüşebileceğinden dolayı kanserojen olma potansiyeline sahip olmasıdır [2, 14].

Siyanür prosesi yüzyılı aşan bir süreden beri çeşitli cevherlerden altın ve gümüşün kazanılmasında, geleneksel bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Siyanür liçinin ekonomik ve operasyon açısından basit bir yöntem olması, bu metodun standart bir proses olarak kabul edilmesinde etkili olmuştur. Siyanür ile zenginleştirmede altının serbest hale gelebildiği ya da siyanür anyonunun katı durumdaki altın metaline ulaşp tepkime verebileceği en uygun tane boyuna öğütülen altın, oksijeninde olduğu alkali bir ortamda siyanür ile reaksiyona girerek altın-siyanür kompleksini oluşturarak sıvı faza geçer [2,14].

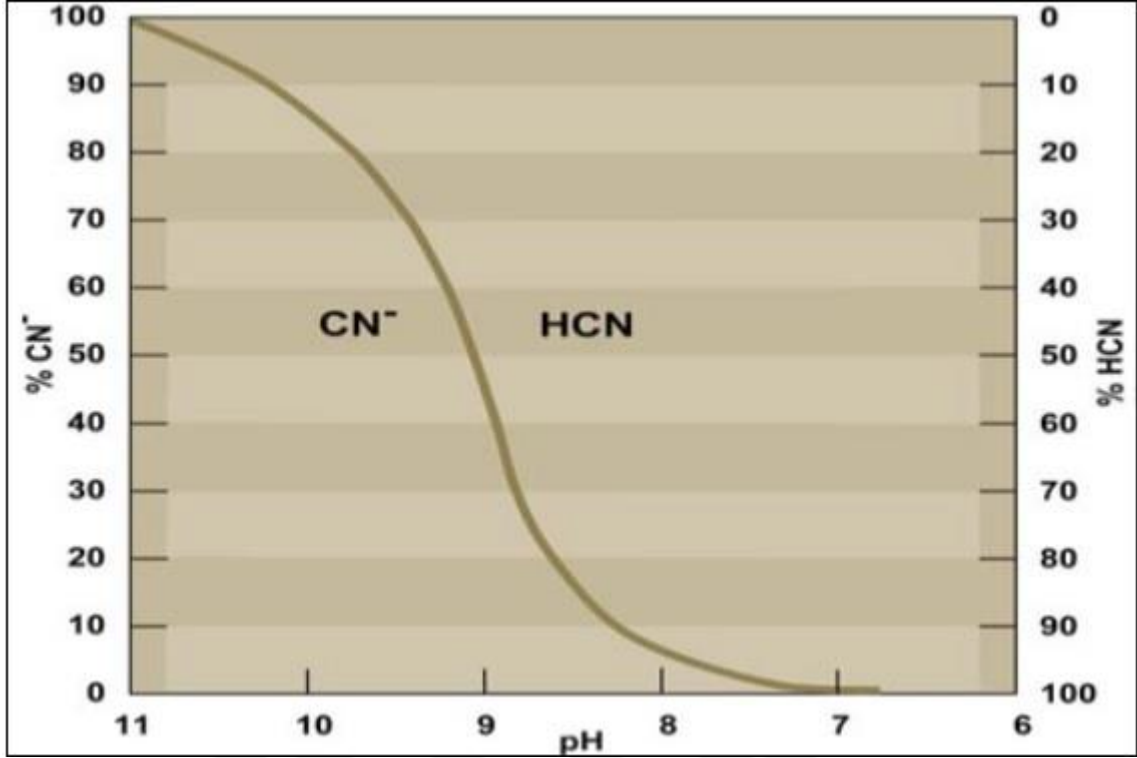


Liç işlemi, normal atmosfer şartları altında yapıldığında, oksijen varlığında altın çözeltiye (sıvı faza) geçebilmektedir. Altın, elektron verip yükseltgenerek çözeltiye geçerken; oksijen elektron alarak hidroksil ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye indirgenir.

Siyanür liç yöntemlerinde pH değerinin 10,5 üzerinde tutulması hem ekonomik hem de çevresel olarak önemlidir. Hidrojen iyonları ile bağ yapan siyanür HCN gazına dönüşerek uzaklaşır ve zehirleyicidir. pH'a bağlı CN/HCN dengesi Şekil 2.7'de gösterilmiştir. pH yükseltmek için en yaygın kullanılan reaktif kireçtir.



Şekil 2.7'den görüldüğü üzere yaklaşık pH 9.3'de toplam siyanürün yarısı HCN formunda, diğer yarısı da serbest siyanür iyonu olarak çözeltide yer almaktadır.



Şekil 2.7 pH'a bağlı CN/HCN dengesi [4]

Siyanür konsantrasyonu, çözeltinin pH değerleri, çözeltinin Eh değerleri, oksijen konsantrasyonu, çözeltinin sıcaklığı, altının yüzey alanı, çözeltide bulunan yabancı iyonlar, karıştırma hızı ve liç süresi gibi parametreler altının siyanür ile çözünme verimi üzerinde etkilidir.

Endüstriyel boyutta henüz alternatifini bulunmayan ve yaygın olarak kullanılan siyanür liçinin avantaj ve dezavantajları aşağıda sıralanmıştır:

Avantajları:

- ❖ Yüksek çözündürme verimi elde edilmesi,
- ❖ Düşük tenörlü ve ince boyuttaki cevherlere uygulanabilmesi,
- ❖ Aktif karbon adsorpsiyonunda etki olması,
- ❖ Liç kimyasının ve mekanizmasının çok iyi bilinmesi.

Dezavantajları:

- ❖ Yüksek pH değerlerinde çalışma zorunluluğu olması,

- ❖ Liç kinetiğinin yavaş olması,
- ❖ Oldukça zehirleyici olması,
- ❖ Çevresel kısıtlamaların bulunması

Kimyasal zenginleştirme yöntemi olarak uygulanan siyanürasyonun tüm avantajları yanında, zararlı çevresel etkileri, yüksek pH değerinde çalışma gereği ve refrakter altın cevherlerinde doğrudan kazanım etkinliğinin düşük olması gibi nedenlerden dolayı günümüzde siyanüre alternatif reaktifler için araştırmalar yapılmaktadır [2, 3].

Siyanür liçi ile cevherlerden altın kazanımının tarihsel gelişimi, uygulamaları, prensipleri, mekanizması, siyanür liçi ve sonrası uygulanan işlemler hakkında detaylı bilgi literatürde bulunabilir [1, 24, 27].

### **3. YIĞIN LIÇİNDE ALTIN KAZANIMINI ETKİLEYEN FİZİKSEL PARAMETRELER**

Bu bölümde yer verilen bilgiler bu tezi hazırlayan yüksek lisans öğrencimizin altının siyanür ile yığın liçi alanında saha çalışmalarından elde ettiği gözlemleri, deneyimleri ve bilgilerinden oluşturulmuştur.

#### **3.1 Yığın Liçinin Şekilsel Dizaynı**

##### **3.1.1 Katların İstifleme Yüksekliği**

Yığın liçi kat yüksekliği 10m( $\pm$ 5m) olarak yapılmaktadır. Kat yüksekliğini belirlerken verilecek solüsyondaki siyanür miktarı, segregasyon etkisi, sıkışma oranlarını en aza indirmek gibi kriterler göz önüne alınmaktadır. Fakat dünyada kat yüksekliği değeri yaygın olarak 10m olarak seçilmektedir ve istifleme ekipmanları da bu değerler doğrultusunda seçilmektedir.

İstifleme yöntemi ne olursa olsun segregasyona engel olacak, toplam yığın yüksekliğindeki toplam sıkışma miktarını en aza indirecek, kapıları etkisini homojen hale getirecek ve kanallanmaya sebep olmayacak şekilde kat yüksekliği planlanmaktadır.

İstifleme esnasında yığının şev dibinde cevherin daha irileri olacağı için farklı geçirim özelliklerine sahip katmanlar oluşmasına sebep olmaktadır. Bu iri taneli tabakalar, üst tabakalardan taşınacak ince tanelerle kanallanmaya müsait duruma gelmektedir. Daha çok üst kısımlarda bulunan ince taneli katmanlarda kapılarite etkisi ile yönü değişen solüsyon daha aşağıdaki kalın taneli dokuda homojen bir dağılımla aşağıya inmeyecektir. Üst bölgenin geçirgenliği daha az olduğundan aşağıdaki kalın taneli bölgede içsel istiflenmeler oluşabilmektedir.

Patlatma dizaynına, patlatma verimine, kırıcı tesis zamansal verimine bağlı olarak değişen istifleme tane boyutu dağılımı sebebiyle istifleme yönüne ve yöntemine bağlı olarak içsel kanallanma yüzeyleri oluşmaktadır.

Daha az kat yükseklikleri daha az segregasyona sebep olması sebebiyle yığının toplam yüksekliğinde daha homojen bir doku oluşmasını sağlayacaktır. Kat yüksekliği kademeli döküm yapılarak gerçekleştirildiğinde geçirgenlik homojenliği artırılmaktadır.

### 3.1.2 Bölünmüş Hücreleme

İstiflenen cevherlerin solüsyon ile liçlenmesi sonucu oluşan yüklü solüsyonun hangi bölgeden geldiğinin bilinmesi önemli olabilmektedir. İstiflemeye gidecek cevherden dönemsel alınan numunelerin kolon testleri sonucundaki altın kazanımları ile yığın liçindeki değerlerin karşılaştırılması ve değerlendirmeler için solüsyonun nereden geldiği proses değerlendirmeleri için gereklidir. Yığın liçinin yüklü solüsyonu bir noktadan alınarak kümülatif değerlerden faydalanarak değerlendirme seçeneğinin yanısıra hücrenel olarak bölünen toplama sistemleri ile yığın liçlerinin bilgi değerlendirmesi daha verimli olmaktadır. Örneğin; oluşabilecek bir pH sorununun hangi bölgede olduğunu bilmek sadece o bölgeye müdahale ile çözülebilir.

Yığın liçinin kapatılması esnasında da hücrelenmiş yığınlar parça parça kapatılmaya uygun olacaktır.

### 3.1.3 Geçirimsiz Zemin Dizaynı

Yığının altındaki geçirimsiz alanın eğim planlaması yapılırken minimum %2 değeri kullanılmaktadır. Solüsyonun akabilmesi için kullanılan bu değer inşaatın yapılacağı doğal zeminden dolayı %30'a kadar çıkabilmektedir. Solüsyon toplamanın yapıldığı en alt kodun olduğu bölgede yığın duraylılığı için belirli bir kısım maksimum %5 olacak şekilde dizayn edilmektedir. Geçirimsiz yüzey dizayn edilirken solüsyonun en kısa yolu katederekdelikli solüsyon toplama borularına girmesi gözönünde bulundurulmaktadır.

Bu yüzeyin en üst kottan en alt kota doğru eğim dağılımı çok dengeli olmalı ki solüsyon freatik tabaka içindeki toplama boruları içinde mümkün olduğunca homojen hızda hareket etmeli ve doygunluk yaratacak hacimler oluşmamalıdır. Solüsyon, tabanda homojen hareket etmediği sürece solüsyonun taşıdığı ince taneler ile barajlanan alanlar oluşacaktır. Bu alanlarda barajlama hacimleri giderek artacaktır. Doymunluk sebebiyle sıkışma oranı daha fazla olan ince tane boyutlu hacimler oluşacaktır. Bu barajlama alanlarının bir sebebi de toplama boruları açılıdır.

### 3.1.4 Yığın Alanı Geometrik Şekli

Bu kriter operasyonel verimini en çok etkileyen faktördür. Bir hücre veya bir doğrultunun istifleme başlama hazırlıkları esnasındaki iş kayıpları, yığın üzerindeki çalışma sebebiyle bozulmaları ve sıkışmaları etkilemektedir.

Yığın üzerine çıkmak için yapılan her yol çalışması ve ön hazırlık yığının homojenliğini etkilemektedir. Fakat kamyon ile yığın yapılan durumlarda durum biraz daha farklıdır. Kamyonların kullandığı yolun kullanım periyodu çok önemlidir. Kullanma süresi arttıkça sıkışma ve lastik hareketleri sebebiyle öğütülme işlemlerinin sonucu olarak geçirimsiz hacimler ortaya çıkabilmektedir. Yığın üzerindeki her türlü ekipmanın kullanacağı alanlar uzun süreli dizayn edilerek uygun geçici malzeme ile yapılarak yığın yüzeyleri korunabilir. Bu sebeple istifleme yöntemine göre yığın alanının şeklinin dizayn edilmesi uygun olacaktır.

Diktörtgen şeklinde dizayn edilmiş bir yığının kapanışı kademeli olarak yapılabilir. Kapanış çalışmaları ile yığın çalışmaları aynı zamanda devam edebilir. Bu sayede kapanış çalışmalarının madencilik faaliyetleri bittiğinde kapatılacak kısım çok daha az kalacaktır. Bu kapanış sürecinde yağmur suyu sistem içine daha az katılmış olacaktır ve temas suyu miktarı artmamış olacaktır.

### 3.1.5 Yığınlanmış Cevherin Üst Yüzey Dizaynı

Yığınlanmış cevherin üst yüzeyine solüsyon verilmeden önce düzenleme ihtiyacı vardır.

Solüsyon veren boru ve aparatların yerleştirilmesi için traktör gibi iş makinelerinin gezebileceği düzgünlükte olmalıdır. Ve ayrıca bu düzgünlük sayesinde solüsyonun ve yağmur suyunun yüzeyde hareket ederek alçak noktalarda toplanıp göllenmeler oluşturması engellenmiş olur.

Solüsyon verilmeden önce istifleme yönteminden dolayı oluşan sıkışmaları azaltmak için ripperleme veya ekskavator ile kabartma işi yapılmaktadır. Bu işlem esnasında oluşan küçük kanallar geçirgenlik sağlayacak toplam yüzeyde küçük bir azalmaya sebep olacaktır. Oluşan kanalların tepe noktaları çalışmamaktadır. Yağmur suları ve solüsyonun taşıdığı ince tozlar bu kanal içinde toplanması sebebiyle kanal içi geçirgenlik azalmaktadır.

Bu dikkate alınmalıdır. Göllemeler başladığı an itibari ile sıkışmalar ve ince tanelerin bölgesel toplanmaları giderek artacaktır. Bu ince tanelerin hareket edebilmesi için solüsyon tarafından oluşturulan kuvvetin doygun süreçte daha fazla olduğu unutulmamalıdır. Solüsyonun göllenme yapmaması, akıntı ve toplanma oluşmayacak kadar bir yüzey düzenlemesi gereklidir. Bu yüzey düzenlemesi altın kazanım süreçlerinde birkaç kez olabilmektedir.

Aşırı yağmurlarda yüzey yıkaması yapmaması ve şevlerden akmaya sebep olmaması için %1-%5 aralığında genel bir yüzey eğimi olmalıdır.

### **3.2 Yiğın Liçi Yapısal Dizaynı**

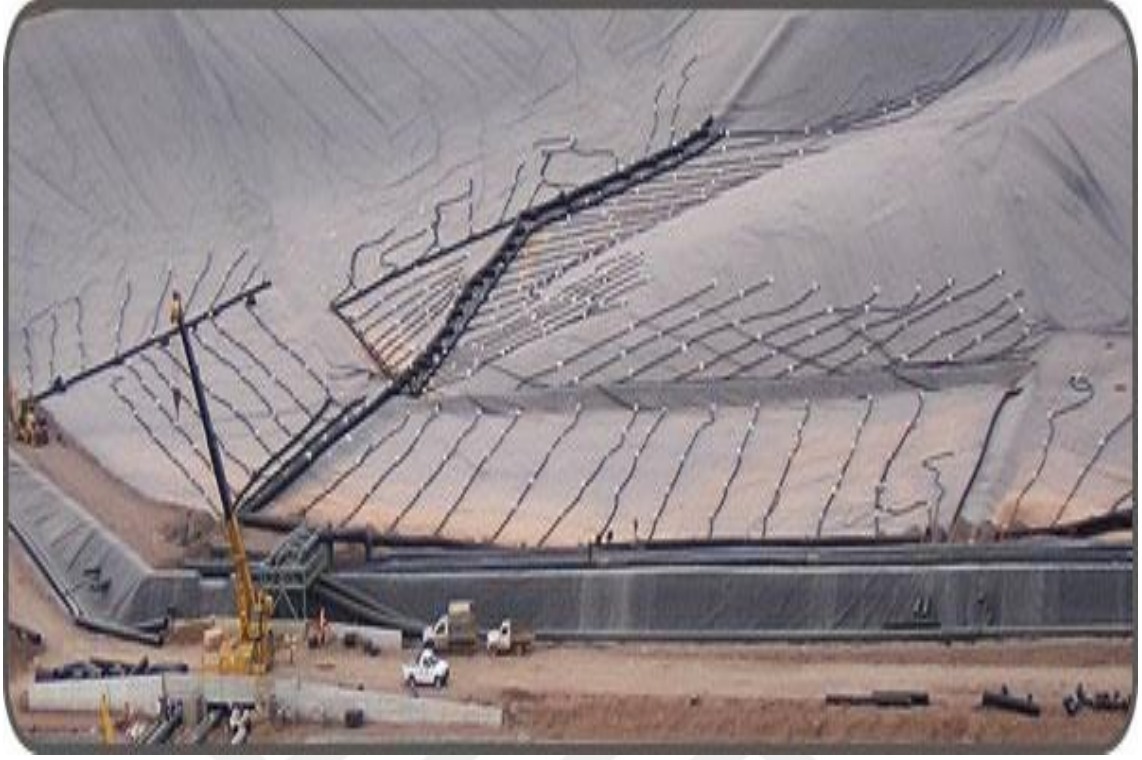
#### **3.2.1 Toplama Boruları Dizaynı**

Yaygın olarak yüksek yoğunlukta polietilen delikli borular kullanılmaktadır. 100-600 mm çap aralığında tercih edilen borular solüsyon miktarına bağlı olarak yerleştirme dizaynı yapılarak geçirimsiz membran üzerine yerleştirilmektedir. Boru çapı liçlenen alana ve liçleme miktarına bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Ana toplama boruları yaygın olarak 450mm, ara toplama boruları 100mm-150mm olarak kullanılmaktadır. Toplama boruları, freatik seviyenin korunması için solüsyonun zeminde toplanıp yiğın geçirgenlik değerinden daha fazla bir miktarın hızlıca dışarı atılmasına olanak sağlar. Bu kesit miktarı yiğın zemin stabilitesi için önemlidir. Bu kesit miktarının toplam değeri kadar bu kesitin tüm zemine homojen olarak dağıtılması da önemlidir. Perfore deliklerinden boru içine giren solüsyon çıkış noktasına yaklaştıkça boru içinde daha fazla hacim kaplayacaktır.

Boru dizaynı, tüm yükü taşıyacak şekilde olmalıdır. Bağlantı noktaları ve borular basınçlı su ile test edilir. Membran üstüne serilen kırılmış geçirgen tabakanın serimi esnasında ve cevherin yiğınlanması esnasında döküm yönüne dikkat edilmelidir. İstifleme açısı sebebiyle membrana ve toplama borularına istenmeyen yükler gelerek gerilmelere ve hareket etmelerine sebep olabilir.

Resim 3.1'de yiğın liçi geçirimsiz tabaka ve toplama boruları inşaatı görülmektedir.



**Resim 3.1** Yıgın liçi toplama boruları

### **3.2.2 Membran Üstü Yüksek Geçirimli Tabaka Dizaynı**

Resim 3.2’de görüldüğü üzere membran üstünde sert, kırılğan olmayan, kimyasallara duyarlı kayaçlardan iri boyutta kırılmış elenmiş malzeme ile dolgu yapılır. Bu malzeme yıgın tabanında oluşabilecek sıvı kotu yükselmelerine karşı (freatik seviye) koruma amaçlı dizayn edilir. Minimum, tüm toplama boru hattını kapatacak yükseklikte olur. İstiflenecek cevherin yük altında geçirgenlik değerlerini belirlenen emniyet katsayısı ile karşılayacak şekilde dizayn edilir. Toplama borularının tıkanması durumunda bile bu tabaka suyu taşıyabilmeli ve suyun kotunu yükseltmemelidir.

Yaygın olarak yük taşıma ve kimyasal duraylılık testleri yapılmış bazalttan genellikle minimum 4-32 mm aralığında kırılıp, elenir ve borular üzerine serilir.

Bu freatik seviyenin tane boyutu dağılımında toplam boşluğun korunması amaçlanmaktadır. Yani; üstüne gelecek cevherin ince taneleri ile bu boşluklar dolmamalıdır. Bu sebeple dizayn edilen yıgın liçi tane boyutu dağılımına göre hesaplama yapmak gerekir.





**Resim 3.2** Yığın liçitoplama freatikseviye dolgusu

### **3.2.3 İstiflenecek Cevherin Basınç Altında Geçirgenlik Limitleri**

Yığınımın toplam yüksekliğinin oluşturacağı basınç altında cevherin istifleme tane boyutu dağılımının geçirgenlik değerleri belirlenir. Bu sayede kırılacak tane boyutu dağılımı da belirlenmiş olur. Burada yöresel maksimum yağış miktarı en önemli kriterdir. Cevher istiflendiğinde bu yağışları doymadan içinden geçirebilmelidir. Yığın stabilitesinin güvenli olması için zamanla oluşacak sıkışma durumunda da geçirgenlik yeterli olmalıdır. Bu sebeple basınç altında geçirgenlik değerleri test edilerek yığın yüksekliği üst limitleri belirlenir.

## **3.3 Yığılanacak Cevherin Fiziksel Özellikleri**

### **3.3.1 Tane Boyutu Dağılımı Dizaynı**

Optimum altın kazanımı için çeşitli boyutlarda kırılan cevher kolon testleri yapılarak altın kazanım değerleri belirlenir. Her bir alterasyon için yapılan testlerle altın kazanımının boyutsal davranışı belirlenmiş olur. Doğal olarak boyut küçüldükçe altın

kazanımı artacaktır. Fakat burada tane iriliğine sınırlama getiren kriterler vardır. Yığın liçi yapılacak coğrafi bölgedeki yağış miktarı, kil oranı ve aglomerasyon yapılıp yapılmayacağı kriterleri hesaplanınca optimum tane boyutu dağılımı dizaynı belirlenir. Bu dizayn, basınç altında geçirgenlik testleri ile sınırlandırılır.

Coğrafi bölgedeki maksimum yağış miktarını karşılayarak yığın stabilitesini bozmayacak limitlerde bir dizayn olmalıdır. Kil sorunu veya daha ince boyutlarda kırarak altın kazanım oranını artırmak amaçlı aglomerasyon uygulaması yapılması da bir seçenektir. Fakat aglomerasyon yaygın olarak kil oranı ile ilgili kullanılmaktadır. Aglomerasyon olması veya olması durumlarında da basınç altında davranışları iyi test edilmelidir.

Tane boyutu dağılımı dizaynında  $d_{80}$  boyutuna odaklanılmaktadır. -1.7mm altındaki oranlar daha fazla dikkate alınmalıdır. Özellikle -75 $\mu$ m cevherin yığın liçinin davranışlarını etkilediğini unutmamak gerekir. Bu boyutun altındaki taneler alt tabakadaki tane boyutu dağılımına bağlı olarak solüsyon ile birlikte hareket ederek çökeler ve daha az geçirimsiz yüzeyler oluşturabilir.

Tüm yığının üst katlardan alt katlara doğru tane boyutu dağılımının eşit olması yine uygulanan bir planlamadır. Fakat en alt kattan en üst kata doğru tane iriliğinin azalan bir değer olması yığının çalışma ömrü boyunca verimli olmasına katkısı olacaktır.

Kırıcı tesis ürün tane boyutu dağılımlarını incelediğimizde şunlara dikkat edilmelidir:

- Alterasyona, patlatma dizaynına ve besleme dizaynına bağlı olarak kırıcı tesis verimi etkilenebilir.
- Son ürün, kümülatif tek kademe elek altı olarak alındığı için tane boyutu dağılımı zamana bağlı olarak çok fazla değişkenlik gösterebilir. Sadece üst tane boyutunda standart sağlanmış olur.
- Besleme miktarının elek verimlerine ve kırıcı verimlerine etkisi vardır. Elek verimi düşük olan bir sistemde ürün daha ince olacaktır. Kırıcıya geri dönen malzeme olması, gerekenden daha ince eleküstü sebebiyle genel kırma devresi daha ince kırmış olacaktır.
- Yığın liçinin homojen olması için eleme operasyonları kırma operasyonlarından çok daha önemlidir. Aynı elek açıklığı kullanılmasına rağmen ince tane boyutu

dağılımlarında farklılıklar oluşmaktadır. Bu sebeple üst tane boyutunu küçülterek elek verimini artırmak yığın liçi homojenliğini artıracaktır.

### 3.3.2 Segregasyon

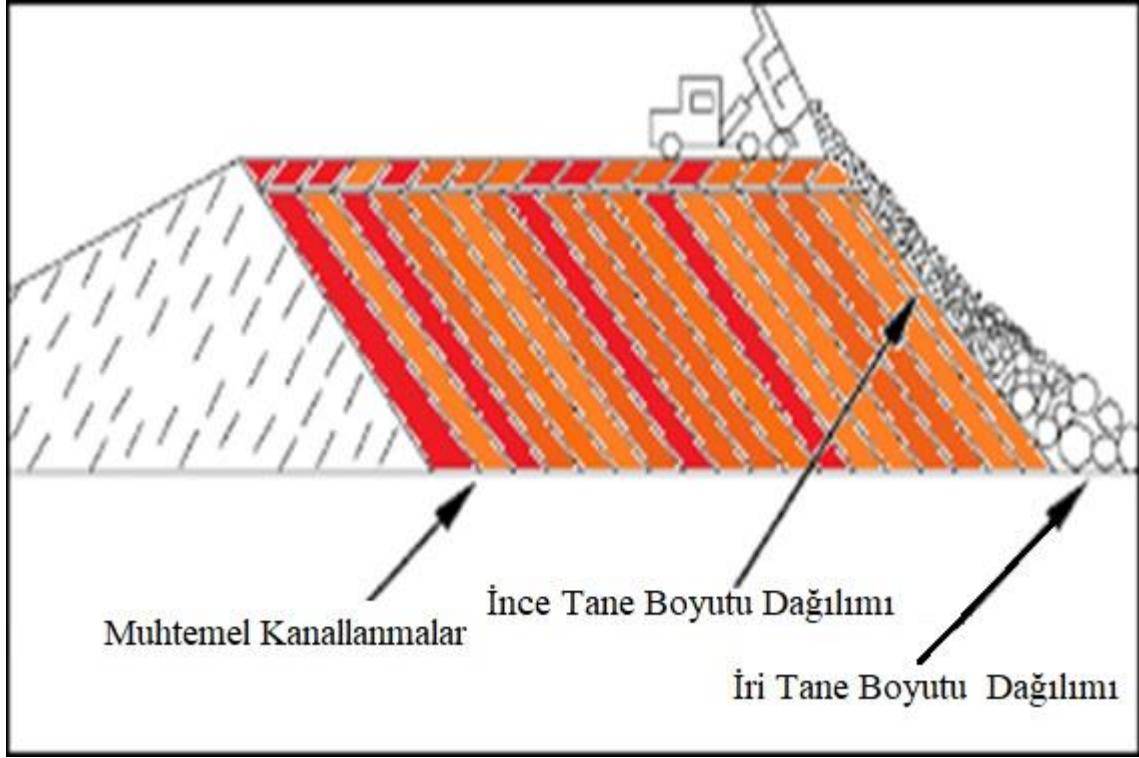
Çeşitli oranlarda tane boyutlarının karışımı olan kırılmış, tek elek altı ürünlerin istiflenmesi esnasında yığının dikey kesitinde tane boyutu dağılımı farklılıklar gösterir (Resim 3.3). Yoğunluk, tane büyüklüğü, tane şekli, nem etkisi ile ağırlıklı olarak daha büyük olanlar istiflemenin alt kısımlarına hareket eder. Bu sebeple dikey kesitte tane boyutu farklı fazlar oluşur.

İstifleme yöntemindeki değişikliklerle, nem farklılıklarıyla, istiflenen cevherin zamansal tane boyutu dağılımı değişiklikleri sebebiyle istifleme sevi paralelinde tane boyutu dağılımı anomalileri de oluşur. Farklı tane boyutu ve neme sahip taneler şev boyunca farklı hareket ederek bir segregasyona ek olarak bir açığı oluştururlar. Bu yüzeye bir sonra gelen istiflemedeki tane boyutu ve nem farklılığı sebebiyle bir önceki taneler ile özdeş taneler farklı davranışlar gösterecekve farklı miktarda hareket edecektir. Segregasyondan kaynaklanan heterojenlik oluşacaktır. Bu durumun ana sebeplerinden biri de ürünün farklı eleklerden (farklı elek verimi ile) tek kat elek altı ürün olarak alınması ve bant boyunca homojen bir dağılım olmamasıdır.



**Resim 3.3** Kamyon ile yığınlamada segregasyon

Segregasyonu engellemek için şunlar yapılabilir. Ürünün çoğunluğu ara elekten alınarak aglomerasyona tabi tutulmuş en ince tane boyutu ile karıştırılarak istiflenebilir, istifleme kat yüksekliğini kademeli doldurarak segregasyon etkisi azaltılarak istiflenebilir. Kamyonla yapılan dökümlerde segregasyonu engellemek çok zordur. Ancak cevheri şev yüzeyine dökmeden geriden dozer ile öteleyerek yapılması ufak bir pozitif etki yaratacaktır. Şekil 3.1’de ve Resim 3.3’de segregasyon oluşu gösterilmiştir.



**Şekil 3.1** Kamyon ile yığnılamada segregasyon prensip şeması

Uygulanan solüsyon miktarı ile geçirgenlik ilişkisi sonucunda solüsyon hareket davranışında değişiklikler oluşur. Yığna uygulanan solüsyon miktarı geçirgenlik değerinin altında ise kapilari etkisi ile solüsyon daha fazla ince tane boyutu dağılımı olan kısımda hareket edecektir. Bunun sonucunda segregasyona uğramış iri kısımlarda altın kazanım oranı azalacaktır. Tam tersi durumda yani; yığna uygulanan solüsyon miktarı geçirgenlik değerine eşit veya daha fazla ise solüsyonun çoğunluğu iri taneli kısımlardan hareket edecektir. Bu hareket zamanla iri ince faz ayrımında bir kanal oluşturacaktır. Daha sonraki solüsyon uygulamalarında bu kanal görev yapacaktır. Bu kanalın altında kalan ince oranı çok olan kısmın altın kazanımı daha az olacaktır.

### 3.3.3. Sıkışma

Yığınlama işlemi esnasında ve sonrasında yığın üzerinde oluşan tüm basınçlar; nem oranına, tane boyutu dağılımına, tane şekli dağılımına ve basınç büyüklüğüne bağlı olarak yığının sıkışmasına sebep olmaktadır.

Bu sıkışmanın etki derinliği; üzerindeki zamansal yük dağılımı, içsel sürtünme, nem, tane şekli dağılımı ve tane boyutu dağılımı gibi parametrelere bağlıdır. Bu parametrelerin etkileri birbirine de bağlıdır. Bu parametreler yığın içinde heterojen olarak dağıldığı için sıkışmalarda yığın içinde heterojen olarak dağılmaktadır. Sıkışma sonucu azalan geçirgenlik sebebiyle altın kazanımı 3 boyutlu yığın içinde heterojen olarak dağılmaktadır.

İlk göze batan yığınlamanın en üstündeki 1-1,5m lik kısımdır. Bu sebeple yaygın olarak bu tabakayı kabartmak için dozer riperi (Resim 3.4) ve ekskavatör kovası kullanılmaktadır. Hali hazırda segregasyon sebebiyle daha ince tane boyutlarında olan bu tabaka solüsyonlama sürecinde tekrar sıkışmaya müsaittir. Burada çok önemli bir konuya da dikkat çekmek gerekir. Yığınlama operasyonları esnasında oluşan tozlar ve ekipmanların yüzeyde çalışırken öğütme etkileri sebebiyle bu üst tabakalar segregasyona ek olarak ince malzeme yönünden zenginleşirler. Bu durumun en önemli nedeni ekipmanların oluşturduğu öğütme ve de bantlardan uçan tozlardır.

Yüzey geçirgenliğini artırmak için Resim 3.4'de görülen ripeler ile kabartma işlemi yapılmaktadır. Bu kabartma işlemi ortalama 1 m civarındadır. Bu derinlikte tane boyutu dağılımı değişmemesi sebebiyle kabartma işlemi ile artan geçirgenlik zamanla tekrar azalmaktadır.

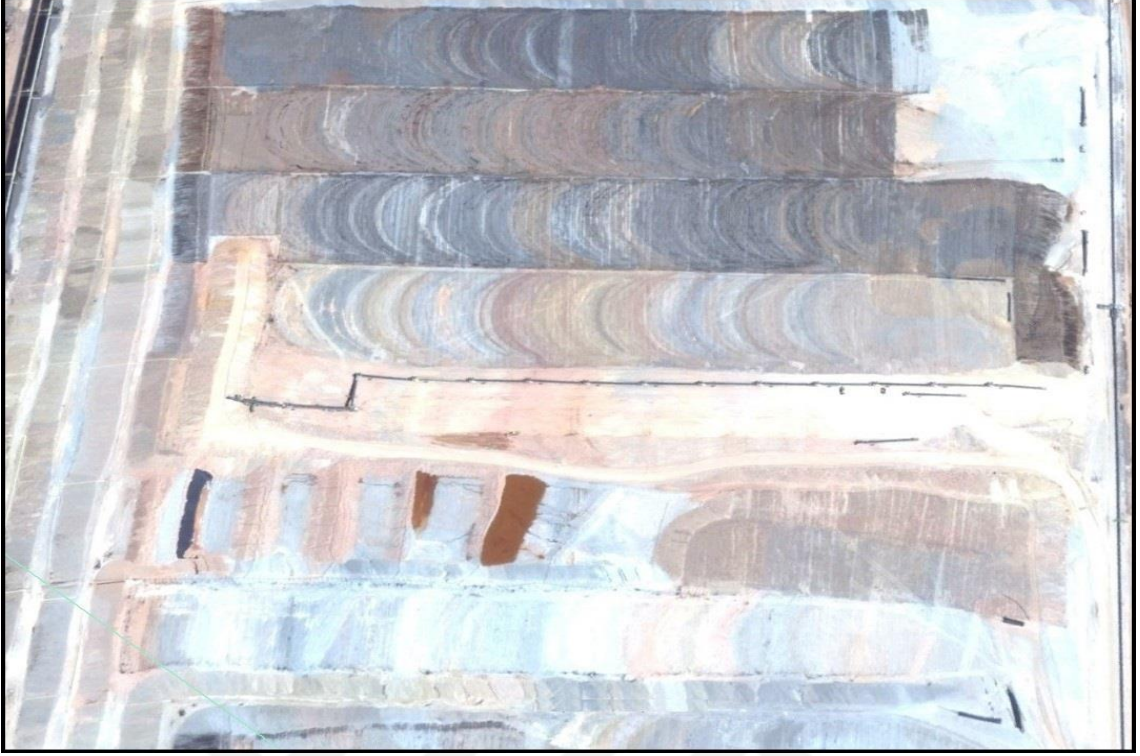


**Resim 3.4** Riperleme ekipmanı

### **3.3.4. İstifleme Homojenliği**

Kırıcı tesis ayarları (kırıcı açıklığı, besleme miktarı, elek verimi), cevher alterasyonu, nem oranı, istifleme yöntemi gibi parametrelerin zamana bağımlı değişimleri yığında heterojen bir dokunun oluşmasına sebep olmaktadır.

Bu heterojen doku farklı geçirgenlik ve sıkışma değerleri oluşturacaktır. Bütün bunlar birleşince altın kazanımının yığın içindeki dağılımı heterojen olacaktır. Resim 3.5’de istifleme heterojenliği görülmektedir.



**Resim 3.5** İstifleme homojenliği

Tüm bu heterojenliği en aza indirmek için dizayn aşamasında cevher yatağındaki değişkenlikler planlanarak yığında istiflenecekleri bölgeler belirlenmelidir. Bu planlamanın sonucunda yüklü solüsyondaki parametrelerin değerlendirilmesi daha kolay olacaktır.

### **3.3.5 Tüvenan Cevher İstiflemesi**

İşlem görmeden patlatma ürünü olarak yığın liğine istiflenen cevher türüdür. Bu tür cevherler istisnalar dışında kamyon ile taşınıp istiflenmektedir.

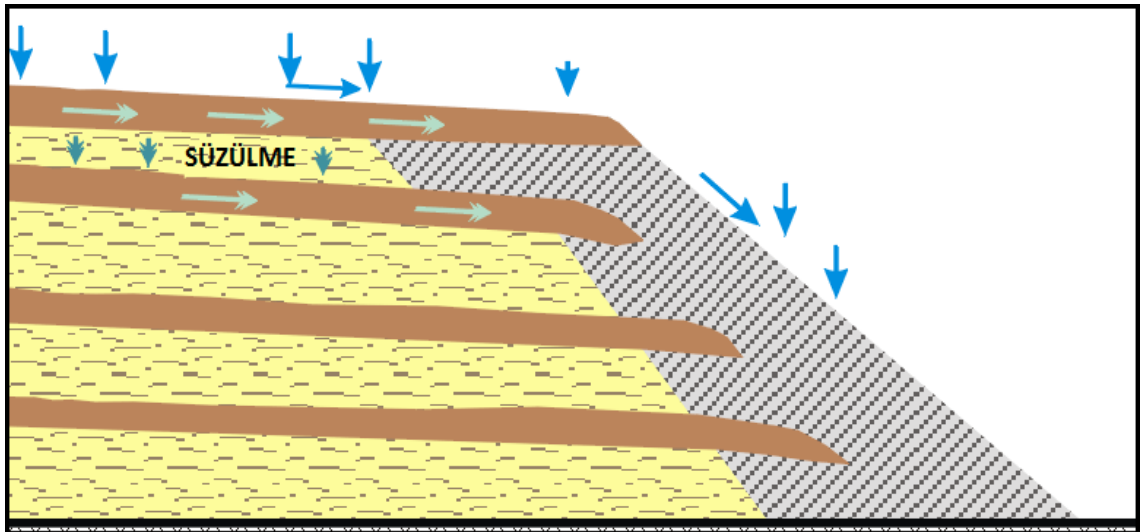
Kırıcı tesise beslenen ortalama tenörün değerini artırmak ve altın kazanımına bağlı olarak daha düşük tenörlü cevherler patlatma ürünü olarak yığın liğine istiflenebilir. Yaygın olarak oksitli alterasyonlarda kullanılan bir madencilik yöntemidir.

Segregasyonun en çok olduğu yöntemdir. Kireç gibi katılan kimyasalların karışım homojenliğinin en az olduğu durumlar bu istifleme de oluşur. Kamyonlarla nakliye esnasında titreşime bağlı olarak ince taneler kamyon kasası tabanına çökmeye ve boşluklarda gruplaşmaya başlar. Döküm esnasında kamyonu en yakın noktaya ince

boyuttaki cevherlerin çoğunluğu dökülür. Segregasyona ek olarak bu ince kısım istifin en üst bölgelerinde kalır. Ve ayrıca kamyonların kullandığı güzergahı ve manevra alanlarında lastiklerin öğütme işlevi görmesi sebebiyle en üst tabaka tane boyutu olarak inceler. Bütün bu etkenlerin bileşkesi olarak geçirgenliği az olan bir üst tabaka meydana gelir. Bu üst tabakanın kabartılması çok önemlidir.

Solüsyon başlangıç miktarı ayarlaması da dikkat edilecek hususlardandır. Solüsyonlama üst tabakanın geçirgenlik değerinin bir miktar altında başlatılarak daha iri tane boyutlu alt tabakalara homojen dağılımlı bir solüsyon gitmesi sağlanmalıdır. Bu sayede aşağı doğru giden ince tanelerin dengeli dağılımı sağlanır. Yani ince tanelerin bölgesel toplanmalarına olanak vermeden geçirgenlik dağılımını mümkün olduğunca homojen tutmak gereklidir. Göllemeye sebep olacak oranda başlatılan solüsyonlama uygulanırsa geçirgenliği iyi olan noktalardan aşağıya daha çok hareket eden ince taneler zaten var olan kanallanma eğilimlerini artırır. Bu kanallanmaların altında kalan malzemeden altın kazanımı da çok az gerçekleşmektedir.

Katlar arası oluşabilecek daha az geçirimli tabakaları Şekil 3.2’de görülmektedir. Her katın istiflenmesi sırasında segregasyon etkisi ile her katın üst kısımları daha ince tanelerden oluşmaktadır. Katlar arasında oluşan bu geçirimsizliği daha az olan bu katmanlar sebebiyle solüsyonun önemli bir kısmı yatayda hareket ederek heterojen bir liçlemeye sebep olmaktadır.



Şekil 3.2 Yığın katlar arası davranış prensip şeması



### 3.3.6 Eklenen Kimyasallar

Aglomerasyon için kireç veya çimento, pH ayarlaması için kireç yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu katkıların homojen olarak katılmaları ve miktarları gibi etkilerinin dışında yan etkileri altın kazanımında hesaba katılması gereken bir durumdur.

Özellikle pH yükseltici olarak kullanılan kirecin homojen olarak katılması çok önemlidir. Yığın içinde pH'ın homojen olarak dengelenememesi siyanür kaybını artıracak ve dolayısıyla altın kazanımını azaltacaktır.

Gereğinden daha yoğun olduğu bölgelerde geçirimsizliği azaltacak dokular oluşturarak kanallanmalara sebep olacaktır.

Kalsiyumun (Ca) sülfat ( $SO_4$ ) bağı ile oluşturacağı jips miktarı da özellikle solüsyon damlatma boruları çevresinde sorun yaratarak yüzeysel solüsyon dağılımını bozacaktır. Resim 3.6'da örneği görülmekte olan alanlar geçirimsizliği azaltacağı için solüsyonun göllenmesine ve/veya yüzeyde hareket etmesine sebep olacaktır.



**Resim 3.6** İstifleme Homojenliği

### 3.4 Cevher Yığınlama Operasyonları

#### 3.4.1 Radyal Konveyör ile Yığınlama

En yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Teleskobik konveyörün kuyruk merkezli 180° dönerek ve geriye hareket ederek döküm yaptığı bir yöntemdir. Yaygın olarak 10m kalınlığında katlar halinde döküm için kullanılır. Pistonlar ve teleskopik özellik sayesinde yükseklik ayarı yapılabilir. Yaygın olarak kullanılanları 10m yükseklik için 180m açılı hareketi sebebiyle taradığı genişlik 60m ile 120m arasındadır (Resim 3.7).



**Resim 3.7** Radyal konveyör istiflemesi

İstifleme en üst kottan sabit olarak yapılarak devam ederse zamana bağlı istifleme tane boyutu dağılımına bağlı olarak farklı segregasyonlar oluşur. Bunu engellemek için teleskobik özelliğinden faydalanılarak birkaç kademede doldurmak toplam segregasyonu azaltır. Resim 3.7’de radyal istifleme yöntemi ile döküm görülmektedir. Bu yöntemde üst yüzey kot ayarlaması daha kolay yapılabilmektedir.

### 3.4.2 İlerlemeli-Düzeltilme İstiflemesi

İlerlemeli-Düzeltilme istiflemesi çok yaygın olarak bilinen bir yöntemdir. Yığının üstünden dökülerek ayağınızın altına doldurularak ilerlenilen istifleme yöntemidir. Kamyonla veya konveyör bant ile yapılabilir. Dezavantajı ise üzerinde çalışma yapıldığı için bölgesel sıkışmalar daha fazla olur. Kamyonla dökümde segregasyona engel olmak zor olsa da konveyör ile yapılan dökümlerde segregasyon azaltılacak şekilde kademeli döküm yapılabilir. Resim 3.8’de konveyör ile ilerlemeli düzeltme istiflemesi görülmektedir. Bu istifleme yönteminde sıkışma daha fazla olmaktadır ve bu döküm yönteminde birçok koni şekli oluşacağı için döküm hacmi içinde kanallanmalara çok müsait olacaktır (Resim 3.8).



**Resim 3.8** İlerlemeli-düzenleme konveyör istiflemesi

### 3.5 Yığın LiçProsesi Operasyonları

#### 3.5.1 Liç Solüsyonunun Uygulanma Şekli

Solüsyon yığın üzerinden yağmurlama veya damlama şeklinde uygulanabilir.

Yağmurlama yönteminde solüsyonun yüzeye dağılımı yüzey özelliklerine bağlı kalmasa da homojenlik sağlamak zor olmaktadır. Bu yöntemin buharlaşma etkisinin

fazlalığı, daha fazla pompa gücü ihtiyacı, kontrol ve bakım masraflarının fazlalığı daha az tercih edilmesine sebep olmaktadır. Özellikle patlatma ürünü olarak veya kaba kırma şeklinde istiflenen cevherlerde uygulanmaktadır. (Resim 3.9)

Resim 3.10'dan görüldüğü üzere damlama şeklinde yapılan uygulamalarda 10-20 mm çap aralığında delikli borular kullanılmaktadır. Delik aralıkları ve genişlikleri ile iki boru hattı arasındaki mesafe ile pompa debisi hesaplanarak istenilen akış miktarına göre borular kullanılmaktadır. Deliklerin iç çeperlerinde delikleri tıkanmalara karşı korumak için ve sabit debide akış sağlamak için filtre görevi gören ve akış ile kendini temizleyebilen parçacıklar vardır. Ama buna rağmen kaçak karbonlar, kireç ile oluşan jips yapısıyla ve solüsyondaki şlam etkisi ile tıkanmalar olabilmektedir. Bu durumlarda hat sonundan bağlanan borunun periyodik olarak deşarji yapılarak bu taneler dışarı atılmış olur. Bu esnada filtreler kendini temizler. Damlatma şeklindeki uygulamada boru hatları 20-40cm gömülerek veya yüzeyden yerleştirilerek uygulanabilmektedir. Gömülerek yapılan uygulamalar göllenme, buharlaşma ve donmalara karşı avantajlıdır. Yüzeyden yapılan uygulamaların en büyük avantajı ise tıkanmalar daha hızlı algılanabilir ve müdahale edilebilir olmasıdır.

Boruların yüzeyde yerleştirilmesinde deliklerin homojen olarak yüzeye dağıtılması önemlidir. Boruların yerleştirilmesi esnasında yüzeydeki fazla eğim değişimlerinin etkisiyle solüsyon damlaları boru yüzeyinde hareket ederek belli noktalarda göllenmelere sebep olabilir. Yığın yüzeyinin cam kadar düzgün yapılamayacağı aşıkardır. Bu sebeple belli aralıklarla yüzüklü veya çizikli imal edilmiş borular kullanılabilir. Bu noktalarda damlalar ilerleyemez ve gruplaşamaz.

Şev ıslatmalarında bu çizikli veya yüzüklü boruların kullanılması daha önemlidir. Bunlara ek olarak şevlerde daha düşük basınç ve ıslatma miktarına uygun boru tipleri kullanılır.

Şekil 3.9'da yağmurlama sisteminin uygulaması görülmektedir. Bu yöntemin proses başladıktan sonra ayar ve bakımı daha kolaydır. Bu sistem elemanları tekrar kullanılabilir. Fakat en büyük dezavantajı buharlaşma miktarının çok olmasıdır. Şekil 3.10'da damlama boruları ile liçleme sistemi görülmektedir. Bu sistemde buharlaşma miktarı azdır. Bu sistemde damlama borularının, havuzlardan gelecek solüsyondaki katı maddeler ve kireçlenme ile tıkanması sonucu homojen liçleme verimleri düşecektir. Tekrar

kullanılmamaktadırlar. Bakımları çok zordur. Bu damlatma boruları bitiş noktalarından bir hatta bağlanarak belli aralıklarla boşaltılırsa içindeki katı maddeler dışarı atılabilir fakat kireçlenmesi tamamen önlenememektedir.



**Resim 3.9** Yağmurlama tipi liç yöntemi



**Resim 3.10** Gömülmüş damlatma tipi liç yöntemi

### 3.5.2 Liç İşlemi Solüsyon Miktarı ve Denetlemeleri

Islatma oranları cevherin testlerden çıkan geçirgenlik değeri ve o bölgenin maksimum yağış değeri ile belirlense de uygulamada bu değer sadece üst değer olarak kullanılır. Yağışlı havaların etkisinin eleme verimini düşürerek ürünün tane boyutunun küçülmesiyle, kırıcı tesis ayarlarının patlatma dizaynı ve alterasyona uyumsuzluğuyla, kırıcıların ve eleklerin besleme düzensizlikleri, sıkışma etkisiyle, segregasyon etkisiyle, yüzeyde biriken toz, karbon, kireç, jips, vb etkilerle, yüzey geçirgenliğinde azalmalar olabilir ve kabartma çalışmaları yetersiz kalabilir. Bu gibi durumlar azalarak veya artarak sürekli oluşmaktadır. İlk uygulanan solüsyon miktarı göllenmeye sebep olmayacak oranlarda olmalıdır. Solüsyonun ince taneleri taşıyıp toplayıcı etkisi en aza indirgenmelidir. Solüsyon miktarı kademeli olarak artırılarak uygun değere ulaştırılmalıdır. Lokal sorun olan yerlerde ıslatma boru hatlarının döşenme düzenleri değiştirilerek ayarlamalar yapılmalıdır. Yığın içinde amaç doygun olmayan ıslatmadır. Doygunluğa ulaşan her hacim yığın içinde belli noktalarda kanallanmalar yapmış demektir.

Göllenmelerin bir sebebi de ripper izleridir. Her türlü çukurluk kanallanmaya müsait bir alandır. Bu alanlarda göllenmeyi hızlandıran etkiler en aza indirgenmelidir. İnce taneler ve solüsyon uygulama ayarlama hataları göllenmeyi hızlandırır.

Resim 3.11'de yüzeyden döşenen damlatma boruları ile yüzey nemliliği ve kuruluşu gözlenerek damlatma sisteminin verimi kontrol edilebilir. Resim 3.12 de görülmekte olan yağmurlama sisteminde arızalı veya tıkanmış yağmurlama aparatları kolaylıkla algılanabilmektedir.



**Resim 3.11** Yüzeyden damlatma liç yöntemi



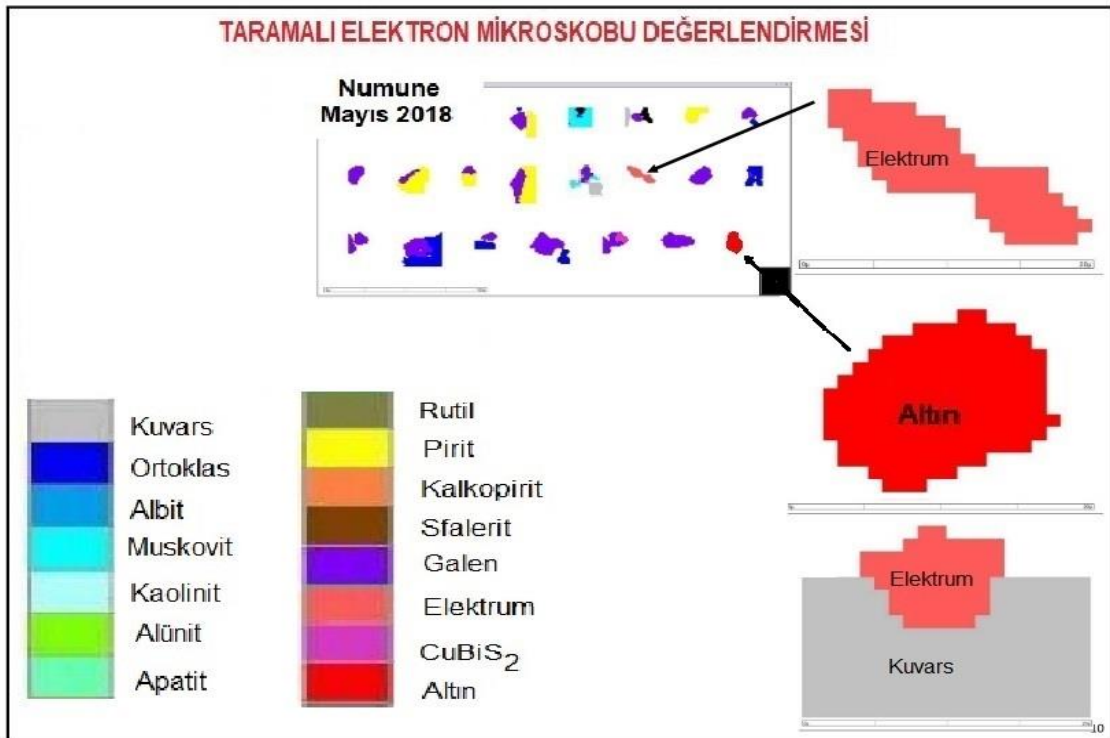
**Resim 3.12** Yağmurlama liç yöntemi

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 4.1 Malzeme

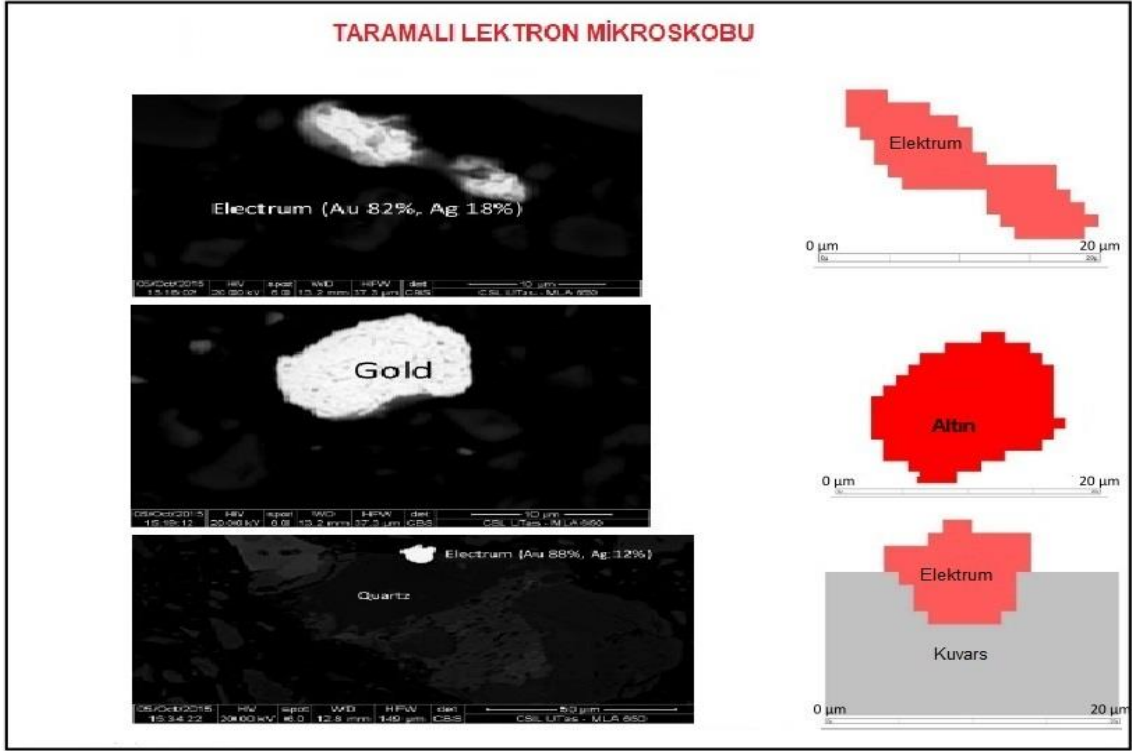
Bu çalışmada Uşak Yöresi sülfürlü altın cevherlerinden yığın liçi yöntemi ile altın kazanımını etkileyen parametrelerin değerlendirilmesi için kolon testleri ve şişe çevirme testleri yapılmıştır. Mineralojik araştırmalar için Hitachi MDL H700 taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır. X-Işını difraktometresi testleri ve jeokimyasal içerik testleri Belçika GeMMe laboratuvarında S8 Tiger XRF cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Şekil 4.1 ve 4.2'den görüldüğü üzere çalışılan sülfürlü altın cevherinde altın, serbest elektrüm halinde (%82 Au+%18Ag, %88 Au+%12Ag) ve elektrümün kuvars tanelerine bağlı olduğu halde bulunmaktadır. Serbest altın ve elektrüm tanelerinin maksimum tane boyutu 20 µm'dir. Şekil 4.3'de verilen nicel XRD sonuçlarından cevherde yer alan ana minerallerin kuvars (SiO<sub>2</sub>), ortoklas (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), albit (NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) ve turmalin olduğu görülmektedir.

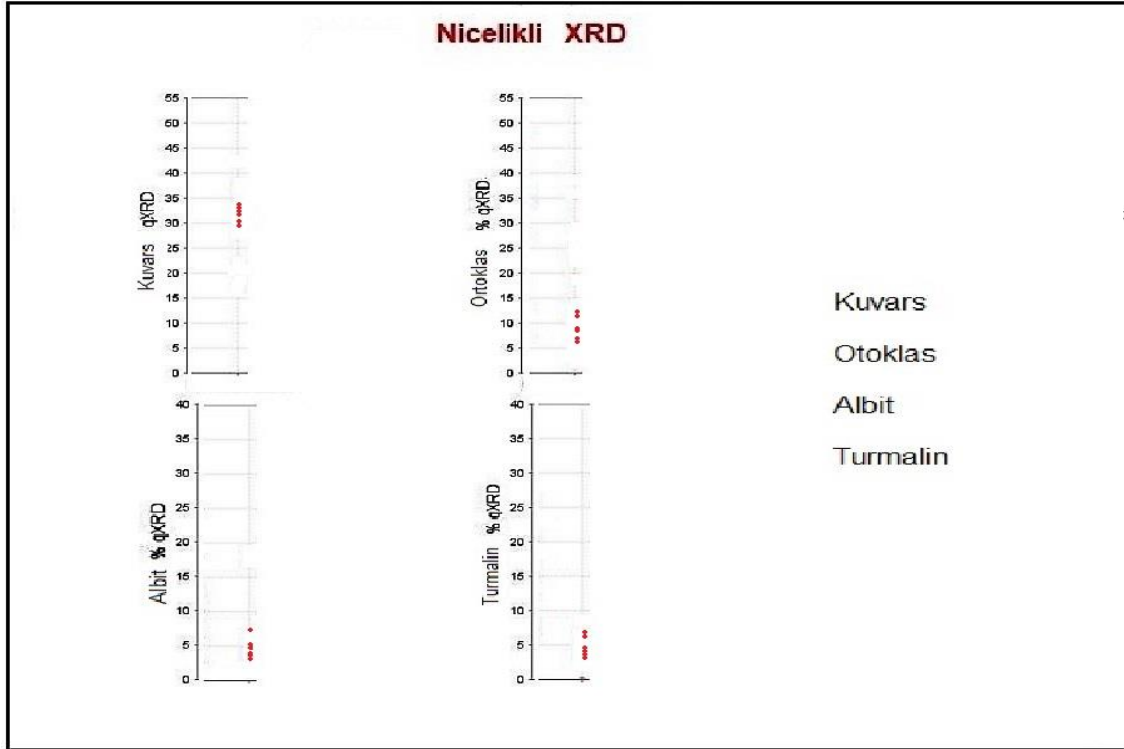


**Şekil4.1** Taramalı elektron mikroskobu mineralojik tane dağılımı





Şekil4.2 Taramalı elektron mikroskobunda altın tanelerinin görüntüleri



Şekil4.3 Nicel XRD sonuçları

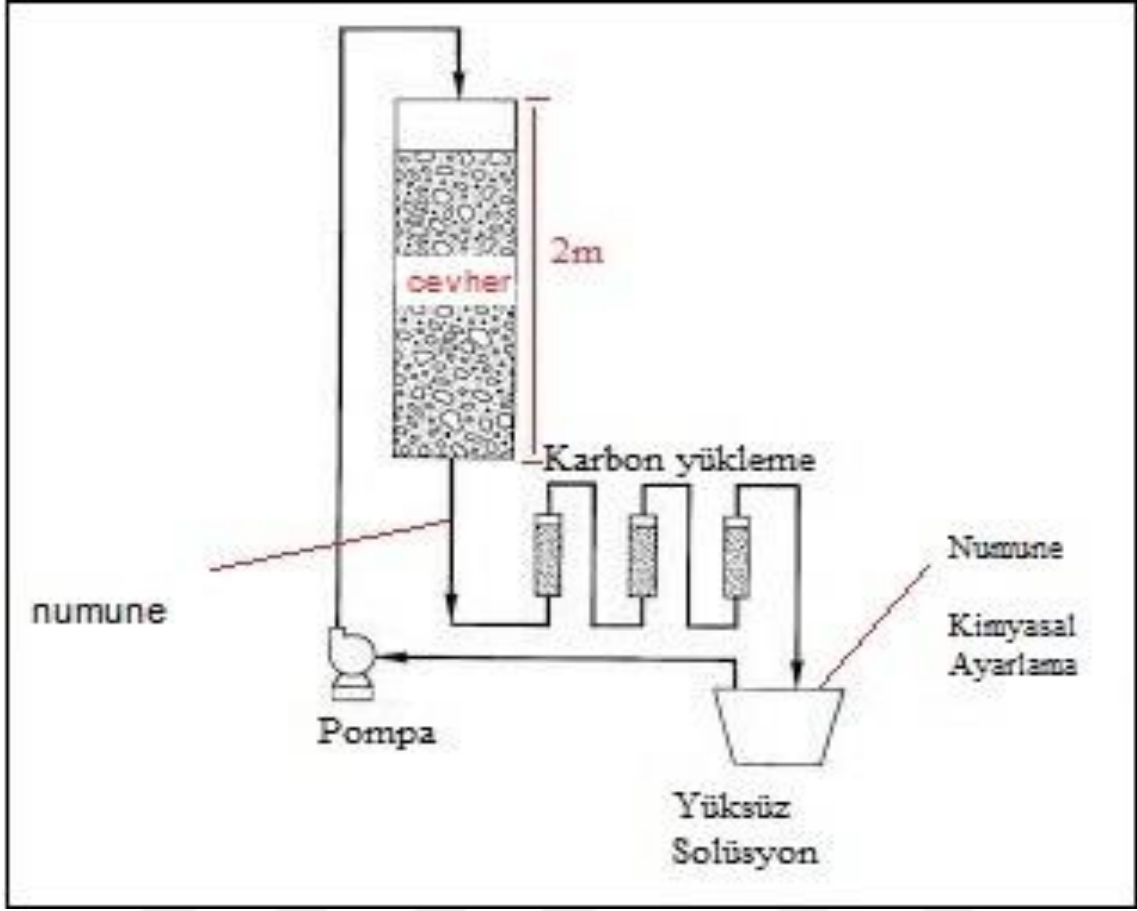
**Çizelge 4.1** Numunenin kimyasal analiz değerleri

<b>İçerik</b>	<b>Miktar</b>
<b>SiO<sub>2</sub>, (%)</b>	63,2
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (%)</b>	18,7
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (%)</b>	5,1
<b>MgO, (%)</b>	0,8
<b>CaO, (%)</b>	0,3
<b>Cu, (gr/ton)</b>	2,324
<b>TiO<sub>2</sub>, (%)</b>	0,6
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, (%)</b>	0,1
<b>MnO, (%)</b>	0
<b>Au, (gr/ton)</b>	1,021
<b>Ag, (gr/ton)</b>	1,924
<b>S, (gr/ton)</b>	1,9

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere numunemiz kuvars (SiO<sub>2</sub>), ortoklas (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), ve albit (NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) içeriğine bağlı olarak %63,2 SiO<sub>2</sub> ve %18,7 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içermektedir. Kalkopirit, turmalin ve pirit içeriğine bağlı %5,1 oranında Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içermektedir. Numunemiz 1,021 gr/ton Au, 1,924 gr/ton Ag, 1,9 gr/ton S içerirken, kalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>) ve emplektit (CuBiS<sub>2</sub>) mineralleri içeriğinden ötürü 2,324 gr/ton Cu ihtiva etmektedir.

## **4.2 Yöntem**

Kolon testlerinde CN miktarı, pH etkisi, oksijen etkisi, tane boyutu etkisi ve dinlendirme etkisi test edilmiştir. Aynı zamanda kolon testlerinin değerlendirilmesi için şişe çevirme testleri de yapılarak kolon testlerinin altın kazanım üst limitleri belirlenmiştir. Kolon testi düzeneği prensip şeması Şekil 4.4’de, deneylerde kullanılan kolon testi düzeneği ise Resim 4.1’de görülmektedir. Resim 4.2’de aktif karbon düzeneği verilmiştir. Kolonda çözünmüş altın karbon üzerine yüklenmektedir. Resim 4.3’de solüsyonun pH’ı ve oksijen miktarını ölçmek için kullanılan cihaz, Resim 4.4’de solüsyondaki siyanür miktarını titrasyon yöntemi ile hesaplamak için kullanılan AgNO<sub>3</sub> damlalığı görülmektedir.



**Şekil 4.4** Kolon testi düzeneği prensip şeması

Resim 4.1’de verilen şeffaf kolonlar 6 inç çapında, 2m yüksekliğindedir. CN miktarı, pH, oksijen, tane boyutu ve en sonunda dinlendirme parametreleri test edilerek optimum değerler belirlenmiştir. Denenen parametreler ve değerleri aşağıda Çizelge 4.2’de görülmektedir. Testlerde yaygın olarak kullanılan 60 gün değerlendirmesinin bir üst aşaması olan 90 gün boyunca ölçümler gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 4.2** Testlerde denenen parametre değerleri

Yüksüz solüsyondaki NaCN miktarı, (ppm)	300	450	550
Kireç miktarı, (kg/ton)	8	6	4
d80 taneboyutu, (mm)	9,1	6,9	5,1
O <sub>2</sub> ppm (mg/lt)	12	10	8
Dinlendirme (gün)	10		

Yığın liçinde geçirgenliğe bağlı olarak kullanılmakta olan 5-10 l/m<sup>2</sup>/saakış değeri baz alınarak tane boyutuda gözönüne alınarak ortalama 6 l/m<sup>2</sup>/saakış değeri ile çalışılmıştır. Bu değerden daha az akış miktarındakapilarite etkisi gravite etkisine baskın çıkarak ince tanelerin birim zamanda daha fazla ıslanmasına ve yığın içinde kanallanma etkisinin daha fazla oluşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca düşük akış miktarlarında çalışıldığında liç işleminin ilk dönemlerinde pH'nın etkisi daha baskın olmaktadır.

Yaklaşık -250 mm tane boyutunda 1 ton numune alınmıştır. Bu numune laboratuvar tipi çeneli kırıcıda kırılarak tamamı 12.5 mm altına indirilmiştir. Elemeler Gilson TS-1 titreşimli laboratuvar tipi eleklerle yapılmıştır.

Kullanılan 2 m yüksekliğinde ve 6 inç çapındaki standart kolonlar d<sub>80</sub>=5-10mm tane boyutundaki cevher numunesinden ortalama 40 kg almaktadır. Döner numune ayırıcıda 12 ayrı kaba ayrılarak ve çapraz birleştirmelerle bölünmüş olan numunelerimiz kolona yüklemeye önce etüv yardımıyla nem analizleri yapılarak optimum nem değeri olarak seçilen %8 değerine getirilerek yükleme yapılmıştır. Her yükleme öncesi test edilecek parametreye göre kireç ayarlaması, tane boyutu ayarlaması yapılmıştır. Kireç olarak %89-91 CaO tenörlü sönmemiş kireç kullanılmıştır. Kimyasal kirliliği önlemek için kolonlar yüklemeye önce temiz su ile yıkanarak kurutulmuştur. Karışım tamamlandıktan sonra kolon yüklenmiştir. Her parametre 3 farklı değerde aynı anda başlatılmıştır. Yükleme esnasında segregasyonu engellemek için 8cm çapında bir boru ile bu boru kolon içinde dairesel hareket ettirilerek döküm yapılmıştır.

6 l/m<sup>2</sup>/sa değerini yakalamak için kolon liç işlemiyüzey alanı hesaplanarak günlük solüsyon miktarı belirlenmiştir. Temiz su ile hazırlanan yüksüz solüsyon ile liç işlemi başlatılmıştır. Buharlaşma ve alınan numune ile eksilen çözelti miktarı birkaçgünde bir hazırlanan yeni solüsyondan ekleme yapılarak ayarlanmıştır. İlk günlerde cevher tane yüzey gerilimine bağlı olarak cevher taneleri solüsyonun bir kısmını yüzeyinde tuttuğundan yüksüz solüsyon miktarına ilk günlerde ekleme yapılması gerekmiştir. Kolonlardan alınan yüklü solüsyon aktif karbon dolu bir kaptan geçirilmiştir. Günlük olarak yüklü solüsyon ve aktif karbon sonrası yüksüz solüsyondan alınan 100 ml numune ile pH, CN, O, Au, Ag, Cu değerleri ölçülmüştür. Bu ölçümlerde pH ve oksijen Resim 4.4'de gösterilen ölçüm aleti ile ölçülürken, siyanür AgNO<sub>3</sub> ile titrasyon edilerek ve Au, Ag ve Cu ise AAS (atomik absorpsiyon spektroskopisi) cihazı ile ölçülmüştür. Yüksüz solüsyonda pH ayarlaması için

Ca(OH)<sub>2</sub> (sönmüş kireç) kullanılmıştır. Eksilen CN miktarı Şekil 4.4'de verilen yüksüz solüsyon kovaşına eklenmiştir. Yüksüz solüsyondaki Au değeri 0,02 ppm değerinin üzerine çıktığında aktif karbon yenisiyle değiştirilmiştir. Çalışmaların gerçekleştirildiği oda sıcaklığı 15-25 C° aralığında tutularak sıcaklığın etkisi azaltılmıştır.

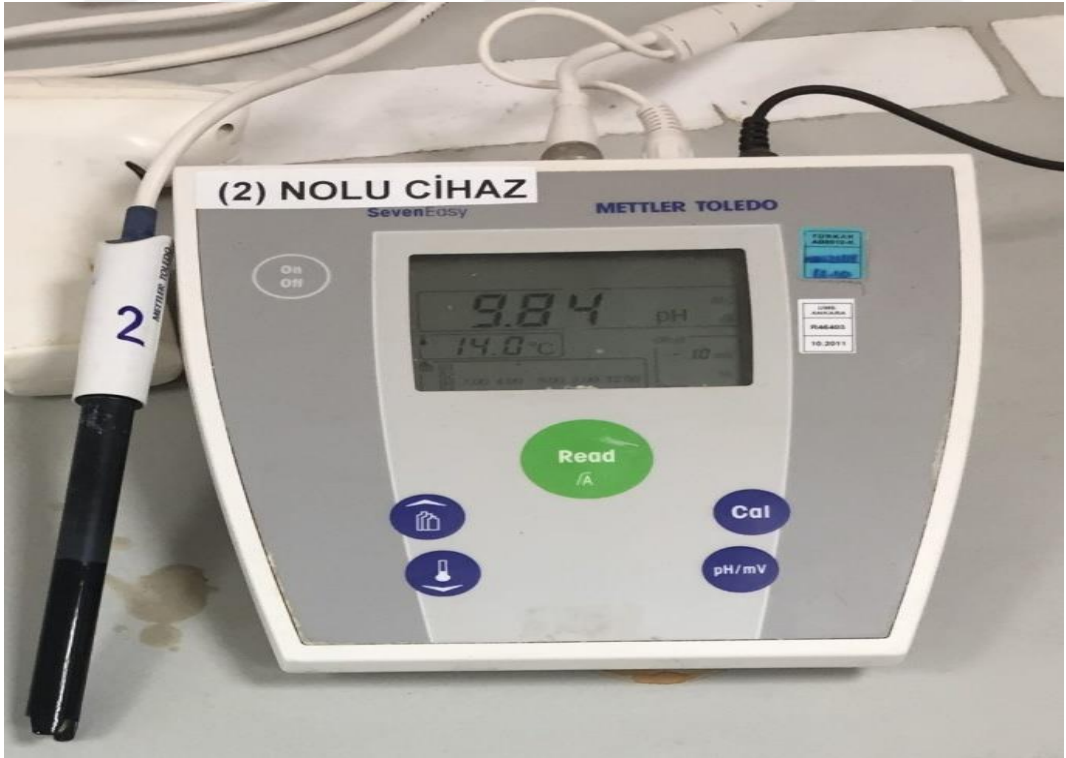
Günlük okunan değerler ile oluşan grafikler baz alınarak belirlenen optimum parametre değeri sabitlenerek bir sonraki parametre değerlerinin testlerine başlanmıştır.



**Resim 4.1** Kolon testi düzeneği



**Resim 4.2** Çözünmüş altının aktif karbon üzerine yüklenmesi



**Resim 4.3** pH metreve oksijen metre



**Resim 4.4** CN ölçümlerinde kullanılan  $\text{AgNO}_3$  titrasyonu düzeneği

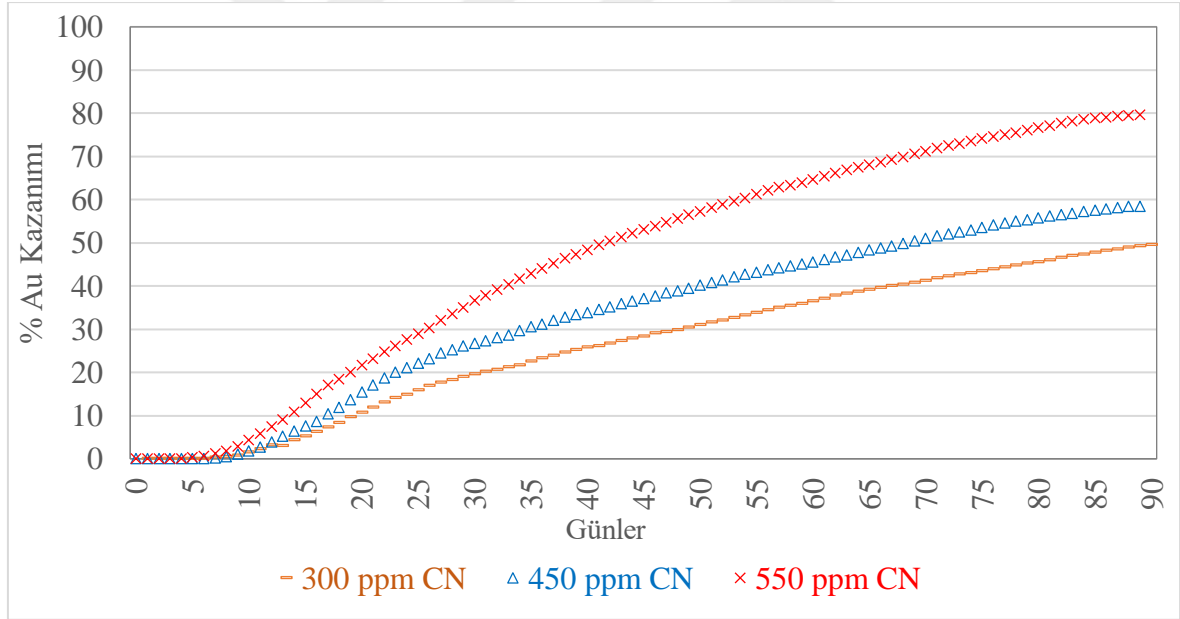
### **4.3 Kolon Test Sonuçları**

#### **4.3.1 Siyanür Miktarının Altın Kazanımına Etkisi**

Test parametreleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Yüklü solüsyon altın kazanımı değerleri Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 CN miktarı etkisi test parametreleri

Kolondaki Numune Ağırlığı, (kg)	43,2	40,1	41,8
<b>Yüksüz Solüsyondaki NaCN miktarı, (ppm)</b>	<b>300</b>	<b>450</b>	<b>550</b>
Kireç miktarı, (kg/ton)	8	8	8
Yükleme nemi, (%)	7,32	7,94	8,12
Cevher Au Tenörü, (gr/ton)	1,02	1,02	1,02
Kolondaki Au Miktarı, (mg)	44,1	40,9	42,6
Kolon çapı (cm)	15	15	15
Liçleme miktarılt/m <sup>2</sup> /sa	6	6	6
d80 tane boyutu, (mm)	6,62	6,47	6,55
Solüsyon miktarı, (lt/m <sup>2</sup> /sa)	105,975	105,975	105,975
Günlük liç lem miktarı, (ml/gün)	2543,4	2543,4	2543,4
Oksijen miktarı, (ppm)	Doğal		

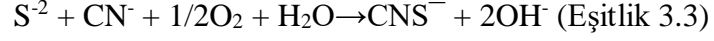


Şekil 4.5 CN miktarının altın kazanımına etkisi

Şekil 4.5’den görüldüğü üzere 90 gün sonunda altın kazanım oranları 300ppm, 450ppm ve 550ppm CN miktarları için sırasıyla %49,5, %58,5 ve %79,6 olarak gerçekleşmiştir. Beklendiği üzere siyanür miktarı arttıkça altın kazanım oranı da artmıştır. Cevher içerisinde bulunan Ag, pirit ( $\text{FeS}_2$ ), kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), sfalerit ( $\text{ZnS}$ ), galen ( $\text{PbS}$ ) gibi mineraller de siyanür ile metal-siyanür kompleksleri oluşturmakta ve siyanür tüketimini yükseltmektedir [32]. Çizelge 4.1’de verildiği üzere cevherimizde %1,9 S



bulunmaktadır. Eşitlik 3.3’de görüldüğü üzere sülfür minerallerinden sülfür iyonu, CN ve oksijen ile tepkimeye girerek tiyosiyanat (CNS<sup>-</sup>) oluşturmaktadır [31]. Sonuç olarak 550ppm CN kullanılmasına karar verilerek bir sonraki parametrenin testine başlanmıştır.

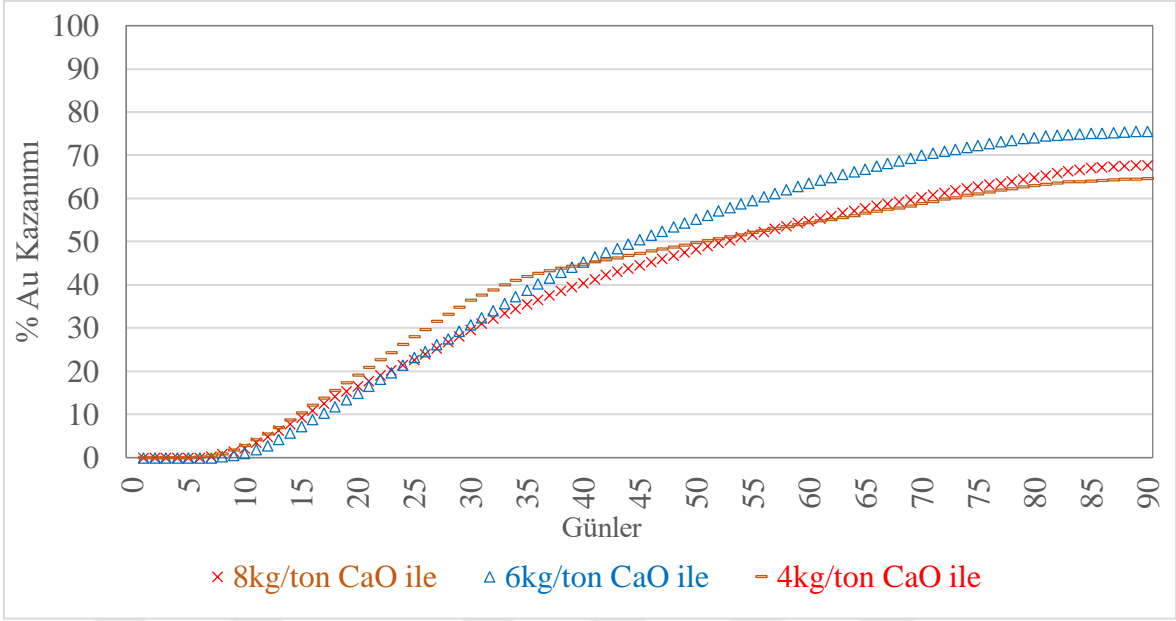


#### 4.3.2 pH’nın Altın Kazanımına Etkisi

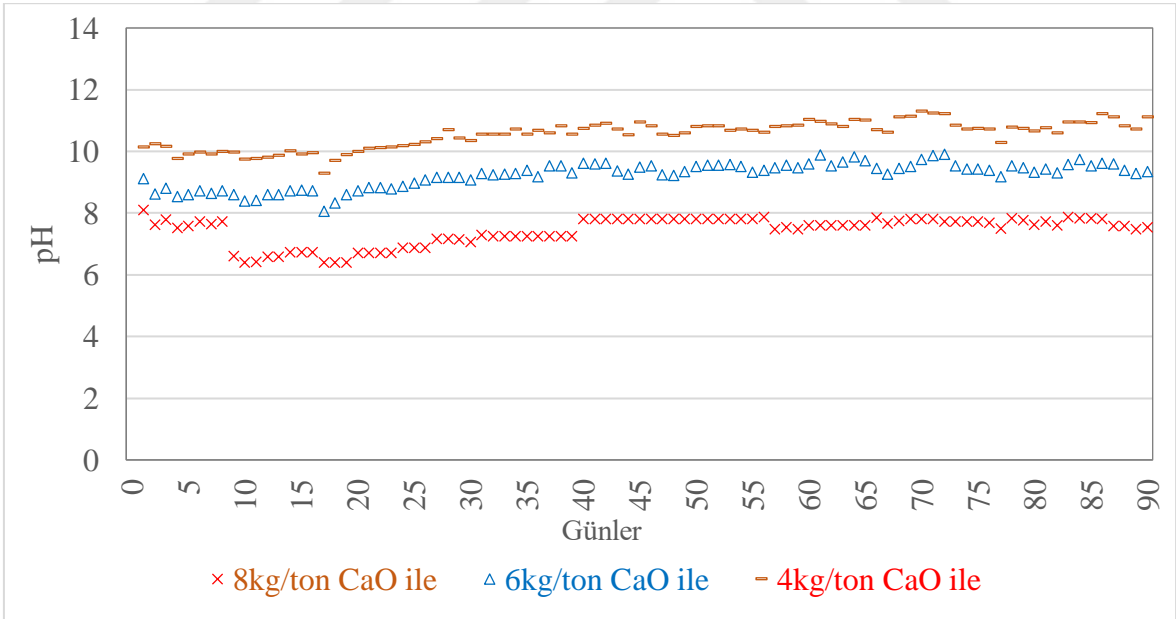
Test parametreleri Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Yüklü solüsyon pH değişimi sonuçları Şekil 4.5’de gösterilirken, altın kazanımı değerleri Şekil 4.4’de verilmiştir.

**Çizelge 4.4** pH etkisi test parametreleri

Kolondaki Numune Ağırlığı, (kg)	41,2	41,8	40,9
Yüksüz Solüsyondaki NaCN miktarı, (ppm)	550	550	550
<b>Kireç miktarı, (kg/ton)</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
Yükleme nemi, (%)	7,81	7,68	7,56
Cevher Au Tenörü, (gr/ton)	1,02	1,02	1,02
Kolondaki Au Miktarı, (mg)	42,024	42,636	41,718
Kolon çapı, (cm)	15	15	15
Liçleme miktarı, (lt/m <sup>2</sup> /sa)	6	6	6
d <sub>80</sub> tane boyutu, (mm)	6,34	6,28	6,31
Solüsyon miktarı, (lt/m <sup>2</sup> /sa)	105,975	105,975	105,975
Günlük liçleme miktarı, (ml/gün)	2543,4	2543,4	2543,4
Oksijen miktarı, (ppm)	Doğal		



**Şekil 4.6** pH'nın altın kazanımına etkisi



**Şekil 4.7** Yüklü solüsyonun pH değişimleri

Şekil 4.6'den görüldüğü üzere 90 gün sonunda altın kazanım oranları 8 kg/ton, 6 kg/ton ve 4 kg/ton kireç ilavesi için sırasıyla %64,5, %74,6 ve %67,8 olarak gerçekleşmiştir. En uygun altın kazanım oranını 6 kg/ton kireç kullanılması durumunda

ulaşıldığından bu değer diğer parametrelerde sabitlenmiştir. 6kg/ton CaO miktarında kolon pH'sı 90 gün boyunca ortalama pH 8-10 aralığında seyrederken, 8kg/ton CaO'da pH 10-11 aralığında seyretmiştir. pH>11,5'de altının çözünme hızı azalmaktadır. Bu düşüş, altın yüzeyinde çözelti ile teması engelleyen kalsiyum peroksit oluşumuna bağlanabilir [31]. Altın-siyanür sistemlerinin E<sub>h</sub>-pHdiagramları, siyanürlü çözeltilerde altının çözünmesindeki elektrokimyasal itici güçleri göstermekte olup, bu diagramdan ortamın pH'sının 9.0-9.5 aralığında çözünmenin maksimumuna ulaştığı belirtilmektedir [1]

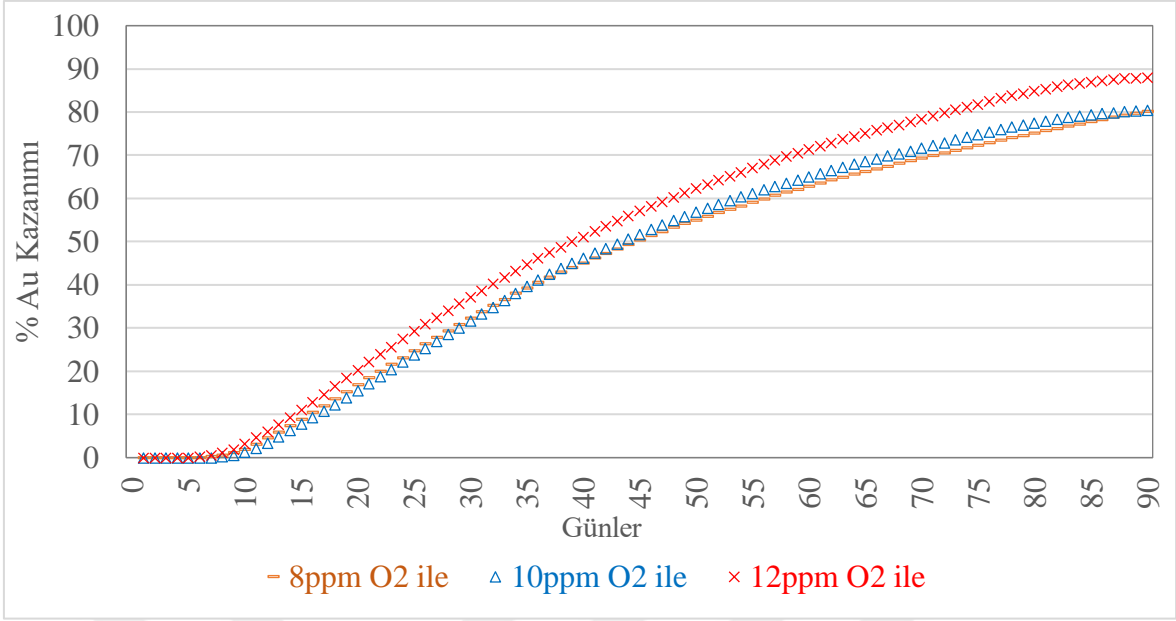
#### 4.3.3 Oksijen Miktarının Altın Kazanımına Etkisi

CN Au tepkimesi için gerekli olan oksijenin etkisinin değerlendirilmesi için kurulan test düzeneğinde yüksüz solüsyona oksijen tüpünden oksijen verilerek oksijen miktarı 8ppm, 10ppm ve 12ppm değerlerinde tutulmuştur. Oksijen Sensor kalibrasyonu 30 günde 1 kez yapılmıştır.

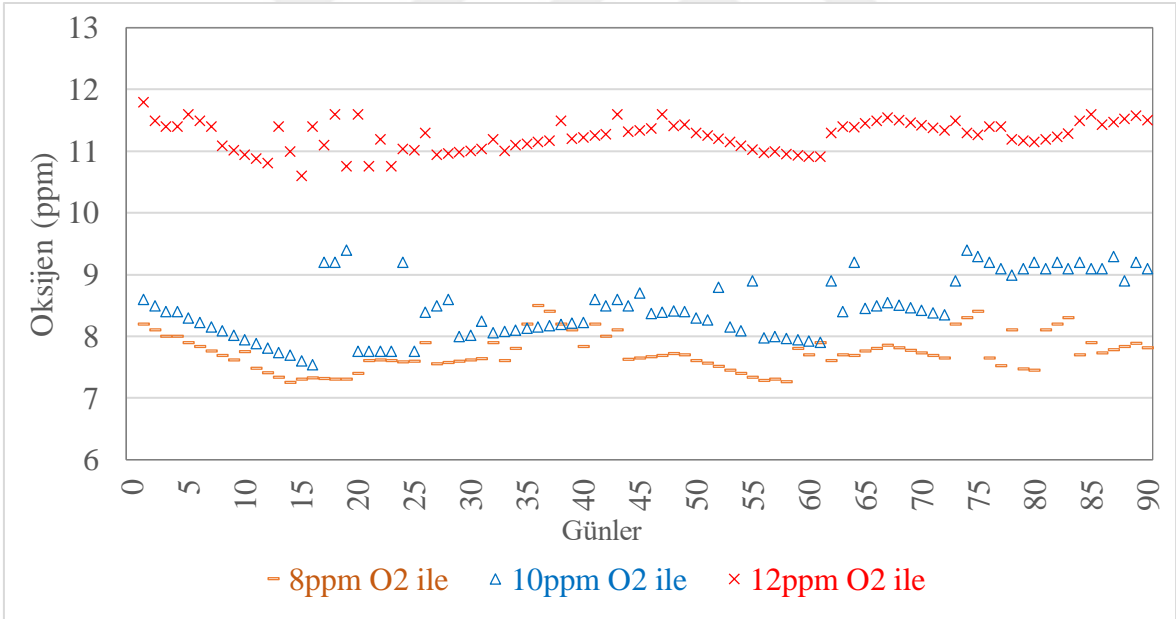
Test parametreleri Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Yüksüz solüsyonda ayarlanmış oksijen değişimi sonuçları Şekil4.9 'de gösterilirken, altın kazanımı değerleri Şekil 4.8'de verilmiştir.

**Çizelge 4.5** Oksijen miktarı etkisi test parametreleri

Kolondaki Numune Ağırlığı, (kg)	40,8	41,1	41,2
Yüksüz Solüsyondaki NaCN miktarı, (ppm)	550	550	550
Kireç miktarı, (kg/ton)	6	6	6
Yükleme nemi (%)	7,86	7,9	7,95
Cevher Au Tenörü (gr/ton)	1,02	1,02	1,02
Kolondaki Au Miktarı, (mg)	41,616	41,922	42,024
Kolon çapı (cm)	15	15	15
Liçleme miktarı, (lt/m <sup>2</sup> /sa)	6	6	6
d <sub>80</sub> tane boyutu, (mm)	6,34	6,28	6,31
Solüsyon miktarı, (lt/m <sup>2</sup> /sa)	105,975	105,975	105,975
<b>O<sub>2</sub> ppm (mg/lt)</b>	<b>&gt;12</b>	<b>10</b>	<b>&lt;8</b>
Günlük liçleme miktarı (ml/gün)	2543,4	2543,4	2543,4



**Şekil 4.8** Oksijen miktarının altın kazanımına etkisi



**Şekil 4.9** Yüksüz solüsyonda günlük çözülmüş oksijen miktarları

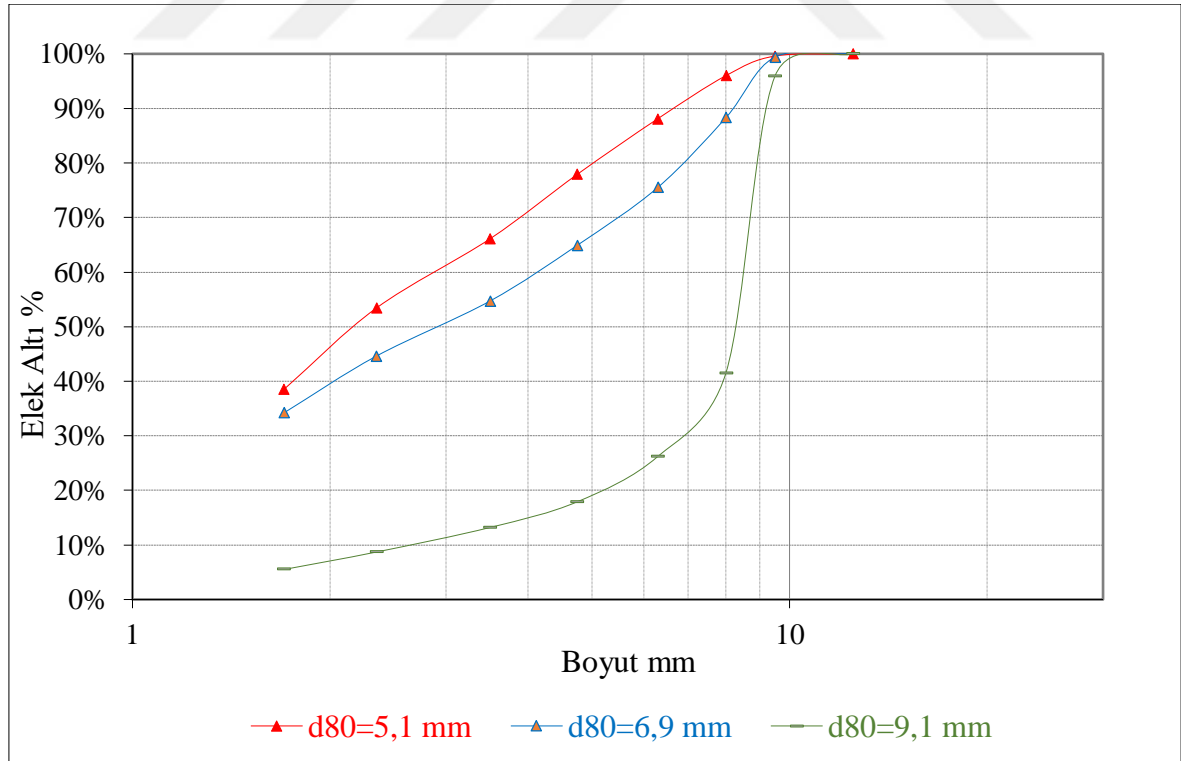
Şekil 4.8'den görüldüğü üzere 90 gün sonunda altın kazanım oranları 12 ppm, 10 ppm ve 8 ppm oksijen miktarları için sırasıyla %87, %80,4 ve %80,2 olarak gerçekleşmiştir. Eşitlik 3.1'den görüldüğü üzere altının siyanürlü çözeltilerde çözünmesi

için oksijene ihtiyaç vardır. Yan tepkimelerden dolayı çözeltinin oksijen içeriği azaldığında altının çözünme hızı düşmektedir. Bir önceki parametreye göre altın %74,6 oranında çözünürken, yaklaşık 12ppm O<sub>2</sub> içerikli çözeltiyle %87 oranında çözünmektedir. Şekil 4.8'de ve Şekil 4.9'da 8-10 ppm oksijen değerleri yakın seyretmiştir ve bu benzerlik altın kazanımında da görülmektedir.

Test sonucunda ortalama 12ppm oksijen değeri kullanılmasına karar verilerek bir sonraki parametre testine başlanmıştır.

#### 4.3.4 Tane Boyutu Dağılımının Altın Kazanımına Etkisi

Tane boyutu dağılımı için 5–10mm aralığında 3 kolonluk numune hazırlanmış, numunelerin tane iriliği  $d_{80}=9,1\text{mm}$ ,  $d_{80}=6,9\text{mm}$  ve  $d_{80}=5,1\text{mm}$  olarak ayarlanmıştır. Bu ayarlama esnasında kırma ve eleme sonucu bu değerler yakalanmıştır ve bu değerleri yakalamak için iri olan paydan veya ince olan paydan uzaklaştırma yapılmamıştır. Cevherin numune kalitesi korunmuştur. Bu sebeple  $d_{80}$  değerleri tam sayı olarak belirlenememiştir. Şekil 4.10'da numunelerin elek analiz değerleri verilmiştir.

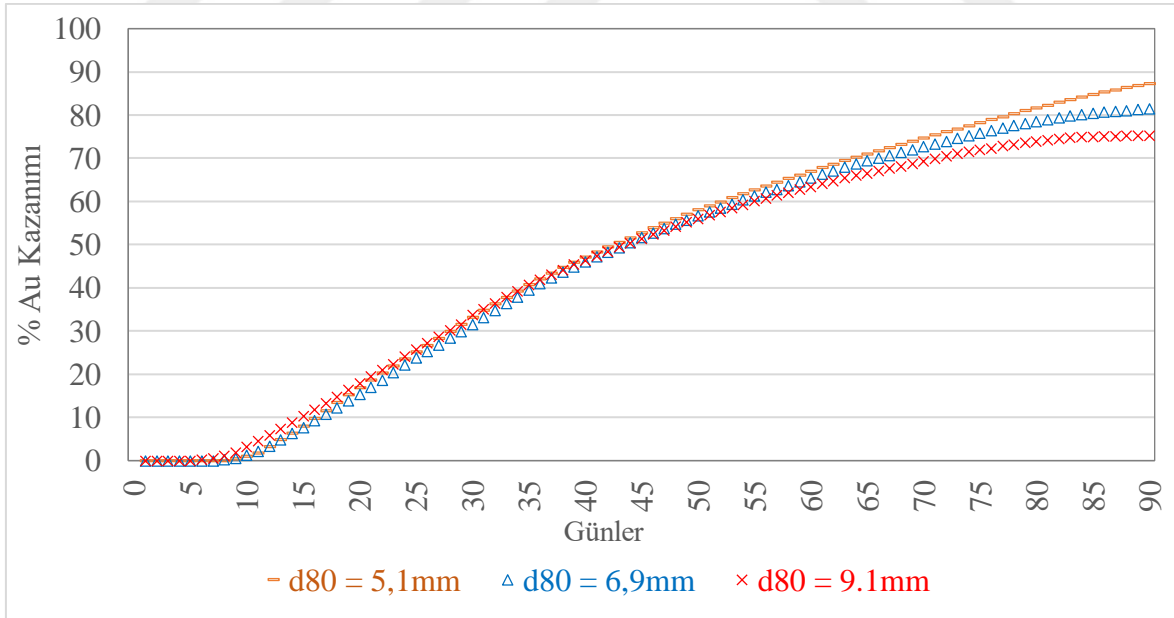


Şekil 4.10 Numunelerin tane boyutu dağılım grafiği

Test parametreleri Çizelge 4.6’da altın kazanımı Şekil 4.10’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.6** Tane boyutu etkisi test parametreleri

Kolondaki Numune Ağırlığı, (kg)	41,1	41,2	41,1
Yüksüz Solüsyondaki NaCN miktarı, (ppm)	550	550	550
Kireç miktarı, (kg/ton)	6	6	6
Yükleme nemi, (%)	7,69	7,82	7,77
Cevher Au Tenörü, (gr/ton)	1,02	1,02	1,02
Kolondaki Au Miktarı, (mg)	41,922	42,024	41,922
Kolon çapı, (cm)	15	15	15
Liçleme miktarı, (lt/m <sup>2</sup> /sa)	6	6	6
<b>d<sub>80</sub> tane boyutu, (mm)</b>	<b>9,1</b>	<b>6,9</b>	<b>5,1</b>
Solüsyon miktarı, (lt/m <sup>2</sup> /sa)	105,975	105,975	105,975
O <sub>2</sub> miktarı, (ppm)	12	12	12
Günlük liçleme miktarı, (ml/gün)	2543,4	2543,4	2543,4
Oksijen miktarı, (ppm)	12		



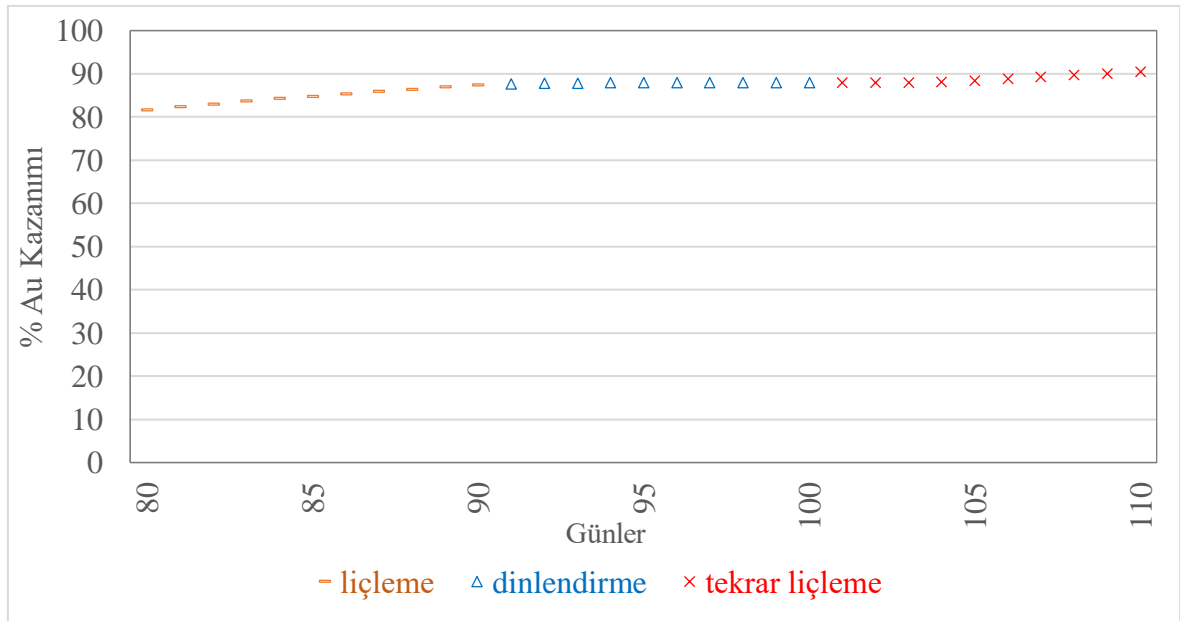
**Şekil 4.11** Tane boyutunun altın kazanımına etkisi

Şekil 4.10'den görüldüğü üzere üç farklı kırma boyutunda liç süresinin ilk 60 gününde altın kazanım oranları birbirlerine oldukça yakındır. 90 gün sonunda altın kazanım oranları  $d_{80}$  9,1 mm,  $d_{80}$  6,9 mm ve  $d_{80}$  5,1 mm tane boyutu için sırasıyla %75,4, %81,5 ve %87,3 olarak gerçekleşmiştir. Beklenildiği gibi tane iriliği düştükçe yüzey alanı artmakta dolayısıyla altın siyanür teması yükseldiğinden ince tane boyutunda altın kazanımı daha fazla olmuştur.

Sonuç olarak  $d_{80}$  5,1 mm tane boyutunun uygun olacağına karar verilerek bir sonraki parametrenin testine başlanmıştır.

#### 4.3.5 Kolon Dinlendirmenin Altın Kazanımına Etkisi

Son olarak en uygun tane boyutu olarak belirlenen 5,1 mm tane iriliğine ait kolon 10 gün dinlendirilerek tekrar liçlenmesi sağlanmıştır. Buradaki amaç liç işleminin kesilmesinden sonra düşen pH etkisi ile özellikle kireçlenmiş tane yüzeylerinin çözülmesi ve yığın içi kanallanmaların yön değiştirmesi ile yeni yüzeylere solüsyon temasının sağlanmasıdır. Şekil 4.11'dan görüldüğü üzere 90 gün sonundaki altın kazanımı oranı %87,3 iken, 10 günlük dinlendirme periyodu sonrasında 10 günlük tekrar liç işlemine başlandığında altın kazanımı verimi %90,4'e yükselmiştir. Kolon dinlendirme işlemi ile altın kazanımı veriminde %3,1 oranında artış gerçekleşmektedir.



Şekil 4.12 Kolon dinlendirmenin altın kazanımına etkisi

#### 4.4 Şişe Çevirme Testi Sonuçları

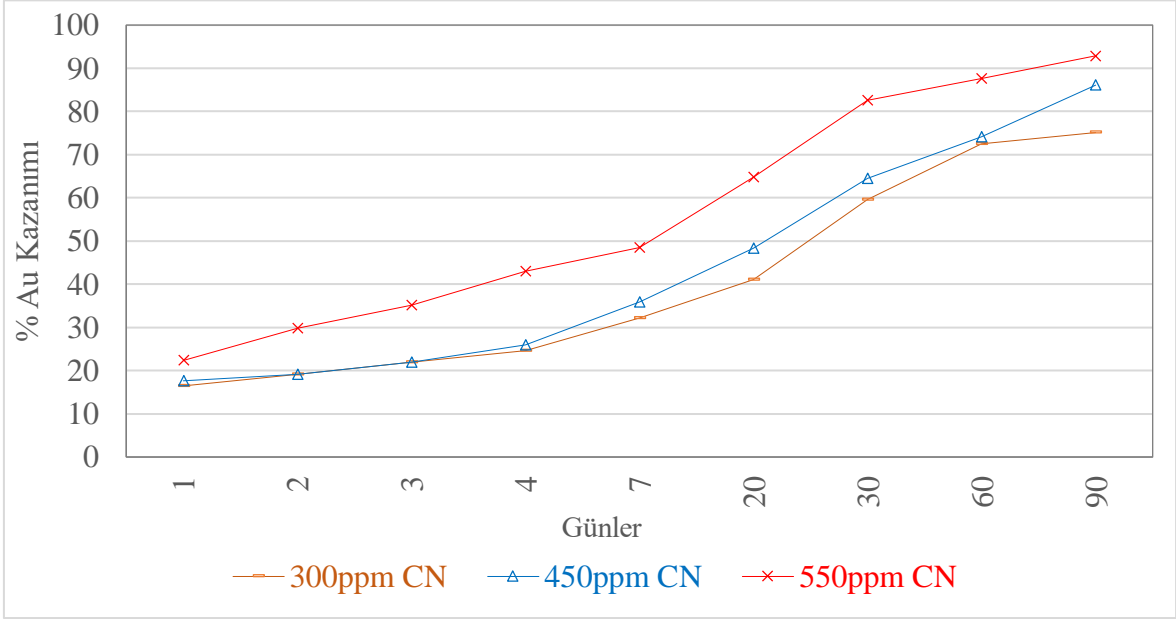
Kolon testlerinin yanısıra 3 litrelik şişeler içine koyulan cevher 1,2 litre solüsyonla kolondaki parametrelere bağlı kalarak dönen rulolar üzerinde liç işlemeine tabi tutulmuştur. Dakikada 30 tur atan şişeler ilk 5 dakika kesintisiz karışım sağlandıktan sonra her saat başı 1 tur atacak şekilde düzen kurulmuştur. Bu dönüş düzeni öğütme etkisini minimize etmek için kullanılmıştır. 24 saatte bir numune alınarak test parametreleri kontrol edilmiştir. 1., 2., 3., 4., 7., 20., 30., 60. ve 90. günlerde alınan 25ml numuneler ile Au değerleri okunmuştur. Alınan 25ml solüsyonun yerine temiz su ilave edilmiştir. Bu etki hesaplamalarda gözönüne alınmıştır. Kireç etkisi testi dışındaki testlerde pH ayarlaması her numune alımında yapılmıştır.

Şişe çevirme testi, kolon testi sonuçlarını değerlendirmek için yapılmıştır. Şişe çevirme testinde cevher solüsyona doygun olarak tepkime oluşturduğu için altın kazanımı daha fazla olacaktır. Bu sebeple bu test kolon testinde bulunan altın kazanım değerinin üst limitlerini belirlemek için kullanılmasının yanında erken veri elde edilmesinde de kullanılabilir.

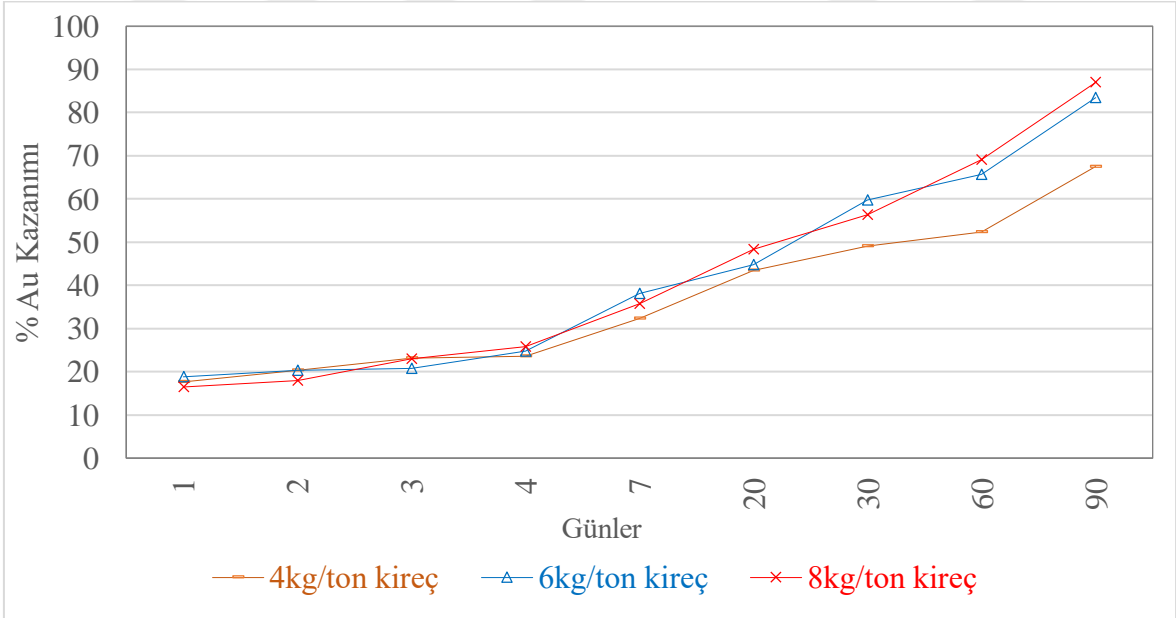


**Resim 4.5** Şişe çevirme testi düzeneği

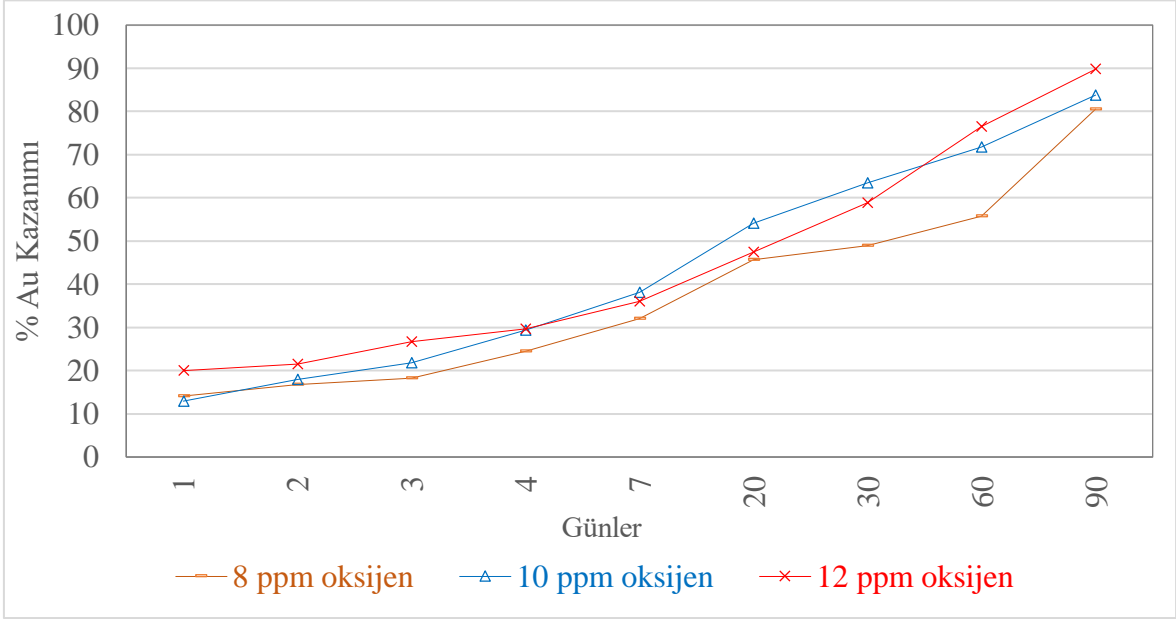




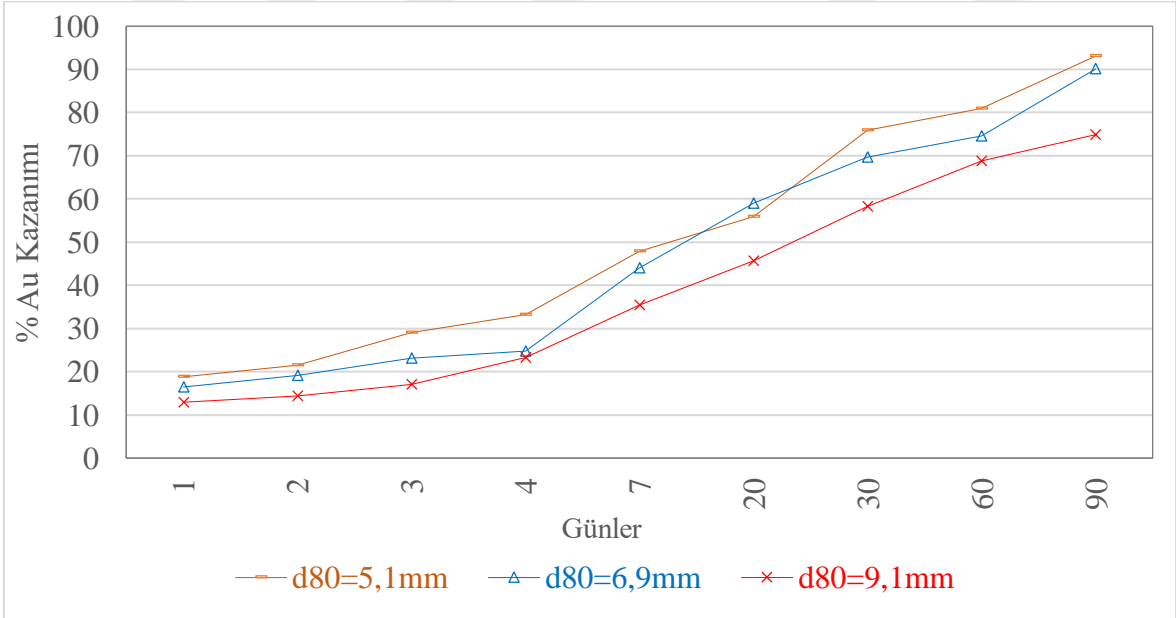
Şekil 4.13 Şişe çevirme testinde CN miktarının altın kazanımına etkisi



Şekil 4.14 Şişe çevirme testinde pH'nın altın kazanımına etkisi



Şekil 4.15 Şişe çevirme testinde oksijen miktarının altın kazanımına etkisi



Şekil 4.16 Şişe çevirme testinde tane boyutunun altın kazanımına etkisi

Şekil 4.13’de görüldüğü üzere kolon testinde olduğu gibi şişe çevirme testinde de 550 ppm CN testi en yüksek altın kazanım verimini sağlamıştır (%92,89).

Şekil 4.6’dan görüldüğü üzere kolon testinde 6kg/ton kireç miktarı uygun iken, Şekil 4.14’den görüldüğü üzere şişe çevirme testinde 8kg/ton kireç ilavesinde altın kazanımı değeri daha yüksek çıkmıştır (%86,99). Tepkimeye girmemiş kireçlerin 90 günlük süreç boyunca etkili olması bu durumu oluşturmuş olabileceği düşünülmektedir.

Şekil 4.15’de görüldüğü üzere kolon testinde olduğu gibi şişe çevirme testinde de 12 ppmO<sub>2</sub> değeri en yüksek altın kazanım verimini sağlamıştır (%89,8).

Şekil 4.16’de görüldüğü üzere d<sub>80</sub> 5,1 mm tane boyutunda altın %93,09 oranında çözeltiliye geçirilebilmiştir.

## 5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

**Çizelge 5.1** Kolon ve şişe çevirme testlerinin parametrelere göre altın kazanım değerlerinin karşılaştırılması

Altın Kazanımı %				
		Kolon Testi	Şişe Çevirme Testi	% Fark
CN Miktarı	550 ppm	79,6	92,89	16,7
	450 ppm	58,5	86,1	47,2
	300 ppm	49,5	75,2	51,9
Kireç Miktarı	8 kg/ton	64,5	86,99	34,9
	6 kg/ton	74,6	83,46	11,9
	4 kg/ton	67,8	67,52	-0,4
Oksijen Miktarı	12 ppm	87	89,8	3,2
	10 ppm	80,4	83,8	4,2
	8 ppm	80,2	80,56	0,4
d80	9,1 mm	75,4	74,9	-0,7
	6,9 mm	81,5	90,1	10,6
	5,1 mm	87,3	93,09	6,6

Çizelge 5.7’de görüldüğü gibi şişe çevirme testi ile kolon testine nazaran daha fazla altın kazanımı sağlanmaktadır. Bu beklenen durumun nedeni CN-altın temas olasılığının şişe çevirme testinde daha fazla oluşudur. CN miktarının etkisinin araştırıldığı çalışmalarda altın kazanım oranı şişe çevirme testinde kolon testine göre belirgin bir şekilde (%16,8-%51,9 aralığında) artış sağlamaktadır. Kireç miktarının araştırıldığı çalışmalarda ise bu miktar arttıkça her iki test yönteminde de altın kazanım oranı artmaktadır. Ancak, 4 kg/ton kireç ilavesinde altın kazanım oranı kolon testi ile çok yakın değerde çıkmıştır. Oksijen miktarının etkisinin araştırıldığı çalışmalarda kolon testi ile karşılaştırıldığında şişe çevirme testinde altın %0,4-4,2 arasında daha fazla kazanılabilmektedir. Bu durum şişede oksijenin homojen olarak dağılımına bağlı gerçekleşmiş olmasındandır. Tane iriliğinin etkisinin araştırıldığı çalışmada tane iriliği düştükçe her iki yöntemde de altın kazanım oranının arttığı belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirdiğimizde ise kolon testinde en

uygun parametrelerde gerçekleştirilen son deneyde altın %87,3 oranında kazanılabilirken, şişe çevirme testi için bu değer %93,09'dur. %6,6 oranında kolon yönteminde kazanılabilecek altın bulunmaktadır.



## 6 SONUÇ

Çalışılan sülfürlü altın cevherinde altın serbest, electrum halinde (%82 Au+%18Ag, %88 Au+%12Ag) ve electrumun kuvars tanelerine bağlı olduğu halde bulunmaktadır. Uşak İli Eşme İlçesi sınırlarında yer alan sülfürlü altın cevherinden alınan numune kuvars ( $\text{SiO}_2$ ), ortoklas ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), ve albit ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) içeriğine bağlı olarak %63,2  $\text{SiO}_2$  ve %18,7  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içerirken, turmalin ve piritten gelen %5,1 oranında  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  içermektedir. Numune 1,021 gr/ton Au, 1,924 gr/ton Ag, 1,9 gr/ton S içerikli ve potasikalterasyonda bir sülfürlü altın cevheridir. Aynı zamanda yan tepkimeler ile siyanür ve oksijen tüketen pirit, kalkopirit, sfalerit, galen gibi mineraller de içermektedir.

Kolon testleri sonucunda optimum değerler 550ppm CN, 6kg/ton kireç (CaO oranı %90), 12ppm oksijen ve  $d_{80}$  boyutu 5,1mm olan tane iriliği şeklinde belirlenmiş olup, altın kazanım oranı bu parametrelerde %87,3'dür. 10 günlük kolon dinlendirme periyodu sonrasında 10 günlük tekrar liç işlemine başlandığında altın kazanımı değerinde %3,1 oranında artış gerçekleştiği saptanmıştır.

Şişe çevirme testi sonuçlarına göre belirlenen en uygun parametrelerde altın kazanım oranı maksimum yaklaşık %93'dür. En uygun şartlarda kolon yöntemi ile %6,6 daha az altın kazanılmaktadır.

Dinlendirme periyodu ile ilgili daha detaylı testler yapılarak altın kazanım oranının artış sebepleri ve daha uzun dinlendirme periyotlarında kolon davranışının nasıl olacağı ve yığın dinlendirmesinin işletme ölçeğinde başarılı olup olmayacağı detaylı bir şekilde araştırılmalıdır. Ayrıca, siyanür ve oksijen harcayarak altın kazanım oranını düşüren mineraller ve elementlerin etkilerinin siyanür liçi öncesi ön iyileştirme işlemleri ile giderilmesine dönük çalışmalar da gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKLAR

- 1 Marsden, J.O.and House, C.L., 2009, “TheChemistry of Gold Extraction”, *SocietyforMining, Metallurgyand Exploration, Colorado, ABD, 19-48*
- 2 Döğme, A.N, 2018, “Konya İnlce Epitermal Altın Cevherlerinin Zenginleştirilmesi”, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Cevher Hazırlama Ana Bilim Dalı, İstanbul, 1-58*
- 3 Çelik H. 2004, “Extraction of Gold and Silver from a Turkish Gold Ore Through Thiourea Leaching”, *Minerals & Metallurgical Processing Journal, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc. (SME), August 2004, Vol.21, No.3, 144-148.*
- 4 Celep, O., Alp, İ., Deveci, H., Vıçıl, M. veYılmaz, T. 2006, “KnelsonSantrifüjGraviteAyırıcısıylaMastra (Gümüşhane) CevherindenAltınKazanımı”, *İstanbul Üniv. Müh. Fak. YerbilimleriDergisi, 19(2), 175-182.*
- 5 Erkan, E., 2015, “Altın Yığın Liçi Projesinde Farklı Kırma Boylarının Verimlilik ve Geçirimsizlik Performanslarının İncelenmesi”, *Yüksek Lisans, Maden Mühendisliği, Hacettepe Üniversitesi, 3-20*
- 6 Erdem, B., 2006, “İkincil Kaynaklardan Altın Geri Kazanım ve Rafinasyon Prosesinin Optimizasyonu”, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-27*
- 7 İnternet: Elementalmatterinfo, 2019, “Properties of Gold”, <http://www.elementalmatter.info/gold-properties.htm>
- 8 Habashi, F., Dü., 1997, “Metallurgy, Handbook of Extractive”, *Weinheim, New York, 1-50*
- 9 Pashkov. G.L., Koronov, Y.S., Kholmogorov, A.G., Kononova, O.N., Kuzina, Z.P., 2000, “Hydrometallurgical Gold RecoveryFromArsenopyriteCoaly-SchistConcentrates”, *Electrochemistry in Mineral and Metal Processing V, California USA, TheelectrochemicalSociety, Inc.,187-193*
- 10 Dennis, W. H., 1987, “Demirden Gayrı Metaller Metalurjisi” (H. Tulgar, Çev.) *İTÜ, İstanbul, 1-40*
- 11 Kırıkoglu, M.,1992, “Maden Yatakları”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğü.*
- 12 Bayraktar, İ., Yarar, B., 1985, “Altın Cevherlerinin Zenginleştirilmesi ve Altının Ekstraksiyonu” *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi, 75*
- 13 İbrahim, H.Ü, Tuncel, S., Yoleri, B., Arslan, M., 2016, *Maden Tetkik ve Arama*

- Müdürlüğü, “Türkiye ve Dünya’da Altın”, Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1-16
- 14 Acarkan, N., Bulut, G., Gül, A., Kangal, O., Karakaş, F., Kökkılıç, O., & Önal, G., 2010, “TheEffect of Collector'sType on Gold and Silver Flotation in a ComplexOre. SeparationScienceandTechnology”, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi
- 15 Duyan, M., 2013 “Epitermal Altın Yatakları”, Hacettepe Jeoloji Mühendisliği
- 16 Subramanian, K. N., Connelly, D. E., & W. K., 2005, “Separation of pyriteandarsenopyrite in a goldsulfideconcentrate”, *ProceedingsCentenary of FlotationSymposium*, Queensland, Australia, 1045-1052
- 17 Kiriş, K., 1994, “Altın; Ekonomik YataklanmaTipleri, Arama Safhaları ve Maliyet”, *Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları*, 44-45, 50-61
- 18 Çelik, H, 1998, “Cevher Mineralojisine Göre Altın Üretim Yönteminin Tayini” *Celal Bayar Üniversitesi, Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi*, 4-16
- 19 Gökçe, A., 1995, “Özel Maden Yatakları”, *Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları*, 133-140
- 20 Ünal, İ. H., Tuncel, S., Yoleri, B. ve Arslan, M., 2016, “Türkiye ve Dünyada Altın”, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Ankara
- 21 İnternet: Altın Madencileri Derneği, 2019, “Aktif Olan Altın Madenleri” <http://altinmadencileri.org.tr/aktif-olan-altin-madenleri/>
- 22 Doğan, Ö. S., 2005, “Türkiye’de Altın Madenciliği”,*İÜ Edebiyat Fak. Coğrafya Böl. Coğrafya Dergisi*, 150-157
- 23 İnternet: Maden Tetkik Arama (MTA), 2019, “Maden yatakları haritaları”[http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b\\_h/altin\\_gumus.jpg](http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/altin_gumus.jpg)
- 24 İlyas S., Lee J., 2018, “Gold MetallurgyandThe Environment”, *CRC, ABD, 1-96*
- 25 Önal, G., 1980, “Cevher Hazırlamada Flotasyon Dışındaki Zenginleştirme Yöntemleri”, İstanbul Teknik Üniversitesi
- 26 Wills B.A. NapierMunn T.J., 2006, “Mineral ProcessingTechnology”, *TheUniversity of Queensland, Avustralya, 242-243*
- 27 D. Adams M., 2016, “Gold Ore Processing”, *Elsevier, Cambridge, ABD, 1-1040*
- 28 Celep O., Alp İ., Deveci H., Vıçıl M., Yılmaz T. 2006, “Knelson Santrifüj Gravite Ayırıcısıyla Mastra (Gümüşhane) Cevherinden Altın Kazanımı”, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, 2006, C.19, S 2, 175-182.



- 29 Özcan Ö., 2018, “Polimetallik Bir Cevherden Falcon Santrifuj Zenginleştirici Kullanılarak Altın Kazanımı Olanaklarının Araştırılması”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 2019, Sayı 61, 1-14
- 30 Dunne R., 2005, “Flotation of gold and gold-bearing ores”, Newmont, *Perth, Avustralya, bölüm 20.*
- 31 Habashi F., 2013, “Altın Metalurjisinde yeni gelişmeler”, TMMOB Maden Mühendisler Odası Madencilik Dergisi, 2013, Sayı52, 2-17
- 32 Çelik H., İpekoğlu Ü., Mordoğan H., 1998, “Bazı Ağır Metallerin Alkali Siyanür Çözeltilerindeki Davranışı”, TMMOB Maden Mühendisler Odası Madencilik Dergisi, 1998, Sayı 37, 35-46
- 33 Chong, T., Folinsbee, J., Millions, R., Fullam, M., Grewal, I., 2006, “Gravity Improvements at the Porcupine Joint Venture”. CIM Bulletin, vol. 99, 1092

## EKLER

### EK-1 300 ppm CN Miktarı ile Kolon Testi Verileri

300 ppm CN miktarı ile Kolon Testi						
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm	ml	(ppm)	%
8 Aralık 17	1	0,00	0,02	0	0,00	0,0
9 Aralık 17	2	0,00	0,02	0	0,00	0,0
10 Aralık 17	3	0,00	0,02	0	0,00	0,0
11 Aralık 17	4	0,00	0,02	0	0,00	0,0
12 Aralık 17	5	0,00	0,02	0	0,00	0,0
13 Aralık 17	6	0,08	0,02	425	0,03	0,1
14 Aralık 17	7	0,13	0,02	685	0,08	0,2
15 Aralık 17	8	0,14	0,02	895	0,11	0,5
16 Aralık 17	9	0,15	0,02	990	0,13	0,8
17 Aralık 17	10	0,19	0,02	1740	0,30	1,4
18 Aralık 17	11	0,19	0,02	2050	0,35	2,2
19 Aralık 17	12	0,20	0,02	2060	0,37	3,1
20 Aralık 17	13	0,19	0,20	2040	-0,02	3,0
21 Aralık 17	14	0,28	0,02	2070	0,54	4,2
22 Aralık 17	15	0,23	0,02	2110	0,44	5,2
23 Aralık 17	16	0,22	0,02	2150	0,43	6,2
24 Aralık 17	17	0,22	0,02	2190	0,44	7,2
25 Aralık 17	18	0,24	0,02	2230	0,49	8,3
26 Aralık 17	19	0,28	0,03	2310	0,58	9,6
27 Aralık 17	20	0,23	0,02	2300	0,48	10,7
28 Aralık 17	21	0,22	0,02	2310	0,46	11,8
29 Aralık 17	22	0,28	0,02	2230	0,58	13,1
30 Aralık 17	23	0,23	0,02	2190	0,46	14,1
31 Aralık 17	24	0,22	0,10	2430	0,29	14,8
1 Ocak 18	25	0,22	0,02	2450	0,49	15,9
2 Ocak 18	26	0,19	0,02	2470	0,42	16,9
3 Ocak 18	27	0,16	0,02	2490	0,34	17,6
4 Ocak 18	28	0,13	0,03	2510	0,25	18,2
5 Ocak 18	29	0,16	0,02	2550	0,34	19,0
6 Ocak 18	30	0,13	0,02	2590	0,28	19,6
7 Ocak 18	31	0,11	0,02	2520	0,23	20,1
8 Ocak 18	32	0,11	0,02	2490	0,21	20,6
9 Ocak 18	33	0,12	0,02	2480	0,24	21,2
10 Ocak 18	34	0,11	0,02	2410	0,22	21,7
11 Ocak 18	35	0,18	0,02	2420	0,39	22,5
12 Ocak 18	36	0,16	0,02	2400	0,32	23,3
13 Ocak 18	37	0,13	0,02	2450	0,27	23,9
14 Ocak 18	38	0,14	0,02	2440	0,29	24,5
15 Ocak 18	39	0,14	0,02	2400	0,29	25,2
16 Ocak 18	40	0,12	0,02	2310	0,23	25,7
17 Ocak 18	41	0,10	0,02	2410	0,19	26,2
18 Ocak 18	42	0,13	0,03	2450	0,25	26,7
19 Ocak 18	43	0,13	0,03	2440	0,24	27,3
20 Ocak 18	44	0,11	0,01	2380	0,23	27,8
21 Ocak 18	45	0,12	0,02	2390	0,24	28,3
22 Ocak 18	46	0,13	0,01	2370	0,28	29,0
23 Ocak 18	47	0,10	0,02	2380	0,19	29,4
24 Ocak 18	48	0,10	0,02	2440	0,20	29,9
25 Ocak 18	49	0,11	0,02	2420	0,22	30,4
26 Ocak 18	50	0,14	0,02	2290	0,26	31,0
27 Ocak 18	51	0,13	0,03	2490	0,25	31,5
28 Ocak 18	52	0,11	0,02	2360	0,21	32,0
29 Ocak 18	53	0,14	0,02	2350	0,28	32,6
30 Ocak 18	54	0,13	0,02	2310	0,25	33,2
31 Ocak 18	55	0,12	0,01	2490	0,27	33,8
1 Şubat 18	56	0,12	0,02	2480	0,25	34,4
2 Şubat 18	57	0,11	0,02	2470	0,22	34,9
3 Şubat 18	58	0,11	0,02	2460	0,22	35,4

4 Şubat 18	59	0,11	0,02	2400	0,22	35,9
5 Şubat 18	60	0,12	0,02	2460	0,25	36,5
6 Şubat 18	61	0,13	0,02	2470	0,27	37,1
7 Şubat 18	62	0,14	0,02	2460	0,30	37,7
8 Şubat 18	63	0,11	0,02	2460	0,21	38,2
9 Şubat 18	64	0,10	0,02	2470	0,20	38,7
10 Şubat 18	65	0,11	0,02	2480	0,21	39,1
11 Şubat 18	66	0,10	0,02	2435	0,19	39,6
12 Şubat 18	67	0,09	0,02	2490	0,17	40,0
13 Şubat 18	68	0,09	0,02	2450	0,17	40,4
14 Şubat 18	69	0,10	0,02	2440	0,18	40,8
15 Şubat 18	70	0,11	0,02	2400	0,22	41,3
16 Şubat 18	71	0,11	0,02	2440	0,22	41,8
17 Şubat 18	72	0,11	0,02	2460	0,21	42,3
18 Şubat 18	73	0,09	0,02	2470	0,17	42,6
19 Şubat 18	74	0,09	0,02	2470	0,17	43,0
20 Şubat 18	75	0,09	0,02	2460	0,17	43,4
21 Şubat 18	76	0,10	0,02	2490	0,20	43,9
22 Şubat 18	77	0,11	0,02	2450	0,21	44,4
23 Şubat 18	78	0,10	0,02	2410	0,19	44,8
24 Şubat 18	79	0,09	0,02	2410	0,17	45,2
25 Şubat 18	80	0,09	0,02	2430	0,17	45,6
26 Şubat 18	81	0,10	0,03	2440	0,17	45,9
27 Şubat 18	82	0,11	0,01	2460	0,23	46,5
28 Şubat 18	83	0,10	0,02	2440	0,20	46,9
1 Mart 18	84	0,09	0,02	2430	0,17	47,3
2 Mart 18	85	0,09	0,02	2440	0,17	47,7
3 Mart 18	86	0,09	0,01	2430	0,19	48,1
4 Mart 18	87	0,09	0,02	2430	0,17	48,5
5 Mart 18	88	0,08	0,02	2410	0,14	48,9
6 Mart 18	89	0,08	0,01	2410	0,17	49,2
7 Mart 18	90	0,07	0,02	2410	0,12	49,5

## EK-2 450 ppm CN Miktarı ile Kolon Testi Verileri

450 ppm CN miktarı ile Kolon Testi						
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm	ml	(ppm)	%
8 Aralık 17	1	0,00	0,02	0	0,00	0,0
9 Aralık 17	2	0,00	0,02	0	0,00	0,0
10 Aralık 17	3	0,00	0,02	0	0,00	0,0
11 Aralık 17	4	0,00	0,02	0	0,00	0,0
12 Aralık 17	5	0,00	0,02	0	0,00	0,0
13 Aralık 17	6	0,11	0,02	0	0,00	0,0
14 Aralık 17	7	0,18	0,02	0	0,00	0,0
15 Aralık 17	8	0,19	0,02	450	0,08	0,2
16 Aralık 17	9	0,22	0,02	660	0,13	0,5
17 Aralık 17	10	0,24	0,02	1120	0,25	1,1
18 Aralık 17	11	0,23	0,02	1420	0,30	1,8
19 Aralık 17	12	0,23	0,02	1720	0,36	2,7
20 Aralık 17	13	0,26	0,01	1920	0,48	3,9
21 Aralık 17	14	0,29	0,02	2010	0,54	5,2
22 Aralık 17	15	0,25	0,02	2040	0,47	6,4
23 Aralık 17	16	0,26	0,02	2080	0,50	7,6
24 Aralık 17	17	0,23	0,02	2090	0,44	8,7
25 Aralık 17	18	0,35	0,02	2040	0,67	10,3
26 Aralık 17	19	0,34	0,03	2080	0,64	11,9
27 Aralık 17	20	0,37	0,02	2090	0,73	13,7
28 Aralık 17	21	0,35	0,02	2110	0,70	15,4
29 Aralık 17	22	0,33	0,02	2160	0,67	17,0
30 Aralık 17	23	0,32	0,02	2210	0,66	18,6
31 Aralık 17	24	0,25	0,01	2220	0,53	19,9
1 Ocak 18	25	0,23	0,02	2230	0,47	21,1
2 Ocak 18	26	0,22	0,03	2190	0,42	22,1
3 Ocak 18	27	0,21	0,02	2230	0,42	23,1
4 Ocak 18	28	0,24	0,03	2450	0,51	24,4
5 Ocak 18	29	0,17	0,02	2470	0,36	25,3
6 Ocak 18	30	0,15	0,02	2490	0,32	26,1
7 Ocak 18	31	0,12	0,02	2510	0,25	26,7
8 Ocak 18	32	0,13	0,03	2550	0,26	27,3
9 Ocak 18	33	0,13	0,02	2590	0,27	28,0
10 Ocak 18	34	0,12	0,02	2520	0,25	28,6
11 Ocak 18	35	0,19	0,02	2490	0,42	29,6
12 Ocak 18	36	0,17	0,02	2480	0,36	30,5
13 Ocak 18	37	0,14	0,02	2410	0,29	31,2
14 Ocak 18	38	0,15	0,02	2420	0,31	32,0
15 Ocak 18	39	0,15	0,02	2400	0,31	32,7
16 Ocak 18	40	0,13	0,03	2450	0,25	33,3
17 Ocak 18	41	0,11	0,02	2440	0,22	33,9
18 Ocak 18	42	0,14	0,03	2400	0,26	34,5
19 Ocak 18	43	0,14	0,03	2310	0,25	35,1
20 Ocak 18	44	0,14	0,01	2410	0,31	35,9
21 Ocak 18	45	0,11	0,02	2450	0,22	36,4
22 Ocak 18	46	0,12	0,01	2440	0,27	37,1
23 Ocak 18	47	0,12	0,02	2380	0,24	37,7
24 Ocak 18	48	0,13	0,02	2390	0,26	38,3
25 Ocak 18	49	0,12	0,02	2370	0,24	38,9
26 Ocak 18	50	0,12	0,02	2380	0,24	39,5
27 Ocak 18	51	0,14	0,03	2440	0,27	40,1
28 Ocak 18	52	0,12	0,02	2420	0,24	40,7
29 Ocak 18	53	0,14	0,02	2290	0,27	41,4
30 Ocak 18	54	0,13	0,02	2490	0,27	42,1
31 Ocak 18	55	0,12	0,02	2360	0,24	42,6
1 Şubat 18	56	0,10	0,01	2350	0,21	43,2
2 Şubat 18	57	0,11	0,02	2310	0,21	43,7
3 Şubat 18	58	0,10	0,02	2490	0,20	44,2
4 Şubat 18	59	0,09	0,02	2480	0,17	44,6
5 Şubat 18	60	0,09	0,02	2470	0,17	45,0

6 Şubat 18	61	0,11	0,02	2460	0,22	45,6
7 Şubat 18	62	0,11	0,02	2400	0,22	46,1
8 Şubat 18	63	0,12	0,02	2460	0,23	46,6
9 Şubat 18	64	0,11	0,02	2470	0,22	47,2
10 Şubat 18	65	0,12	0,02	2460	0,23	47,8
11 Şubat 18	66	0,11	0,02	2460	0,22	48,3
12 Şubat 18	67	0,10	0,02	2470	0,20	48,8
13 Şubat 18	68	0,10	0,02	2350	0,19	49,2
14 Şubat 18	69	0,11	0,02	2380	0,20	49,7
15 Şubat 18	70	0,12	0,02	2520	0,25	50,4
16 Şubat 18	71	0,12	0,02	2460	0,25	51,0
17 Şubat 18	72	0,12	0,02	2460	0,23	51,5
18 Şubat 18	73	0,10	0,02	2410	0,19	52,0
19 Şubat 18	74	0,10	0,02	2440	0,20	52,5
20 Şubat 18	75	0,10	0,02	2420	0,19	53,0
21 Şubat 18	76	0,11	0,02	2470	0,22	53,5
22 Şubat 18	77	0,12	0,02	2380	0,23	54,1
23 Şubat 18	78	0,11	0,02	2460	0,22	54,6
24 Şubat 18	79	0,08	0,02	2490	0,15	55,0
25 Şubat 18	80	0,08	0,02	2450	0,15	55,3
26 Şubat 18	81	0,09	0,02	2400	0,17	55,7
27 Şubat 18	82	0,09	0,02	2400	0,17	56,1
28 Şubat 18	83	0,08	0,02	2430	0,15	56,5
1 Mart 18	84	0,07	0,02	2440	0,12	56,8
2 Mart 18	85	0,08	0,01	2460	0,17	57,2
3 Mart 18	86	0,07	0,02	2440	0,12	57,5
4 Mart 18	87	0,07	0,02	2430	0,12	57,8
5 Mart 18	88	0,07	0,01	2440	0,15	58,2
6 Mart 18	89	0,07	0,02	2480	0,12	58,5
7 Mart 18	90	0,02	0,02	2490	0,00	58,5

### EK-3 550 ppm CN Miktarı ile Kolon Testi Verileri

550 ppm CN miktarı ile Kolon Testi						
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm	ml	(ppm)	%
8 Aralık 17	1	0,00	0,02	0	0,00	0,0
9 Aralık 17	2	0,00	0,02	0	0,00	0,0
10 Aralık 17	3	0,00	0,02	0	0,00	0,0
11 Aralık 17	4	0,00	0,02	0	0,00	0,0
12 Aralık 17	5	0,00	0,02	0	0,00	0,0
13 Aralık 17	6	0,28	0,02	425	0,11	0,3
14 Aralık 17	7	0,30	0,02	530	0,15	0,6
15 Aralık 17	8	0,29	0,02	820	0,22	1,1
16 Aralık 17	9	0,30	0,02	1060	0,30	1,8
17 Aralık 17	10	0,31	0,02	1370	0,40	2,8
18 Aralık 17	11	0,35	0,02	1925	0,64	4,3
19 Aralık 17	12	0,34	0,02	1975	0,62	5,7
20 Aralık 17	13	0,35	0,01	2005	0,69	7,3
21 Aralık 17	14	0,38	0,02	2055	0,75	9,1
22 Aralık 17	15	0,38	0,02	2085	0,75	10,9
23 Aralık 17	16	0,43	0,02	2135	0,88	12,9
24 Aralık 17	17	0,44	0,02	2165	0,91	15,0
25 Aralık 17	18	0,41	0,02	2255	0,88	17,1
26 Aralık 17	19	0,26	0,03	2325	0,53	18,4
27 Aralık 17	20	0,32	0,02	2325	0,71	20,0
28 Aralık 17	21	0,31	0,02	2325	0,67	21,6
29 Aralık 17	22	0,33	0,02	2230	0,68	23,2
30 Aralık 17	23	0,31	0,02	2205	0,65	24,7
31 Aralık 17	24	0,27	0,03	2440	0,59	26,1
1 Ocak 18	25	0,28	0,02	2465	0,63	27,6
2 Ocak 18	26	0,25	0,03	2480	0,55	28,8
3 Ocak 18	27	0,25	0,02	2505	0,58	30,2
4 Ocak 18	28	0,33	0,03	2535	0,76	32,0
5 Ocak 18	29	0,28	0,02	2565	0,66	33,5
6 Ocak 18	30	0,26	0,02	2615	0,63	35,0
7 Ocak 18	31	0,28	0,02	2535	0,67	36,6
8 Ocak 18	32	0,25	0,03	2515	0,56	37,9
9 Ocak 18	33	0,25	0,02	2495	0,56	39,2
10 Ocak 18	34	0,23	0,02	2435	0,51	40,4
11 Ocak 18	35	0,23	0,02	2435	0,52	41,6
12 Ocak 18	36	0,24	0,02	2425	0,54	42,9
13 Ocak 18	37	0,22	0,02	2465	0,49	44,0
14 Ocak 18	38	0,22	0,02	2465	0,49	45,2
15 Ocak 18	39	0,23	0,02	2415	0,50	46,3
16 Ocak 18	40	0,21	0,03	2335	0,42	47,3
17 Ocak 18	41	0,20	0,02	2425	0,44	48,4
18 Ocak 18	42	0,22	0,03	2475	0,47	49,4
19 Ocak 18	43	0,20	0,03	2455	0,41	50,4
20 Ocak 18	44	0,18	0,03	2405	0,37	51,3
21 Ocak 18	45	0,18	0,02	2405	0,38	52,2
22 Ocak 18	46	0,17	0,02	2365	0,36	53,0
23 Ocak 18	47	0,17	0,02	2365	0,36	53,9
24 Ocak 18	48	0,17	0,02	2395	0,36	54,7
25 Ocak 18	49	0,17	0,02	2380	0,37	55,6
26 Ocak 18	50	0,17	0,02	2285	0,35	56,4
27 Ocak 18	51	0,18	0,03	2340	0,35	57,2
28 Ocak 18	52	0,17	0,02	2355	0,35	58,0
29 Ocak 18	53	0,17	0,02	2270	0,35	58,9
30 Ocak 18	54	0,16	0,02	2305	0,33	59,6
31 Ocak 18	55	0,16	0,03	2475	0,32	60,4
1 Şubat 18	56	0,16	0,02	2475	0,35	61,2
2 Şubat 18	57	0,17	0,02	2455	0,36	62,0
3 Şubat 18	58	0,15	0,02	2450	0,32	62,8
4 Şubat 18	59	0,12	0,02	2385	0,24	63,3
5 Şubat 18	60	0,11	0,02	2450	0,22	63,9

6 Şubat 18	61	0,15	0,02	2455	0,33	64,6
7 Şubat 18	62	0,15	0,02	2450	0,32	65,4
8 Şubat 18	63	0,15	0,02	2445	0,31	66,1
9 Şubat 18	64	0,14	0,02	2460	0,29	66,8
10 Şubat 18	65	0,13	0,02	2460	0,28	67,4
11 Şubat 18	66	0,13	0,02	2420	0,27	68,1
12 Şubat 18	67	0,13	0,02	2380	0,26	68,7
13 Şubat 18	68	0,13	0,02	2435	0,26	69,3
14 Şubat 18	69	0,12	0,02	2420	0,23	69,8
15 Şubat 18	70	0,14	0,02	2385	0,28	70,5
16 Şubat 18	71	0,14	0,02	2420	0,29	71,2
17 Şubat 18	72	0,13	0,02	2445	0,28	71,8
18 Şubat 18	73	0,13	0,02	2450	0,26	72,4
19 Şubat 18	74	0,12	0,02	2455	0,23	73,0
20 Şubat 18	75	0,12	0,02	2440	0,23	73,5
21 Şubat 18	76	0,12	0,02	2475	0,24	74,1
22 Şubat 18	77	0,10	0,02	2430	0,20	74,6
23 Şubat 18	78	0,10	0,02	2395	0,19	75,0
24 Şubat 18	79	0,11	0,02	2390	0,22	75,5
25 Şubat 18	80	0,11	0,02	2415	0,21	76,0
26 Şubat 18	81	0,12	0,01	2420	0,26	76,6
27 Şubat 18	82	0,10	0,01	2445	0,22	77,1
28 Şubat 18	83	0,10	0,01	2420	0,21	77,6
1 Mart 18	84	0,09	0,01	2415	0,20	78,1
2 Mart 18	85	0,09	0,01	2420	0,18	78,5
3 Mart 18	86	0,06	0,01	2415	0,13	78,8
4 Mart 18	87	0,05	0,01	2410	0,11	79,1
5 Mart 18	88	0,04	0,01	2395	0,08	79,3
6 Mart 18	89	0,04	0,01	2265	0,08	79,4
7 Mart 18	90	0,04	0,02	2250	0,05	79,6

## EK-4 4 kg/ton Kireç İlave Edilmiş Kolon Testi Verileri

4kg/ton CaO ile Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	pH	NaCN	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm		ppm	ml	(ppm)	%
25 Nisan 18	1	0,00	0,02	8,1	0,0	0	0,00	0,0
26 Nisan 18	2	0,00	0,02	7,6	0,0	0	0,00	0,0
27 Nisan 18	3	0,00	0,02	7,8	0,0	0	0,00	0,0
28 Nisan 18	4	0,00	0,02	7,5	0,0	0	0,00	0,0
29 Nisan 18	5	0,00	0,02	7,6	0,0	0	0,00	0,0
30 Nisan 18	6	0,00	0,02	7,7	0,0	0	0,00	0,0
1 Mayıs 18	7	0,26	0,02	7,6	0,0	550	0,13	0,3
2 Mayıs 18	8	0,26	0,02	7,7	0,0	840	0,20	0,8
3 Mayıs 18	9	0,26	0,02	6,6	0,0	1080	0,26	1,4
4 Mayıs 18	10	0,27	0,02	6,4	0,0	1390	0,34	2,2
5 Mayıs 18	11	0,31	0,02	6,4	0,0	1945	0,55	3,6
6 Mayıs 18	12	0,29	0,02	6,6	0,0	1995	0,54	4,8
7 Mayıs 18	13	0,30	0,01	6,6	0,0	2025	0,59	6,3
8 Mayıs 18	14	0,33	0,02	6,7	0,0	2075	0,63	7,8
9 Mayıs 18	15	0,33	0,02	6,7	0,0	2105	0,65	9,3
10 Mayıs 18	16	0,33	0,02	6,7	0,0	2155	0,67	10,9
11 Mayıs 18	17	0,33	0,02	6,4	0,0	2185	0,68	12,6
12 Mayıs 18	18	0,32	0,02	6,4	0,0	2235	0,67	14,2
13 Mayıs 18	19	0,24	0,03	6,4	0,0	2305	0,48	15,3
14 Mayıs 18	20	0,25	0,02	6,7	0,0	2305	0,53	16,6
15 Mayıs 18	21	0,24	0,02	6,7	0,0	2305	0,51	17,8
16 Mayıs 18	22	0,26	0,02	6,7	0,0	2210	0,53	19,1
17 Mayıs 18	23	0,25	0,02	6,7	0,0	2185	0,50	20,3
18 Mayıs 18	24	0,22	0,03	6,9	0,0	2420	0,46	21,4
19 Mayıs 18	25	0,23	0,02	6,9	0,0	2445	0,51	22,6
20 Mayıs 18	26	0,25	0,03	6,9	0,0	2460	0,54	23,9
21 Mayıs 18	27	0,24	0,02	7,2	0,0	2485	0,55	25,2
22 Mayıs 18	28	0,28	0,03	7,2	0,0	2515	0,63	26,7
23 Mayıs 18	29	0,25	0,02	7,1	0,0	2545	0,57	28,1
24 Mayıs 18	30	0,26	0,02	7,1	65,1	2595	0,62	29,6
25 Mayıs 18	31	0,26	0,02	7,3	66,0	2515	0,60	31,1
26 Mayıs 18	32	0,23	0,03	7,2	65,8	2495	0,49	32,2
27 Mayıs 18	33	0,22	0,02	7,2	64,2	2475	0,50	33,4
28 Mayıs 18	34	0,21	0,02	7,2	89,7	2415	0,45	34,5
29 Mayıs 18	35	0,20	0,02	7,2	88,5	2415	0,42	35,5
30 Mayıs 18	36	0,21	0,02	7,2	74,6	2405	0,46	36,6
31 Mayıs 18	37	0,19	0,02	7,2	85,9	2445	0,42	37,6
1 Haziran 18	38	0,19	0,02	7,2	89,2	2445	0,42	38,6
2 Haziran 18	39	0,20	0,02	7,2	176,0	2395	0,42	39,6
3 Haziran 18	40	0,19	0,03	7,8	173,0	2315	0,36	40,4
4 Haziran 18	41	0,18	0,02	7,8	169,0	2405	0,38	41,4
5 Haziran 18	42	0,19	0,03	7,8	219,0	2455	0,39	42,3
6 Haziran 18	43	0,17	0,03	7,8	226,0	2435	0,34	43,1
7 Haziran 18	44	0,16	0,03	7,8	240,0	2385	0,30	43,8
8 Haziran 18	45	0,16	0,02	7,8	219,0	2385	0,32	44,6
9 Haziran 18	46	0,15	0,02	7,8	203,0	2375	0,31	45,3
10 Haziran 18	47	0,15	0,02	7,8	210,0	2375	0,31	46,1
11 Haziran 18	48	0,15	0,02	7,8	205,0	2405	0,30	46,8
12 Haziran 18	49	0,15	0,02	7,8	191,0	2415	0,31	47,6
13 Haziran 18	50	0,15	0,02	7,8	211,0	2295	0,30	48,3
14 Haziran 18	51	0,15	0,03	7,8	214,0	2485	0,30	49,0
15 Haziran 18	52	0,15	0,02	7,8	234,0	2365	0,30	49,7
16 Haziran 18	53	0,15	0,02	7,8	246,0	2345	0,29	50,4
17 Haziran 18	54	0,14	0,02	7,8	222,0	2315	0,27	51,0
18 Haziran 18	55	0,14	0,03	7,8	211,0	2485	0,26	51,7
19 Haziran 18	56	0,14	0,02	7,9	211,0	2485	0,29	52,4
20 Haziran 18	57	0,14	0,02	7,5	233,0	2465	0,28	53,0
21 Haziran 18	58	0,13	0,02	7,5	245,0	2460	0,27	53,7
22 Haziran 18	59	0,13	0,02	7,5	233,0	2395	0,26	54,3
23 Haziran 18	60	0,11	0,02	7,6	244,8	2460	0,22	54,8



24 Haziran 18	61	0,13	0,02	7,6	260,8	2465	0,26	55,5
25 Haziran 18	62	0,12	0,02	7,6	235,0	2460	0,25	56,1
26 Haziran 18	63	0,13	0,02	7,6	221,0	2455	0,26	56,7
27 Haziran 18	64	0,12	0,02	7,6	246,0	2470	0,23	57,2
28 Haziran 18	65	0,11	0,02	7,6	241,0	2475	0,22	57,8
29 Haziran 18	66	0,11	0,02	7,8	243,0	2435	0,22	58,3
30 Haziran 18	67	0,11	0,02	7,7	247,0	2395	0,22	58,8
1 Temmuz 18	68	0,11	0,02	7,7	267,3	2450	0,21	59,3
2 Temmuz 18	69	0,10	0,02	7,8	263,5	2435	0,18	59,7
3 Temmuz 18	70	0,12	0,02	7,8	259,0	2400	0,23	60,3
4 Temmuz 18	71	0,12	0,02	7,8	265,0	2435	0,23	60,8
5 Temmuz 18	72	0,11	0,02	7,7	256,5	2460	0,22	61,4
6 Temmuz 18	73	0,11	0,02	7,7	268,0	2465	0,21	61,9
7 Temmuz 18	74	0,10	0,02	7,7	266,0	2470	0,19	62,3
8 Temmuz 18	75	0,10	0,02	7,7	262,0	2455	0,18	62,8
9 Temmuz 18	76	0,10	0,02	7,7	276,0	2490	0,19	63,2
10 Temmuz 18	77	0,08	0,02	7,5	272,5	2445	0,15	63,6
11 Temmuz 18	78	0,10	0,02	7,8	260,0	2410	0,18	64,0
12 Temmuz 18	79	0,10	0,02	7,8	261,0	2405	0,18	64,4
13 Temmuz 18	80	0,09	0,02	7,6	267,0	2430	0,17	64,8
14 Temmuz 18	81	0,10	0,01	7,7	294,0	2435	0,22	65,4
15 Temmuz 18	82	0,10	0,01	7,6	266,0	2460	0,22	65,9
16 Temmuz 18	83	0,08	0,01	7,9	274,0	2435	0,17	66,3
17 Temmuz 18	84	0,08	0,01	7,8	293,0	2430	0,17	66,7
18 Temmuz 18	85	0,07	0,01	7,8	289,0	2435	0,15	67,1
19 Temmuz 18	86	0,05	0,01	7,8	292,0	2430	0,10	67,3
20 Temmuz 18	87	0,04	0,01	7,6	268,0	2425	0,07	67,5
21 Temmuz 18	88	0,03	0,01	7,6	245,0	2410	0,05	67,6
22 Temmuz 18	89	0,03	0,01	7,5	312,0	2405	0,05	67,7
23 Temmuz 18	90	0,03	0,02	7,5	282,0	2410	0,02	67,8

## EK-5 6kg/ton Kireç İlave Edilmiş Kolon Testi Verileri

6kg/ton CaO ile Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	pH	NaCN	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm		ppm	ml	(ppm)	%
25 Nisan 18	1	0,00	0,02	9,1	0,0	0	0,00	0,0
26 Nisan 18	2	0,00	0,02	8,6	0,0	0	0,00	0,0
27 Nisan 18	3	0,00	0,02	8,8	0,0	0	0,00	0,0
28 Nisan 18	4	0,00	0,02	8,5	0,0	0	0,00	0,0
29 Nisan 18	5	0,21	0,02	8,6	0,0	0	0,00	0,0
30 Nisan 18	6	0,21	0,02	8,7	0,0	0	0,00	0,0
1 Mayıs 18	7	0,20	0,02	8,6	0,0	0	0,00	0,0
2 Mayıs 18	8	0,20	0,02	8,7	0,0	450	0,08	0,2
3 Mayıs 18	9	0,21	0,02	8,6	0,0	660	0,13	0,5
4 Mayıs 18	10	0,24	0,02	8,4	0,0	1120	0,25	1,1
5 Mayıs 18	11	0,26	0,02	8,4	0,0	1420	0,34	1,9
6 Mayıs 18	12	0,27	0,02	8,6	0,0	1720	0,42	2,8
7 Mayıs 18	13	0,31	0,01	8,6	0,0	1920	0,58	4,2
8 Mayıs 18	14	0,35	0,02	8,7	0,0	2010	0,65	5,7
9 Mayıs 18	15	0,35	0,02	8,7	0,0	2040	0,66	7,3
10 Mayıs 18	16	0,33	0,02	8,7	0,0	2080	0,64	8,8
11 Mayıs 18	17	0,34	0,02	8,0	0,0	2090	0,66	10,3
12 Mayıs 18	18	0,34	0,02	8,3	0,0	2040	0,65	11,9
13 Mayıs 18	19	0,34	0,03	8,6	0,0	2080	0,64	13,4
14 Mayıs 18	20	0,35	0,02	8,7	0,0	2090	0,68	15,0
15 Mayıs 18	21	0,34	0,02	8,8	0,0	2110	0,68	16,6
16 Mayıs 18	22	0,33	0,02	8,8	23,2	2160	0,67	18,1
17 Mayıs 18	23	0,33	0,02	8,8	25,3	2210	0,69	19,7
18 Mayıs 18	24	0,35	0,01	8,9	29,2	2220	0,74	21,5
19 Mayıs 18	25	0,34	0,02	9,0	65,2	2230	0,71	23,2
20 Mayıs 18	26	0,31	0,03	9,1	48,6	2190	0,60	24,6
21 Mayıs 18	27	0,32	0,02	9,2	52,6	2230	0,67	26,1
22 Mayıs 18	28	0,28	0,03	9,2	77,4	2450	0,61	27,6
23 Mayıs 18	29	0,31	0,02	9,1	93,5	2470	0,72	29,3
24 Mayıs 18	30	0,29	0,02	9,1	88,7	2490	0,67	30,8
25 Mayıs 18	31	0,30	0,02	9,3	85,2	2510	0,69	32,4
26 Mayıs 18	32	0,29	0,03	9,2	65,3	2550	0,66	34,0
27 Mayıs 18	33	0,29	0,02	9,3	72,4	2590	0,70	35,6
28 Mayıs 18	34	0,30	0,02	9,3	92,4	2520	0,69	37,3
29 Mayıs 18	35	0,29	0,02	9,4	95,7	2490	0,66	38,8
30 Mayıs 18	36	0,27	0,02	9,2	154,3	2480	0,62	40,3
31 Mayıs 18	37	0,26	0,02	9,5	158,6	2410	0,58	41,6
1 Haziran 18	38	0,25	0,02	9,5	157,2	2420	0,54	42,9
2 Haziran 18	39	0,23	0,02	9,3	200,0	2400	0,50	44,1
3 Haziran 18	40	0,24	0,03	9,6	197,0	2450	0,51	45,3
4 Haziran 18	41	0,22	0,02	9,6	193,0	2440	0,49	46,4
5 Haziran 18	42	0,24	0,03	9,6	243,0	2400	0,49	47,6
6 Haziran 18	43	0,19	0,03	9,4	213,6	2310	0,37	48,5
7 Haziran 18	44	0,19	0,01	9,3	264,0	2410	0,43	49,5
8 Haziran 18	45	0,19	0,02	9,5	219,3	2450	0,42	50,5
9 Haziran 18	46	0,21	0,01	9,5	218,5	2440	0,48	51,6
10 Haziran 18	47	0,18	0,02	9,2	217,5	2380	0,38	52,5
11 Haziran 18	48	0,19	0,02	9,2	229,0	2390	0,41	53,4
12 Haziran 18	49	0,19	0,02	9,3	215,0	2370	0,40	54,4
13 Haziran 18	50	0,19	0,02	9,5	235,0	2380	0,39	55,3
14 Haziran 18	51	0,19	0,03	9,6	238,0	2440	0,39	56,2
15 Haziran 18	52	0,18	0,02	9,5	212,4	2420	0,39	57,1
16 Haziran 18	53	0,18	0,02	9,6	213,5	2290	0,35	57,9
17 Haziran 18	54	0,17	0,02	9,5	233,5	2490	0,37	58,8
18 Haziran 18	55	0,16	0,02	9,3	235,0	2360	0,33	59,6
19 Haziran 18	56	0,17	0,01	9,4	235,0	2350	0,36	60,4
20 Haziran 18	57	0,16	0,02	9,5	245,6	2310	0,32	61,2
21 Haziran 18	58	0,16	0,02	9,5	269,0	2490	0,34	62,0
22 Haziran 18	59	0,16	0,02	9,5	257,0	2480	0,33	62,8
23 Haziran 18	60	0,15	0,02	9,6	255,3	2470	0,32	63,5

24 Haziran 18	61	0,15	0,02	9,9	254,3	2460	0,32	64,3
25 Haziran 18	62	0,12	0,02	9,5	259,0	2400	0,24	64,8
26 Haziran 18	63	0,15	0,02	9,7	251,6	2460	0,31	65,6
27 Haziran 18	64	0,14	0,02	9,8	270,0	2470	0,28	66,2
28 Haziran 18	65	0,13	0,02	9,7	265,0	2460	0,27	66,9
29 Haziran 18	66	0,13	0,02	9,4	267,0	2460	0,27	67,5
30 Haziran 18	67	0,13	0,02	9,3	271,0	2470	0,26	68,1
1 Temmuz 18	68	0,13	0,02	9,4	291,3	2350	0,26	68,7
2 Temmuz 18	69	0,14	0,02	9,5	287,5	2380	0,27	69,4
3 Temmuz 18	70	0,13	0,02	9,7	266,0	2520	0,28	70,0
4 Temmuz 18	71	0,11	0,02	9,9	264,0	2460	0,22	70,5
5 Temmuz 18	72	0,10	0,02	9,9	280,5	2460	0,20	71,0
6 Temmuz 18	73	0,10	0,02	9,5	283,0	2410	0,19	71,4
7 Temmuz 18	74	0,09	0,02	9,4	262,0	2440	0,17	71,8
8 Temmuz 18	75	0,10	0,02	9,4	265,0	2420	0,19	72,3
9 Temmuz 18	76	0,09	0,02	9,4	288,5	2470	0,17	72,7
10 Temmuz 18	77	0,10	0,02	9,2	289,6	2380	0,19	73,1
11 Temmuz 18	78	0,09	0,02	9,5	284,0	2460	0,17	73,5
12 Temmuz 18	79	0,08	0,02	9,5	289,4	2490	0,15	73,9
13 Temmuz 18	80	0,06	0,02	9,3	291,0	2450	0,10	74,1
14 Temmuz 18	81	0,07	0,01	9,4	291,4	2400	0,14	74,5
15 Temmuz 18	82	0,06	0,02	9,3	290,0	2400	0,10	74,7
16 Temmuz 18	83	0,04	0,02	9,6	282,0	2430	0,05	74,8
17 Temmuz 18	84	0,04	0,02	9,7	301,2	2440	0,05	74,9
18 Temmuz 18	85	0,03	0,01	9,5	305,2	2460	0,05	75,0
19 Temmuz 18	86	0,03	0,01	9,6	306,2	2440	0,05	75,1
20 Temmuz 18	87	0,03	0,01	9,6	306,5	2430	0,05	75,3
21 Temmuz 18	88	0,03	0,01	9,4	309,8	2440	0,05	75,4
22 Temmuz 18	89	0,03	0,01	9,3	309,9	2480	0,05	75,5
23 Temmuz 18	90	0,03	0,01	9,3	306,0	2490	0,05	75,6

## EK-6 8 kg/ton Kireç İlave Edilmiş Kolon Testi Verileri

8 kg/ton CaO ile Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	pH	NaCN	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm		ppm	ml	(ppm)	%
25 Nisan 18	1	0,00	0,02	10,1	0,0	0	0,00	0,0
26 Nisan 18	2	0,00	0,02	10,2	0,0	0	0,00	0,0
27 Nisan 18	3	0,00	0,02	10,1	0,0	0	0,00	0,0
28 Nisan 18	4	0,00	0,02	9,8	0,0	0	0,00	0,0
29 Nisan 18	5	0,00	0,02	9,9	0,0	0	0,00	0,0
30 Nisan 18	6	0,11	0,02	10,0	0,0	312	0,03	0,1
1 Mayıs 18	7	0,23	0,02	9,9	0,0	555	0,11	0,3
2 Mayıs 18	8	0,19	0,02	10,0	0,0	1410	0,24	0,9
3 Mayıs 18	9	0,25	0,02	10,0	0,0	1480	0,33	1,7
4 Mayıs 18	10	0,27	0,02	9,7	0,0	1910	0,47	2,8
5 Mayıs 18	11	0,29	0,02	9,8	0,0	1950	0,53	4,1
6 Mayıs 18	12	0,30	0,02	9,8	35,3	1990	0,56	5,4
7 Mayıs 18	13	0,34	0,01	9,9	54,3	2030	0,67	7,0
8 Mayıs 18	14	0,37	0,02	10,0	62,2	2070	0,71	8,7
9 Mayıs 18	15	0,36	0,02	9,9	85,0	2110	0,71	10,4
10 Mayıs 18	16	0,35	0,02	9,9	78,3	2150	0,71	12,1
11 Mayıs 18	17	0,36	0,02	9,3	88,3	2190	0,73	13,8
12 Mayıs 18	18	0,35	0,02	9,7	92,3	2230	0,74	15,6
13 Mayıs 18	19	0,34	0,03	9,9	93,4	2310	0,72	17,3
14 Mayıs 18	20	0,34	0,02	10,0	112,3	2300	0,74	19,0
15 Mayıs 18	21	0,36	0,02	10,1	142,3	2310	0,79	20,9
16 Mayıs 18	22	0,36	0,02	10,1	149,0	2230	0,76	22,7
17 Mayıs 18	23	0,33	0,02	10,1	132,0	2190	0,67	24,3
18 Mayıs 18	24	0,34	0,01	10,2	144,0	2430	0,79	26,2
19 Mayıs 18	25	0,33	0,02	10,2	165,0	2450	0,76	28,0
20 Mayıs 18	26	0,32	0,03	10,3	185,3	2470	0,72	29,7
21 Mayıs 18	27	0,33	0,02	10,4	201,5	2490	0,77	31,5
22 Mayıs 18	28	0,31	0,03	10,7	211,3	2510	0,70	33,2
23 Mayıs 18	29	0,29	0,02	10,4	207,9	2550	0,69	34,8
24 Mayıs 18	30	0,28	0,02	10,3	199,0	2590	0,67	36,4
25 Mayıs 18	31	0,23	0,02	10,6	219,0	2520	0,53	37,7
26 Mayıs 18	32	0,22	0,03	10,5	209,0	2490	0,47	38,8
27 Mayıs 18	33	0,22	0,02	10,6	212,0	2480	0,50	40,0
28 Mayıs 18	34	0,19	0,02	10,7	218,3	2410	0,41	41,0
29 Mayıs 18	35	0,18	0,02	10,6	226,0	2420	0,39	41,9
30 Mayıs 18	36	0,16	0,02	10,7	265,5	2400	0,32	42,6
31 Mayıs 18	37	0,13	0,02	10,6	251,0	2450	0,27	43,3
1 Haziran 18	38	0,11	0,02	10,8	242,0	2440	0,22	43,8
2 Haziran 18	39	0,11	0,02	10,5	237,0	2400	0,20	44,3
3 Haziran 18	40	0,12	0,03	10,7	228,0	2310	0,20	44,8
4 Haziran 18	41	0,11	0,02	10,8	231,0	2410	0,22	45,3
5 Haziran 18	42	0,11	0,03	10,9	269,0	2450	0,18	45,7
6 Haziran 18	43	0,11	0,03	10,7	275,0	2440	0,20	46,2
7 Haziran 18	44	0,11	0,01	10,5	297,0	2380	0,23	46,7
8 Haziran 18	45	0,11	0,02	10,9	283,0	2390	0,21	47,2
9 Haziran 18	46	0,12	0,01	10,8	259,0	2370	0,26	47,9
10 Haziran 18	47	0,10	0,02	10,6	258,0	2380	0,19	48,3
11 Haziran 18	48	0,10	0,02	10,5	264,0	2440	0,20	48,8
12 Haziran 18	49	0,10	0,02	10,6	256,0	2420	0,19	49,2
13 Haziran 18	50	0,11	0,02	10,8	275,0	2290	0,21	49,7
14 Haziran 18	51	0,10	0,03	10,8	264,0	2490	0,17	50,1
15 Haziran 18	52	0,11	0,02	10,8	300,0	2360	0,21	50,6
16 Haziran 18	53	0,11	0,02	10,7	294,0	2350	0,20	51,1
17 Haziran 18	54	0,10	0,02	10,7	282,0	2310	0,18	51,6
18 Haziran 18	55	0,11	0,01	10,7	260,0	2490	0,25	52,1
19 Haziran 18	56	0,09	0,02	10,6	267,0	2480	0,17	52,6
20 Haziran 18	57	0,10	0,02	10,8	287,0	2470	0,20	53,0
21 Haziran 18	58	0,10	0,02	10,8	301,0	2460	0,20	53,5
22 Haziran 18	59	0,10	0,02	10,8	308,6	2400	0,18	53,9
23 Haziran 18	60	0,09	0,02	11,0	311,5	2460	0,17	54,3

24 Haziran 18	61	0,09	0,02	11,0	318,8	2470	0,17	54,7
25 Haziran 18	62	0,09	0,02	10,9	289,0	2460	0,17	55,2
26 Haziran 18	63	0,09	0,02	10,8	299,7	2460	0,17	55,6
27 Haziran 18	64	0,10	0,02	11,0	303,0	2470	0,20	56,0
28 Haziran 18	65	0,11	0,02	11,0	301,0	2480	0,21	56,5
29 Haziran 18	66	0,10	0,02	10,7	306,7	2435	0,19	57,0
30 Haziran 18	67	0,09	0,02	10,6	304,0	2490	0,17	57,4
1 Temmuz 18	68	0,09	0,02	11,1	311,0	2450	0,17	57,8
2 Temmuz 18	69	0,10	0,02	11,1	320,0	2440	0,18	58,3
3 Temmuz 18	70	0,11	0,02	11,3	310,0	2400	0,22	58,8
4 Temmuz 18	71	0,11	0,02	11,2	295,0	2440	0,22	59,3
5 Temmuz 18	72	0,11	0,02	11,2	313,0	2460	0,21	59,8
6 Temmuz 18	73	0,09	0,02	10,8	316,0	2470	0,17	60,2
7 Temmuz 18	74	0,10	0,02	10,7	312,0	2470	0,20	60,7
8 Temmuz 18	75	0,09	0,02	10,7	306,0	2460	0,17	61,1
9 Temmuz 18	76	0,10	0,02	10,7	343,0	2490	0,19	61,5
10 Temmuz 18	77	0,09	0,02	10,3	347,3	2450	0,17	61,9
11 Temmuz 18	78	0,08	0,02	10,8	339,6	2410	0,14	62,3
12 Temmuz 18	79	0,08	0,02	10,7	339,8	2410	0,14	62,6
13 Temmuz 18	80	0,08	0,02	10,6	339,7	2430	0,15	63,0
14 Temmuz 18	81	0,07	0,03	10,8	348,0	2440	0,10	63,2
15 Temmuz 18	82	0,07	0,01	10,6	338,9	2460	0,15	63,6
16 Temmuz 18	83	0,06	0,02	10,9	339,6	2440	0,10	63,8
17 Temmuz 18	84	0,04	0,02	10,9	352,5	2430	0,05	63,9
18 Temmuz 18	85	0,04	0,02	10,9	376,5	2440	0,05	64,0
19 Temmuz 18	86	0,03	0,01	11,2	358,0	2430	0,05	64,1
20 Temmuz 18	87	0,03	0,01	11,1	366,0	2430	0,05	64,3
21 Temmuz 18	88	0,03	0,01	10,8	360,0	2410	0,05	64,4
22 Temmuz 18	89	0,03	0,01	10,7	357,0	2410	0,05	64,5
23 Temmuz 18	90	0,03	0,02	11,1	335,0	2410	0,02	64,5

## EK-7 8 ppm Oksijen Miktarı ile Kolon Testi Verileri

8 ppm O <sub>2</sub> ile Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	NaCN	O <sub>2</sub>	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm	ppm	ppm	ml	(ppm)	%
20 Ekim 18	1	0,00	0,02	0,0	8,2	0	0,00	0,0
21 Ekim 18	2	0,00	0,02	0,0	8,1	0	0,00	0,0
22 Ekim 18	3	0,00	0,02	0,0	8,0	0	0,00	0,0
23 Ekim 18	4	0,00	0,02	0,0	8,0	0	0,00	0,0
24 Ekim 18	5	0,00	0,02	0,0	7,9	0	0,00	0,0
25 Ekim 18	6	0,00	0,02	20,0	7,8	0	0,00	0,0
26 Ekim 18	7	0,17	0,02	20,0	7,8	535	0,08	0,2
27 Ekim 18	8	0,22	0,02	20,0	7,7	810	0,16	0,6
28 Ekim 18	9	0,24	0,02	20,0	7,6	1065	0,23	1,1
29 Ekim 18	10	0,26	0,02	20,0	7,8	1360	0,32	1,9
30 Ekim 18	11	0,29	0,02	20,0	7,5	1930	0,52	3,1
31 Ekim 18	12	0,31	0,02	20,0	7,4	1965	0,57	4,5
1 Kasım 18	13	0,32	0,01	30,0	7,3	2010	0,61	5,9
2 Kasım 18	14	0,32	0,02	30,0	7,3	2045	0,60	7,4
3 Kasım 18	15	0,32	0,02	30,0	7,3	2090	0,63	8,9
4 Kasım 18	16	0,33	0,02	30,0	7,3	2125	0,65	10,4
5 Kasım 18	17	0,33	0,02	40,0	7,3	2170	0,66	12,0
6 Kasım 18	18	0,33	0,02	40,0	7,3	2205	0,68	13,6
7 Kasım 18	19	0,32	0,03	40,0	7,3	2290	0,66	15,2
8 Kasım 18	20	0,32	0,02	40,0	7,4	2275	0,67	16,8
9 Kasım 18	21	0,33	0,02	60,0	7,6	2290	0,70	18,5
10 Kasım 18	22	0,32	0,02	50,0	7,6	2180	0,65	20,0
11 Kasım 18	23	0,32	0,02	50,0	7,6	2170	0,64	21,5
12 Kasım 18	24	0,31	0,03	50,0	7,6	2390	0,66	23,1
13 Kasım 18	25	0,30	0,02	60,0	7,6	2430	0,68	24,7
14 Kasım 18	26	0,30	0,03	95,0	7,9	2430	0,66	26,3
15 Kasım 18	27	0,29	0,02	95,0	7,6	2470	0,67	27,9
16 Kasım 18	28	0,28	0,03	125,0	7,6	2485	0,61	29,3
17 Kasım 18	29	0,27	0,02	194,3	7,6	2530	0,62	30,8
18 Kasım 18	30	0,28	0,02	202,0	7,6	2565	0,65	32,3
19 Kasım 18	31	0,27	0,02	206,0	7,6	2500	0,61	33,8
20 Kasım 18	32	0,27	0,03	209,0	7,9	2465	0,58	35,2
21 Kasım 18	33	0,27	0,02	202,0	7,6	2460	0,60	36,6
22 Kasım 18	34	0,26	0,02	229,0	7,8	2400	0,58	38,0
23 Kasım 18	35	0,25	0,02	239,0	8,2	2400	0,55	39,3
24 Kasım 18	36	0,25	0,02	255,3	8,5	2390	0,54	40,6
25 Kasım 18	37	0,23	0,02	239,6	8,4	2430	0,51	41,8
26 Kasım 18	38	0,22	0,02	232,0	8,2	2430	0,49	42,9
27 Kasım 18	39	0,22	0,02	226,0	8,1	2380	0,46	44,1
28 Kasım 18	40	0,22	0,03	229,0	7,8	2300	0,44	45,1
29 Kasım 18	41	0,22	0,02	231,0	8,2	2390	0,47	46,2
30 Kasım 18	42	0,21	0,03	261,1	8,0	2440	0,44	47,2
1 Aralık 18	43	0,21	0,03	285,0	8,1	2420	0,42	48,3
2 Aralık 18	44	0,21	0,03	296,0	7,6	2370	0,43	49,3
3 Aralık 18	45	0,21	0,02	281,0	7,6	2370	0,44	50,3
4 Aralık 18	46	0,21	0,02	283,0	7,7	2360	0,44	51,3
5 Aralık 18	47	0,20	0,02	274,0	7,7	2345	0,41	52,3
6 Aralık 18	48	0,19	0,02	261,0	7,7	2375	0,39	53,3
7 Aralık 18	49	0,18	0,02	268,0	7,7	2385	0,38	54,2
8 Aralık 18	50	0,18	0,02	266,0	7,6	2265	0,35	55,0
9 Aralık 18	51	0,18	0,03	264,0	7,6	2455	0,36	55,8
10 Aralık 18	52	0,17	0,02	262,0	7,5	2335	0,35	56,7
11 Aralık 18	53	0,17	0,02	260,0	7,5	2315	0,34	57,5
12 Aralık 18	54	0,16	0,02	258,0	7,4	2285	0,32	58,2
13 Aralık 18	55	0,17	0,03	256,0	7,3	2455	0,33	59,0
14 Aralık 18	56	0,17	0,02	255,0	7,3	2455	0,36	59,9
15 Aralık 18	57	0,16	0,02	255,0	7,3	2435	0,33	60,7
16 Aralık 18	58	0,15	0,02	254,0	7,3	2445	0,32	61,4
17 Aralık 18	59	0,14	0,02	250,0	7,8	2380	0,29	62,1
18 Aralık 18	60	0,15	0,02	245,0	7,7	2445	0,31	62,8

19 Aralık 18	61	0,14	0,02	235,0	7,9	2450	0,28	63,5
20 Aralık 18	62	0,15	0,02	230,0	7,6	2445	0,31	64,2
21 Aralık 18	63	0,14	0,02	225,0	7,7	2440	0,29	64,9
22 Aralık 18	64	0,13	0,02	235,0	7,7	2455	0,27	65,6
23 Aralık 18	65	0,14	0,02	230,0	7,8	2460	0,28	66,2
24 Aralık 18	66	0,13	0,02	222,0	7,8	2420	0,27	66,9
25 Aralık 18	67	0,13	0,02	221,0	7,9	2380	0,25	67,5
26 Aralık 18	68	0,13	0,02	198,0	7,8	2435	0,26	68,1
27 Aralık 18	69	0,13	0,02	185,0	7,8	2420	0,27	68,7
28 Aralık 18	70	0,13	0,02	192,0	7,7	2370	0,25	69,3
29 Aralık 18	71	0,13	0,02	194,0	7,7	2420	0,27	69,9
30 Aralık 18	72	0,13	0,02	174,0	7,6	2430	0,27	70,6
31 Aralık 18	73	0,12	0,02	184,0	8,2	2450	0,23	71,1
1 Ocak 19	74	0,12	0,02	186,0	8,3	2440	0,24	71,7
2 Ocak 19	75	0,12	0,02	165,0	8,4	2440	0,24	72,3
3 Ocak 19	76	0,13	0,02	214,0	7,7	2460	0,26	72,9
4 Ocak 19	77	0,12	0,02	212,0	7,5	2430	0,23	73,4
5 Ocak 19	78	0,12	0,02	210,0	8,1	2380	0,24	74,0
6 Ocak 19	79	0,12	0,02	208,0	7,5	2390	0,24	74,6
7 Ocak 19	80	0,11	0,02	206,0	7,5	2400	0,22	75,1
8 Ocak 19	81	0,11	0,01	204,0	8,1	2420	0,24	75,7
9 Ocak 19	82	0,10	0,01	202,0	8,2	2430	0,22	76,2
10 Ocak 19	83	0,10	0,01	200,0	8,3	2420	0,22	76,7
11 Ocak 19	84	0,11	0,01	198,0	7,7	2400	0,23	77,3
12 Ocak 19	85	0,10	0,01	196,0	7,9	2420	0,22	77,8
13 Ocak 19	86	0,10	0,01	194,0	7,7	2400	0,20	78,3
14 Ocak 19	87	0,10	0,01	192,0	7,8	2410	0,22	78,8
15 Ocak 19	88	0,10	0,01	190,0	7,8	2395	0,20	79,3
16 Ocak 19	89	0,10	0,01	282,0	7,9	2390	0,22	79,8
17 Ocak 19	90	0,09	0,02	286,0	7,8	2395	0,17	80,2

## EK-8 10 ppm Oksijen Miktarı ile Kolon Testi Verileri

10 ppm O <sub>2</sub> ile Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	NaCN	O <sub>2</sub>	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm	ppm	ppm	ml	(ppm)	%
20 Ekim 18	1	0,00	0,02	0,0	8,6	0	0,00	0,0
21 Ekim 18	2	0,00	0,02	0,0	8,5	0	0,00	0,0
22 Ekim 18	3	0,00	0,02	0,0	8,4	0	0,00	0,0
23 Ekim 18	4	0,00	0,02	0,0	8,4	0	0,00	0,0
24 Ekim 18	5	0,00	0,02	0,0	8,3	0	0,00	0,0
25 Ekim 18	6	0,00	0,02	0,0	8,2	0	0,00	0,0
26 Ekim 18	7	0,00	0,02	0,0	8,2	0	0,00	0,0
27 Ekim 18	8	0,24	0,02	20,0	8,1	440	0,09	0,2
28 Ekim 18	9	0,26	0,02	20,0	8,0	640	0,15	0,6
29 Ekim 18	10	0,28	0,02	20,0	8,0	1110	0,29	1,3
30 Ekim 18	11	0,30	0,02	20,0	7,9	1400	0,39	2,2
31 Ekim 18	12	0,32	0,02	20,0	7,8	1710	0,50	3,4
1 Kasım 18	13	0,32	0,01	20,0	7,7	1900	0,59	4,8
2 Kasım 18	14	0,33	0,02	30,0	7,7	2000	0,61	6,3
3 Kasım 18	15	0,33	0,02	30,0	7,6	2020	0,62	7,7
4 Kasım 18	16	0,33	0,02	30,0	7,5	2070	0,64	9,3
5 Kasım 18	17	0,33	0,02	30,0	9,2	2070	0,63	10,8
6 Kasım 18	18	0,33	0,02	30,0	9,2	2030	0,63	12,3
7 Kasım 18	19	0,35	0,03	40,0	9,4	2060	0,66	13,9
8 Kasım 18	20	0,35	0,02	40,0	7,8	2080	0,68	15,5
9 Kasım 18	21	0,35	0,02	40,0	7,8	2090	0,68	17,1
10 Kasım 18	22	0,34	0,02	40,0	7,8	2150	0,69	18,7
11 Kasım 18	23	0,34	0,02	50,0	7,8	2190	0,70	20,4
12 Kasım 18	24	0,35	0,01	60,0	9,2	2210	0,74	22,2
13 Kasım 18	25	0,34	0,02	60,0	7,8	2210	0,71	23,9
14 Kasım 18	26	0,32	0,03	90,0	8,4	2180	0,63	25,4
15 Kasım 18	27	0,31	0,02	90,0	8,5	2210	0,64	26,9
16 Kasım 18	28	0,31	0,03	186,3	8,6	2440	0,67	28,5
17 Kasım 18	29	0,29	0,02	198,5	8,0	2450	0,65	30,0
18 Kasım 18	30	0,30	0,02	190,0	8,0	2480	0,68	31,7
19 Kasım 18	31	0,29	0,02	205,0	8,3	2490	0,66	33,2
20 Kasım 18	32	0,29	0,03	194,0	8,1	2540	0,66	34,8
21 Kasım 18	33	0,29	0,02	193,0	8,1	2580	0,70	36,5
22 Kasım 18	34	0,29	0,02	210,2	8,1	2510	0,67	38,1
23 Kasım 18	35	0,29	0,02	221,0	8,1	2480	0,66	39,6
24 Kasım 18	36	0,27	0,02	234,0	8,2	2470	0,62	41,1
25 Kasım 18	37	0,26	0,02	236,0	8,2	2400	0,58	42,5
26 Kasım 18	38	0,25	0,02	230,0	8,2	2410	0,54	43,8
27 Kasım 18	39	0,23	0,02	236,0	8,2	2390	0,49	44,9
28 Kasım 18	40	0,24	0,03	236,0	8,2	2440	0,50	46,1
29 Kasım 18	41	0,23	0,02	238,0	8,6	2430	0,50	47,3
30 Kasım 18	42	0,22	0,03	252,0	8,5	2390	0,44	48,4
1 Aralık 18	43	0,22	0,03	261,0	8,6	2300	0,44	49,4
2 Aralık 18	44	0,23	0,01	285,0	8,5	2400	0,52	50,7
3 Aralık 18	45	0,21	0,02	264,0	8,7	2440	0,46	51,8
4 Aralık 18	46	0,21	0,01	248,0	8,4	2420	0,47	52,9
5 Aralık 18	47	0,20	0,02	255,0	8,4	2360	0,42	53,9
6 Aralık 18	48	0,21	0,02	250,0	8,4	2370	0,44	54,9
7 Aralık 18	49	0,19	0,02	254,0	8,4	2350	0,40	55,9
8 Aralık 18	50	0,19	0,02	256,0	8,3	2360	0,39	56,8
9 Aralık 18	51	0,19	0,03	259,0	8,3	2420	0,39	57,8
10 Aralık 18	52	0,18	0,02	279,0	8,8	2400	0,38	58,7
11 Aralık 18	53	0,18	0,02	291,0	8,2	2270	0,35	59,5
12 Aralık 18	54	0,17	0,02	267,0	8,1	2470	0,37	60,4
13 Aralık 18	55	0,17	0,02	281,0	8,9	2340	0,35	61,2
14 Aralık 18	56	0,17	0,01	256,0	8,0	2330	0,36	62,1
15 Aralık 18	57	0,15	0,02	278,0	8,0	2300	0,30	62,8
16 Aralık 18	58	0,16	0,02	290,0	8,0	2480	0,33	63,6
17 Aralık 18	59	0,14	0,02	288,0	7,9	2470	0,30	64,3
18 Aralık 18	60	0,15	0,02	289,8	7,9	2460	0,32	65,1



19 Aralık 18	61	0,15	0,02	291,0	7,9	2450	0,32	65,8
20 Aralık 18	62	0,15	0,02	280,0	8,9	2390	0,30	66,5
21 Aralık 18	63	0,15	0,02	289,0	8,4	2450	0,31	67,3
22 Aralık 18	64	0,14	0,02	284,0	9,2	2460	0,28	67,9
23 Aralık 18	65	0,13	0,02	286,0	8,5	2450	0,27	68,6
24 Aralık 18	66	0,13	0,02	288,0	8,5	2450	0,27	69,2
25 Aralık 18	67	0,13	0,02	299,0	8,6	2460	0,26	69,8
26 Aralık 18	68	0,12	0,02	313,0	8,5	2340	0,23	70,4
27 Aralık 18	69	0,13	0,02	308,5	8,5	2360	0,25	71,0
28 Aralık 18	70	0,13	0,02	287,0	8,4	2510	0,28	71,7
29 Aralık 18	71	0,13	0,02	285,0	8,4	2440	0,27	72,3
30 Aralık 18	72	0,13	0,02	301,5	8,3	2450	0,27	72,9
31 Aralık 18	73	0,14	0,02	304,0	8,9	2390	0,27	73,6
1 Ocak 19	74	0,13	0,02	299,0	9,4	2430	0,27	74,2
2 Ocak 19	75	0,13	0,02	311,0	9,3	2400	0,25	74,8
3 Ocak 19	76	0,13	0,02	321,0	9,2	2460	0,26	75,5
4 Ocak 19	77	0,12	0,02	337,0	9,1	2360	0,24	76,0
5 Ocak 19	78	0,11	0,02	318,0	9,0	2450	0,22	76,5
6 Ocak 19	79	0,11	0,02	315,0	9,1	2470	0,21	77,0
7 Ocak 19	80	0,09	0,02	324,0	9,2	2440	0,17	77,4
8 Ocak 19	81	0,11	0,01	328,0	9,1	2380	0,23	78,0
9 Ocak 19	82	0,10	0,02	321,0	9,2	2390	0,18	78,4
10 Ocak 19	83	0,09	0,02	318,0	9,1	2410	0,17	78,8
11 Ocak 19	84	0,07	0,02	338,0	9,2	2430	0,12	79,1
12 Ocak 19	85	0,07	0,01	332,0	9,1	2440	0,15	79,5
13 Ocak 19	86	0,06	0,01	333,0	9,1	2430	0,12	79,7
14 Ocak 19	87	0,04	0,01	338,0	9,3	2420	0,07	79,9
15 Ocak 19	88	0,04	0,01	336,0	8,9	2430	0,07	80,1
16 Ocak 19	89	0,04	0,01	339,0	9,2	2470	0,07	80,3
17 Ocak 19	90	0,04	0,01	329,0	9,1	2480	0,07	80,4

## EK-9 12 ppm Oksijen Miktarı ile Kolon Testi Verileri

12 ppm O <sub>2</sub> ile Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	NaCN	O <sub>2</sub>	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm	ppm	ppm	ml	(ppm)	%
20 Ekim 18	1	0,00	0,02	0,0	11,8	0	0,00	0,0
21 Ekim 18	2	0,00	0,02	0,0	11,5	0	0,00	0,0
22 Ekim 18	3	0,00	0,02	0,0	11,4	0	0,00	0,0
23 Ekim 18	4	0,00	0,02	0,0	11,4	0	0,00	0,0
24 Ekim 18	5	0,00	0,02	0,0	11,6	0	0,00	0,0
25 Ekim 18	6	0,21	0,02	0,0	11,5	440	0,08	0,2
26 Ekim 18	7	0,22	0,02	0,0	11,4	870	0,17	0,6
27 Ekim 18	8	0,24	0,02	20,0	11,1	1120	0,25	1,2
28 Ekim 18	9	0,26	0,02	20,0	11,0	1180	0,28	1,9
29 Ekim 18	10	0,29	0,02	20,0	11,0	2160	0,58	3,3
30 Ekim 18	11	0,31	0,02	20,0	10,9	1960	0,56	4,6
31 Ekim 18	12	0,32	0,02	20,0	10,8	1995	0,60	6,1
1 Kasım 18	13	0,34	0,01	20,0	11,4	2080	0,69	7,7
2 Kasım 18	14	0,34	0,02	20,0	11,0	2075	0,65	9,3
3 Kasım 18	15	0,38	0,02	30,0	10,6	2120	0,75	11,1
4 Kasım 18	16	0,36	0,02	30,0	11,4	2155	0,73	12,9
5 Kasım 18	17	0,37	0,02	40,0	11,1	2200	0,77	14,7
6 Kasım 18	18	0,38	0,02	40,0	11,6	2235	0,79	16,6
7 Kasım 18	19	0,36	0,03	40,0	10,8	2320	0,75	18,4
8 Kasım 18	20	0,36	0,02	40,0	11,6	2305	0,78	20,3
9 Kasım 18	21	0,35	0,02	40,0	10,8	2320	0,77	22,1
10 Kasım 18	22	0,35	0,02	40,0	11,2	2235	0,74	23,9
11 Kasım 18	23	0,33	0,02	50,0	10,8	2200	0,68	25,6
12 Kasım 18	24	0,34	0,01	50,0	11,0	2435	0,79	27,5
13 Kasım 18	25	0,33	0,02	50,0	11,0	2460	0,76	29,3
14 Kasım 18	26	0,30	0,03	85,0	11,3	2475	0,67	30,9
15 Kasım 18	27	0,29	0,02	96,0	11,0	2500	0,66	32,5
16 Kasım 18	28	0,30	0,03	192,9	11,0	2515	0,67	34,1
17 Kasım 18	29	0,27	0,02	189,3	11,0	2560	0,64	35,6
18 Kasım 18	30	0,27	0,02	180,2	11,0	2595	0,65	37,2
19 Kasım 18	31	0,27	0,02	200,0	11,0	2530	0,63	38,7
20 Kasım 18	32	0,28	0,03	189,8	11,2	2495	0,62	40,2
21 Kasım 18	33	0,29	0,02	192,6	11,0	2485	0,67	41,8
22 Kasım 18	34	0,28	0,02	198,7	11,1	2415	0,62	43,3
23 Kasım 18	35	0,28	0,02	206,2	11,1	2425	0,62	44,8
24 Kasım 18	36	0,26	0,02	212,0	11,2	2405	0,58	46,2
25 Kasım 18	37	0,24	0,02	214,0	11,2	2455	0,54	47,5
26 Kasım 18	38	0,23	0,02	219,0	11,5	2445	0,51	48,7
27 Kasım 18	39	0,26	0,02	216,4	11,2	2405	0,57	50,1
28 Kasım 18	40	0,23	0,03	207,2	11,2	2315	0,45	51,1
29 Kasım 18	41	0,25	0,02	222,0	11,3	2415	0,56	52,5
30 Kasım 18	42	0,23	0,03	247,8	11,3	2455	0,48	53,6
1 Aralık 18	43	0,23	0,03	253,6	11,6	2445	0,49	54,8
2 Aralık 18	44	0,22	0,01	251,0	11,3	2385	0,50	56,0
3 Aralık 18	45	0,22	0,02	261,2	11,3	2395	0,47	57,1
4 Aralık 18	46	0,21	0,01	237,0	11,4	2380	0,48	58,3
5 Aralık 18	47	0,20	0,02	235,8	11,6	2390	0,43	59,3
6 Aralık 18	48	0,20	0,02	241,6	11,4	2450	0,43	60,3
7 Aralık 18	49	0,20	0,02	233,4	11,4	2430	0,44	61,4
8 Aralık 18	50	0,20	0,02	252,2	11,3	2300	0,40	62,4
9 Aralık 18	51	0,19	0,03	241,0	11,3	2500	0,40	63,3
10 Aralık 18	52	0,18	0,02	252,0	11,2	2370	0,38	64,2
11 Aralık 18	53	0,18	0,02	251,0	11,2	2360	0,38	65,1
12 Aralık 18	54	0,18	0,02	258,4	11,1	2320	0,37	66,0
13 Aralık 18	55	0,19	0,01	251,0	11,0	2500	0,44	67,1
14 Aralık 18	56	0,19	0,02	253,0	11,0	2490	0,41	68,1
15 Aralık 18	57	0,16	0,02	262,8	11,0	2475	0,35	68,9
16 Aralık 18	58	0,16	0,02	255,0	11,0	2465	0,35	69,7
17 Aralık 18	59	0,16	0,02	260,0	10,9	2405	0,32	70,5
18 Aralık 18	60	0,16	0,02	271,0	10,9	2465	0,35	71,3

19 Aralık 18	61	0,15	0,02	269,0	10,9	2475	0,32	72,1
20 Aralık 18	62	0,16	0,02	263,8	11,3	2465	0,35	72,9
21 Aralık 18	63	0,15	0,02	251,6	11,4	2465	0,32	73,7
22 Aralık 18	64	0,14	0,02	277,4	11,4	2475	0,28	74,4
23 Aralık 18	65	0,14	0,02	275,2	11,5	2485	0,29	75,1
24 Aralık 18	66	0,14	0,02	263,0	11,5	2440	0,29	75,8
25 Aralık 18	67	0,13	0,02	277,8	11,6	2495	0,27	76,4
26 Aralık 18	68	0,13	0,02	284,6	11,5	2455	0,27	77,1
27 Aralık 18	69	0,14	0,02	293,4	11,5	2450	0,29	77,8
28 Aralık 18	70	0,13	0,02	283,2	11,4	2405	0,26	78,4
29 Aralık 18	71	0,14	0,02	268,0	11,4	2450	0,29	79,1
30 Aralık 18	72	0,14	0,02	285,8	11,3	2465	0,30	79,9
31 Aralık 18	73	0,14	0,02	288,6	11,5	2480	0,30	80,6
1 Ocak 19	74	0,13	0,02	284,4	11,3	2475	0,26	81,2
2 Ocak 19	75	0,13	0,02	278,2	11,3	2470	0,27	81,8
3 Ocak 19	76	0,14	0,02	315,0	11,4	2495	0,30	82,6
4 Ocak 19	77	0,14	0,02	319,1	11,4	2460	0,28	83,2
5 Ocak 19	78	0,12	0,02	290,6	11,2	2415	0,24	83,8
6 Ocak 19	79	0,11	0,02	290,4	11,2	2420	0,22	84,3
7 Ocak 19	80	0,12	0,02	302,2	11,2	2435	0,23	84,9
8 Ocak 19	81	0,12	0,03	319,0	11,2	2450	0,21	85,4
9 Ocak 19	82	0,10	0,01	298,8	11,2	2465	0,22	85,9
10 Ocak 19	83	0,09	0,02	290,6	11,3	2450	0,17	86,3
11 Ocak 19	84	0,07	0,02	322,9	11,5	2435	0,12	86,6
12 Ocak 19	85	0,07	0,02	326,7	11,6	2450	0,12	86,9
13 Ocak 19	86	0,06	0,01	328,0	11,4	2435	0,12	87,2
14 Ocak 19	87	0,06	0,01	335,8	11,5	2435	0,12	87,5
15 Ocak 19	88	0,06	0,01	329,6	11,5	2415	0,12	87,8
16 Ocak 19	89	0,03	0,01	326,4	11,6	2415	0,05	87,9
17 Ocak 19	90	0,03	0,02	304,2	11,5	2415	0,02	88,0

## EK-10 d<sub>80</sub>=5,1 mm Tane İriliğinde Kolon Testi Verileri

d80 = 5,1 mm Tane Boyutunda Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	pH	NaCN	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm		ppm	ml	(ppm)	%
16 Ocak 19	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
17 Ocak 19	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
18 Ocak 19	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
19 Ocak 19	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
20 Ocak 19	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
21 Ocak 19	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
22 Ocak 19	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
23 Ocak 19	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
24 Ocak 19	9	0,26	0,02	8,2	20,0	695	0,17	0,4
25 Ocak 19	10	0,28	0,02	8,4	20,0	870	0,22	0,9
26 Ocak 19	11	0,31	0,02	8,2	20,0	1240	0,36	1,8
27 Ocak 19	12	0,33	0,02	8,3	20,0	1965	0,61	3,2
28 Ocak 19	13	0,34	0,01	8,4	30,0	2010	0,65	4,8
29 Ocak 19	14	0,34	0,02	8,5	30,0	2045	0,64	6,3
30 Ocak 19	15	0,35	0,02	8,6	30,0	2090	0,69	8,0
31 Ocak 19	16	0,38	0,02	8,6	30,0	2125	0,77	9,8
1 Şubat 19	17	0,36	0,02	8,7	40,0	2170	0,74	11,6
2 Şubat 19	18	0,37	0,02	8,5	40,0	2205	0,77	13,4
3 Şubat 19	19	0,36	0,03	8,5	40,0	2290	0,76	15,2
4 Şubat 19	20	0,34	0,02	8,6	40,0	2275	0,72	16,9
5 Şubat 19	21	0,35	0,02	8,7	60,0	2290	0,74	18,7
6 Şubat 19	22	0,31	0,02	8,7	50,0	2180	0,63	20,2
7 Şubat 19	23	0,34	0,02	8,8	50,0	2170	0,68	21,8
8 Şubat 19	24	0,33	0,03	8,9	50,0	2390	0,71	23,5
9 Şubat 19	25	0,30	0,02	8,9	60,0	2430	0,68	25,1
10 Şubat 19	26	0,30	0,03	9,0	95,0	2430	0,66	26,7
11 Şubat 19	27	0,29	0,02	8,7	95,0	2470	0,67	28,3
12 Şubat 19	28	0,30	0,03	9,7	125,0	2485	0,66	29,9
13 Şubat 19	29	0,29	0,02	9,6	194,3	2530	0,67	31,5
14 Şubat 19	30	0,30	0,02	9,6	202,0	2565	0,71	33,1
15 Şubat 19	31	0,29	0,02	9,8	206,0	2500	0,66	34,7
16 Şubat 19	32	0,29	0,03	9,7	209,0	2465	0,63	36,2
17 Şubat 19	33	0,29	0,02	9,7	202,0	2460	0,65	37,8
18 Şubat 19	34	0,28	0,02	9,7	229,0	2400	0,62	39,3
19 Şubat 19	35	0,27	0,02	9,7	239,0	2400	0,60	40,7
20 Şubat 19	36	0,27	0,02	9,7	255,3	2390	0,59	42,1
21 Şubat 19	37	0,25	0,02	9,7	239,6	2430	0,56	43,4
22 Şubat 19	38	0,24	0,02	9,7	232,0	2430	0,53	44,7
23 Şubat 19	39	0,24	0,02	9,7	226,0	2380	0,51	45,9
24 Şubat 19	40	0,24	0,03	10,3	229,0	2300	0,48	47,1
25 Şubat 19	41	0,24	0,02	10,3	231,0	2390	0,51	48,3
26 Şubat 19	42	0,23	0,03	10,3	261,1	2440	0,49	49,5
27 Şubat 19	43	0,20	0,03	10,3	285,0	2420	0,41	50,4
28 Şubat 19	44	0,23	0,03	10,3	296,0	2370	0,47	51,6
1 Mart 19	45	0,23	0,02	10,3	281,0	2370	0,49	52,7
2 Mart 19	46	0,23	0,02	10,3	283,0	2360	0,48	53,9
3 Mart 19	47	0,22	0,02	10,3	274,0	2345	0,46	55,0
4 Mart 19	48	0,21	0,02	10,1	261,0	2375	0,44	56,0
5 Mart 19	49	0,20	0,02	10,3	268,0	2385	0,43	57,1
6 Mart 19	50	0,20	0,02	10,1	266,0	2265	0,40	58,0

7 Mart 19	51	0,20	0,03	10,3	264,0	2455	0,41	59,0
8 Mart 19	52	0,19	0,02	10,0	262,0	2335	0,40	59,9
9 Mart 19	53	0,19	0,02	10,0	260,0	2315	0,38	60,8
10 Mart 19	54	0,18	0,02	10,2	258,0	2285	0,37	61,7
11 Mart 19	55	0,19	0,03	10,1	256,0	2455	0,38	62,6
12 Mart 19	56	0,19	0,02	10,1	255,0	2455	0,41	63,6
13 Mart 19	57	0,18	0,02	10,0	255,0	2435	0,38	64,5
14 Mart 19	58	0,17	0,02	10,0	254,0	2445	0,37	65,3
15 Mart 19	59	0,16	0,02	10,0	250,0	2380	0,33	66,1
16 Mart 19	60	0,17	0,02	10,1	245,0	2445	0,35	67,0
17 Mart 19	61	0,16	0,02	10,1	235,0	2450	0,33	67,8
18 Mart 19	62	0,17	0,02	10,1	230,0	2445	0,35	68,6
19 Mart 19	63	0,16	0,02	10,1	225,0	2440	0,34	69,4
20 Mart 19	64	0,15	0,02	10,1	235,0	2455	0,32	70,2
21 Mart 19	65	0,16	0,02	10,1	230,0	2460	0,33	71,0
22 Mart 19	66	0,15	0,02	10,3	222,0	2420	0,31	71,7
23 Mart 19	67	0,15	0,02	10,2	221,0	2380	0,30	72,4
24 Mart 19	68	0,15	0,02	10,2	198,0	2435	0,30	73,2
25 Mart 19	69	0,15	0,02	10,3	185,0	2420	0,31	73,9
26 Mart 19	70	0,15	0,02	10,3	192,0	2370	0,30	74,6
27 Mart 19	71	0,15	0,02	10,3	194,0	2420	0,31	75,4
28 Mart 19	72	0,15	0,02	10,2	174,0	2430	0,32	76,1
29 Mart 19	73	0,14	0,02	10,2	184,0	2450	0,28	76,8
30 Mart 19	74	0,14	0,02	10,2	186,0	2440	0,29	77,5
31 Mart 19	75	0,14	0,02	10,2	165,0	2440	0,29	78,2
1 Nisan 19	76	0,15	0,02	10,1	214,0	2460	0,31	78,9
2 Nisan 19	77	0,14	0,02	9,9	212,0	2430	0,28	79,6
3 Nisan 19	78	0,14	0,02	10,2	210,0	2380	0,29	80,3
4 Nisan 19	79	0,14	0,02	10,2	208,0	2390	0,29	81,0
5 Nisan 19	80	0,13	0,02	10,0	206,0	2400	0,26	81,6
6 Nisan 19	81	0,13	0,01	10,1	204,0	2420	0,29	82,3
7 Nisan 19	82	0,12	0,01	10,0	202,0	2430	0,27	82,9
8 Nisan 19	83	0,12	0,01	10,2	200,0	2420	0,27	83,6
9 Nisan 19	84	0,11	0,01	10,2	198,0	2400	0,24	84,1
10 Nisan 19	85	0,11	0,01	10,2	196,0	2420	0,24	84,7
11 Nisan 19	86	0,11	0,01	10,1	194,0	2400	0,24	85,3
12 Nisan 19	87	0,10	0,01	9,9	192,0	2410	0,22	85,8
13 Nisan 19	88	0,10	0,01	9,9	190,0	2395	0,22	86,3
14 Nisan 19	89	0,10	0,01	9,8	282,0	2390	0,22	86,8
15 Nisan 19	90	0,10	0,02	9,8	286,0	2395	0,19	87,3

## EK-11 d<sub>80</sub>=6,9 mm Tane İrilğinde Kolon Testi Verileri

d <sub>80</sub> = 6,9 mm Tane Boyutunda Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	pH	NaCN	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm		ppm	ml	(ppm)	%
16 Ocak 19	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
17 Ocak 19	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
18 Ocak 19	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
19 Ocak 19	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
20 Ocak 19	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
21 Ocak 19	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
22 Ocak 19	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
23 Ocak 19	8	0,24	0,02	8,6	20,0	440	0,09	0,2
24 Ocak 19	9	0,26	0,02	8,6	20,0	640	0,15	0,6
25 Ocak 19	10	0,28	0,02	8,4	20,0	1110	0,29	1,3
26 Ocak 19	11	0,30	0,02	8,4	20,0	1400	0,39	2,2
27 Ocak 19	12	0,32	0,02	8,6	20,0	1710	0,50	3,4
28 Ocak 19	13	0,32	0,01	8,6	20,0	1900	0,59	4,8
29 Ocak 19	14	0,33	0,02	8,7	30,0	2000	0,61	6,3
30 Ocak 19	15	0,33	0,02	8,7	30,0	2020	0,62	7,7
31 Ocak 19	16	0,33	0,02	8,7	30,0	2070	0,64	9,3
1 Şubat 19	17	0,33	0,02	8,5	30,0	2070	0,63	10,8
2 Şubat 19	18	0,33	0,02	8,5	30,0	2030	0,63	12,3
3 Şubat 19	19	0,35	0,03	8,6	40,0	2060	0,66	13,8
4 Şubat 19	20	0,35	0,02	8,7	40,0	2080	0,68	15,4
5 Şubat 19	21	0,35	0,02	8,8	40,0	2090	0,68	17,1
6 Şubat 19	22	0,34	0,02	8,8	40,0	2150	0,69	18,7
7 Şubat 19	23	0,34	0,02	8,8	50,0	2190	0,70	20,4
8 Şubat 19	24	0,35	0,01	8,9	60,0	2210	0,74	22,1
9 Şubat 19	25	0,34	0,02	9,0	60,0	2210	0,71	23,8
10 Şubat 19	26	0,32	0,03	9,1	90,0	2180	0,63	25,3
11 Şubat 19	27	0,31	0,02	9,2	90,0	2210	0,64	26,8
12 Şubat 19	28	0,31	0,03	9,2	186,3	2440	0,67	28,4
13 Şubat 19	29	0,29	0,02	9,1	198,5	2450	0,65	30,0
14 Şubat 19	30	0,30	0,02	9,1	190,0	2480	0,68	31,6
15 Şubat 19	31	0,29	0,02	9,1	205,0	2490	0,66	33,2
16 Şubat 19	32	0,29	0,03	9,2	194,0	2540	0,66	34,7
17 Şubat 19	33	0,29	0,02	9,3	193,0	2580	0,70	36,4
18 Şubat 19	34	0,29	0,02	9,3	210,2	2510	0,67	38,0
19 Şubat 19	35	0,29	0,02	9,4	221,0	2480	0,66	39,5
20 Şubat 19	36	0,27	0,02	9,2	234,0	2470	0,62	41,0
21 Şubat 19	37	0,26	0,02	9,2	236,0	2400	0,58	42,4
22 Şubat 19	38	0,25	0,02	9,3	230,0	2410	0,54	43,7
23 Şubat 19	39	0,23	0,02	9,3	236,0	2390	0,49	44,8
24 Şubat 19	40	0,24	0,03	9,4	236,0	2440	0,50	46,0
25 Şubat 19	41	0,23	0,02	9,5	238,0	2430	0,50	47,2
26 Şubat 19	42	0,22	0,03	9,4	252,0	2390	0,44	48,3
27 Şubat 19	43	0,22	0,03	9,3	261,0	2300	0,44	49,3
28 Şubat 19	44	0,23	0,01	9,3	285,0	2400	0,52	50,5
1 Mart 19	45	0,21	0,02	9,3	264,0	2440	0,46	51,6
2 Mart 19	46	0,21	0,01	9,3	248,0	2420	0,47	52,8
3 Mart 19	47	0,20	0,02	9,2	255,0	2360	0,42	53,8
4 Mart 19	48	0,21	0,02	9,2	250,0	2370	0,44	54,8
5 Mart 19	49	0,19	0,02	9,3	254,0	2350	0,40	55,8
6 Mart 19	50	0,19	0,02	9,5	256,0	2360	0,39	56,7

7 Mart 19	51	0,19	0,03	9,5	259,0	2420	0,39	57,6
8 Mart 19	52	0,18	0,02	9,4	279,0	2400	0,38	58,5
9 Mart 19	53	0,18	0,02	9,6	291,0	2270	0,35	59,4
10 Mart 19	54	0,19	0,02	9,5	267,0	2470	0,42	60,4
11 Mart 19	55	0,19	0,02	9,3	281,0	2340	0,40	61,3
12 Mart 19	56	0,17	0,01	9,4	256,0	2330	0,36	62,2
13 Mart 19	57	0,15	0,02	9,5	278,0	2300	0,30	62,9
14 Mart 19	58	0,16	0,02	9,5	290,0	2480	0,33	63,7
15 Mart 19	59	0,17	0,02	9,5	288,0	2470	0,37	64,6
16 Mart 19	60	0,17	0,02	9,6	289,8	2460	0,37	65,4
17 Mart 19	61	0,18	0,02	9,6	291,0	2450	0,39	66,4
18 Mart 19	62	0,16	0,02	9,5	280,0	2390	0,33	67,2
19 Mart 19	63	0,16	0,02	9,5	289,0	2450	0,34	68,0
20 Mart 19	64	0,16	0,02	9,5	284,0	2460	0,34	68,8
21 Mart 19	65	0,13	0,02	9,7	286,0	2450	0,27	69,4
22 Mart 19	66	0,13	0,02	9,6	288,0	2450	0,27	70,1
23 Mart 19	67	0,13	0,02	9,8	299,0	2460	0,26	70,7
24 Mart 19	68	0,14	0,02	9,4	313,0	2340	0,28	71,4
25 Mart 19	69	0,14	0,02	9,5	308,5	2360	0,28	72,0
26 Mart 19	70	0,13	0,02	9,5	287,0	2510	0,28	72,7
27 Mart 19	71	0,13	0,02	9,6	285,0	2440	0,27	73,3
28 Mart 19	72	0,13	0,02	9,5	301,5	2450	0,27	74,0
29 Mart 19	73	0,14	0,02	9,5	304,0	2390	0,27	74,6
30 Mart 19	74	0,13	0,02	9,4	299,0	2430	0,27	75,3
31 Mart 19	75	0,13	0,02	9,4	311,0	2400	0,25	75,9
1 Nisan 19	76	0,13	0,02	9,4	321,0	2460	0,26	76,5
2 Nisan 19	77	0,12	0,02	9,6	337,0	2360	0,24	77,0
3 Nisan 19	78	0,11	0,02	9,5	318,0	2450	0,22	77,6
4 Nisan 19	79	0,11	0,02	9,5	315,0	2470	0,21	78,1
5 Nisan 19	80	0,09	0,02	9,6	324,0	2440	0,17	78,5
6 Nisan 19	81	0,11	0,01	9,4	328,0	2380	0,23	79,0
7 Nisan 19	82	0,10	0,02	9,7	321,0	2390	0,18	79,4
8 Nisan 19	83	0,09	0,02	9,6	318,0	2410	0,17	79,8
9 Nisan 19	84	0,07	0,02	9,7	338,0	2430	0,12	80,1
10 Nisan 19	85	0,07	0,01	9,5	332,0	2440	0,15	80,5
11 Nisan 19	86	0,06	0,01	9,6	333,0	2430	0,12	80,8
12 Nisan 19	87	0,04	0,01	9,6	338,0	2420	0,07	80,9
13 Nisan 19	88	0,04	0,01	9,4	336,0	2430	0,07	81,1
14 Nisan 19	89	0,04	0,01	9,6	339,0	2470	0,07	81,3
15 Nisan 19	90	0,04	0,01	9,3	329,0	2480	0,07	81,5

## EK-12 d<sub>80</sub>=9,1 mm Tane İrilğinde Kolon Testi Verileri

d80 = 6,9 mm Tane Boyutunda Kolon Testi								
Tarih	Gün	Au Yüklü Solüsyon	Au Yüksüz Solüsyon	pH	NaCN	Yüklü Solüsyon	Altın Kazanımı	Au Kazanım
	#	ppm	ppm		ppm	ml	(ppm)	%
16 Ocak 19	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
17 Ocak 19	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
18 Ocak 19	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
19 Ocak 19	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
20 Ocak 19	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
21 Ocak 19	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
22 Ocak 19	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0
23 Ocak 19	8	0,24	0,02	8,6	20,0	440	0,09	0,2
24 Ocak 19	9	0,26	0,02	8,6	20,0	640	0,15	0,6
25 Ocak 19	10	0,28	0,02	8,4	20,0	1110	0,29	1,3
26 Ocak 19	11	0,30	0,02	8,4	20,0	1400	0,39	2,2
27 Ocak 19	12	0,32	0,02	8,6	20,0	1710	0,50	3,4
28 Ocak 19	13	0,32	0,01	8,6	20,0	1900	0,59	4,8
29 Ocak 19	14	0,33	0,02	8,7	30,0	2000	0,61	6,3
30 Ocak 19	15	0,33	0,02	8,7	30,0	2020	0,62	7,7
31 Ocak 19	16	0,33	0,02	8,7	30,0	2070	0,64	9,3
1 Şubat 19	17	0,33	0,02	8,5	30,0	2070	0,63	10,8
2 Şubat 19	18	0,33	0,02	8,5	30,0	2030	0,63	12,3
3 Şubat 19	19	0,35	0,03	8,6	40,0	2060	0,66	13,8
4 Şubat 19	20	0,35	0,02	8,7	40,0	2080	0,68	15,4
5 Şubat 19	21	0,35	0,02	8,8	40,0	2090	0,68	17,1
6 Şubat 19	22	0,34	0,02	8,8	40,0	2150	0,69	18,7
7 Şubat 19	23	0,34	0,02	8,8	50,0	2190	0,70	20,4
8 Şubat 19	24	0,35	0,01	8,9	60,0	2210	0,74	22,1
9 Şubat 19	25	0,34	0,02	9,0	60,0	2210	0,71	23,8
10 Şubat 19	26	0,32	0,03	9,1	90,0	2180	0,63	25,3
11 Şubat 19	27	0,31	0,02	9,2	90,0	2210	0,64	26,8
12 Şubat 19	28	0,31	0,03	9,2	186,3	2440	0,67	28,4
13 Şubat 19	29	0,29	0,02	9,1	198,5	2450	0,65	30,0
14 Şubat 19	30	0,30	0,02	9,1	190,0	2480	0,68	31,6
15 Şubat 19	31	0,29	0,02	9,1	205,0	2490	0,66	33,2
16 Şubat 19	32	0,29	0,03	9,2	194,0	2540	0,66	34,7
17 Şubat 19	33	0,29	0,02	9,3	193,0	2580	0,70	36,4
18 Şubat 19	34	0,29	0,02	9,3	210,2	2510	0,67	38,0
19 Şubat 19	35	0,29	0,02	9,4	221,0	2480	0,66	39,5
20 Şubat 19	36	0,27	0,02	9,2	234,0	2470	0,62	41,0
21 Şubat 19	37	0,26	0,02	9,2	236,0	2400	0,58	42,4
22 Şubat 19	38	0,25	0,02	9,3	230,0	2410	0,54	43,7
23 Şubat 19	39	0,23	0,02	9,3	236,0	2390	0,49	44,8
24 Şubat 19	40	0,24	0,03	9,4	236,0	2440	0,50	46,0
25 Şubat 19	41	0,23	0,02	9,5	238,0	2430	0,50	47,2
26 Şubat 19	42	0,22	0,03	9,4	252,0	2390	0,44	48,3
27 Şubat 19	43	0,22	0,03	9,3	261,0	2300	0,44	49,3
28 Şubat 19	44	0,23	0,01	9,3	285,0	2400	0,52	50,5
1 Mart 19	45	0,21	0,02	9,3	264,0	2440	0,46	51,6
2 Mart 19	46	0,21	0,01	9,3	248,0	2420	0,47	52,8
3 Mart 19	47	0,20	0,02	9,2	255,0	2360	0,42	53,8
4 Mart 19	48	0,21	0,02	9,2	250,0	2370	0,44	54,8
5 Mart 19	49	0,19	0,02	9,3	254,0	2350	0,40	55,8
6 Mart 19	50	0,19	0,02	9,5	256,0	2360	0,39	56,7



7 Mart 19	51	0,19	0,03	9,5	259,0	2420	0,39	57,6
8 Mart 19	52	0,18	0,02	9,4	279,0	2400	0,38	58,5
9 Mart 19	53	0,18	0,02	9,6	291,0	2270	0,35	59,4
10 Mart 19	54	0,19	0,02	9,5	267,0	2470	0,42	60,4
11 Mart 19	55	0,19	0,02	9,3	281,0	2340	0,40	61,3
12 Mart 19	56	0,17	0,01	9,4	256,0	2330	0,36	62,2
13 Mart 19	57	0,15	0,02	9,5	278,0	2300	0,30	62,9
14 Mart 19	58	0,16	0,02	9,5	290,0	2480	0,33	63,7
15 Mart 19	59	0,17	0,02	9,5	288,0	2470	0,37	64,6
16 Mart 19	60	0,17	0,02	9,6	289,8	2460	0,37	65,4
17 Mart 19	61	0,18	0,02	9,6	291,0	2450	0,39	66,4
18 Mart 19	62	0,16	0,02	9,5	280,0	2390	0,33	67,2
19 Mart 19	63	0,16	0,02	9,5	289,0	2450	0,34	68,0
20 Mart 19	64	0,16	0,02	9,5	284,0	2460	0,34	68,8
21 Mart 19	65	0,13	0,02	9,7	286,0	2450	0,27	69,4
22 Mart 19	66	0,13	0,02	9,6	288,0	2450	0,27	70,1
23 Mart 19	67	0,13	0,02	9,8	299,0	2460	0,26	70,7
24 Mart 19	68	0,14	0,02	9,4	313,0	2340	0,28	71,4
25 Mart 19	69	0,14	0,02	9,5	308,5	2360	0,28	72,0
26 Mart 19	70	0,13	0,02	9,5	287,0	2510	0,28	72,7
27 Mart 19	71	0,13	0,02	9,6	285,0	2440	0,27	73,3
28 Mart 19	72	0,13	0,02	9,5	301,5	2450	0,27	74,0
29 Mart 19	73	0,14	0,02	9,5	304,0	2390	0,27	74,6
30 Mart 19	74	0,13	0,02	9,4	299,0	2430	0,27	75,3
31 Mart 19	75	0,13	0,02	9,4	311,0	2400	0,25	75,9
1 Nisan 19	76	0,13	0,02	9,4	321,0	2460	0,26	76,5
2 Nisan 19	77	0,12	0,02	9,6	337,0	2360	0,24	77,0
3 Nisan 19	78	0,11	0,02	9,5	318,0	2450	0,22	77,6
4 Nisan 19	79	0,11	0,02	9,5	315,0	2470	0,21	78,1
5 Nisan 19	80	0,09	0,02	9,6	324,0	2440	0,17	78,5
6 Nisan 19	81	0,11	0,01	9,4	328,0	2380	0,23	79,0
7 Nisan 19	82	0,10	0,02	9,7	321,0	2390	0,18	79,4
8 Nisan 19	83	0,09	0,02	9,6	318,0	2410	0,17	79,8
9 Nisan 19	84	0,07	0,02	9,7	338,0	2430	0,12	80,1
10 Nisan 19	85	0,07	0,01	9,5	332,0	2440	0,15	80,5
11 Nisan 19	86	0,06	0,01	9,6	333,0	2430	0,12	80,8
12 Nisan 19	87	0,04	0,01	9,6	338,0	2420	0,07	80,9
13 Nisan 19	88	0,04	0,01	9,4	336,0	2430	0,07	81,1
14 Nisan 19	89	0,04	0,01	9,6	339,0	2470	0,07	81,3
15 Nisan 19	90	0,04	0,01	9,3	329,0	2480	0,07	81,5

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ŞEN, Nurettin  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 19.05.1975, KONYA  
Medeni hali : Evli  
Telefon : 0 (532) 725 43 71  
E-mail : nurettinsen1@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	: İstanbul Teknik Üniversitesi/ Maden Mühendisliği	1999
Lise	: Ankara Özel Atılım Lisesi (Burslu)	1994

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2000-2003	Montan Krom İşletmesi-Denizli	Proje Mühendisi
2003-2013	Bechtel-Enka Yurt Dışı Projeleri	Patlatma Müh/Kırıcı Tesisler Müdürlüğü
2013-Halen	Tüprag Altın Madeni Uşak	Üretim Operasyonları Yöneticisi

### Yabancı Dil:

İngilizce, Fransızca

### Hobiler:

Yamaç Paraşütü

CNC ile Model çalışmaları