

# İÇME SUYU ARITIMINDA KİMYASAL MADDE KULLANIMI VE OPTİMİZASYONU

**Ali BERKTAY\*, Mehmet Emin AYDIN\* ve Metin PEKTAŞ\*\***

\* Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kampüs-Konya

\*\* Devlet Su İşleri 4. Bölge Müdürlüğü, Konya

## ÖZET

Su ihtiyacının karşılanmasına yönelik olarak yüzeysel suların arıtılmasında kimyasal madde kullanımı gerekmektedir. Koagülasyon (pıhtılaştırma) ve flokülasyon (yumuşaklaştırma) işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelerin optimum miktarlarının bulunması sağlık ve işletme ekonomisi açısından önemlidir. Bu çalışmada, içme suyu arıtımında kimyasal madde kullanımı, bunların optimum miktarlarının bulunması üzerinde durulmuş ve Konya içme suyu arıtma tesisinde kullanılan kimyasal maddelerin optimum miktarları belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için laboratuarda çeşitli şartlarda bir dizi jar-test deneyleri sürdürülmüş ayrıca giriş ve çıkış suyuna ait pH, sıcaklık ve bulanıklık ölçümleri yapılmıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, hamsu bulanıklığını 5.0 NTU değerinin altına düşürmek için yaklaşık 35.0 mg/L alüminyum sülfat dozunun yeterli olabileceği belirlenmiştir. Koagülant yardımcısı olarak polielektrolit kullanımına devam edilmesinin yararlı olacağı ve ayrıca kimyasal madde kullanımında yapılacak optimizasyon ile kimyasal madde sarfiyatında yaklaşık % 15 tasarruf sağlanacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İçme suyu arıtımı, Kimyasal madde, Koagülasyon, Flokülasyon, Optimizasyon

## THE USE OF CHEMICAL SUBSTANCES AND THEIR OPTIMIZATION DURING THE DRINKING WATER TREATMENT

### ABSTRACT

In order to satisfy the drinking water consumption, it is necessary to use the chemical substances during the water treatment processes. As a result, the optimisation of the chemicals used for coagulation and flocculation processes becomes as an important aspect in terms of public health and operation costs for drinking water treatment processes. The aim of this research was to investigate the optimisation of the chemical substances used during the potable water treatment. A special attention was given to optimise the chemicals used in water treatment plants for the city of Konya. For this, a number of tests were carried out by using jar-test apparatus in the laboratory. The water quality parameters investigated were pH, temperature and turbidity. As a result of this investigation, in order to decrease the influent turbidity below 5.0 NTU, 35.0 mg/L aluminium sulphate can be used as an optimum dosage. In addition, 15 % savings on the chemical substances costs can be achieved by the use of optimal dosages of the chemicals.

**Key Words:** Drinking water treatment, Chemical substances, Coagulation, Flocculation, Optimisation

### 1. GİRİŞ

İçme suyu arıtımında yaygın olarak kullanılan temel işlemlerden birisi de koagülasyon (pıhtılaştırma) ve flokülasyon (yumaklaştırma) işlemidir.

Koagülasyon ve flokülasyon prensip olarak kollidal ve askıdaki katı maddelerin tümünün floklar haline getirilmesi anlamına gelmektedir. Oluşan bu floklar daha sonra çökeltme ile sudan uzaklaştırılmakta ve sudaki kolloidal ve asılı halde bulunan kirlilik veren maddeler giderilmiş olmaktadır.

Koagülasyon ve flokülasyon işleminin kullanıldığı arıtma tesislerinde bu sistemlerin boyutlandırılmasında önce verimliliğe etki eden faktörlerin bilinmesi gerekir. Bu faktörler, ham suyun bulanıklığı, sudaki kolloidlerin ve askıdaki katı maddelerin miktar ve özellikleri, suyun pH değeri, koagülasyon ve flokülasyon prosesinin çeşidi, hızlı ve yavaş karıştırmada bekleme süreleri, suyun sıcaklığı ve alkalitesi, sudaki iyonların miktar ve özellikleri ve kullanılan kimyasal maddelerin cins ve dozu olarak sayılabilir.

İyi bir koagülasyon için gerekli optimum koagülant dozunu belirlemek için laboratuvar şartlarında gerçekleştirilecek jar-test deneyinden yararlanılır. Ancak, jar-test ile belirlenecek optimum koagülant miktarı gerçek tesis için gerekli miktar ile aynı olmayabilir. Jar-test laboratuvar ölçekli kesikli çalışın bir deney şekli olup gerçek tesis sürekli akım prensibi ile çalışmaktadır. Buna rağmen jar-test genellikle gerekli optimum koagülant miktarını belirlemede kullanılan oldukça etkili bir yöntemdir. Özellikle hızlı karıştırma ünitesi bulunan tesisler için jar-test deneyleri ile belirlenen koagülant dozu çok daha iyi sonuçlar vermektedir (Benefield ve ark., 1982).

Literatürde verilen “koagülasyon diyagramı”, koagülasyon işleminin gerçekleştiği şartları belirlemede kullanılabilecek önemli bir diyagramdır. Bu diyagram, bulanıklık giderimi, renk giderimi, doğrudan filtrasyon ve hızlı karıştırma ünitelerinin seçimi konularında yardımcı olmaktadır. Bu diyagram, aynı zamanda jar-test deneylerinin planlanması, analizi ve sonuçların değerlendirilmesinde de kullanılabilmektedir ve su sıcaklığının 15 °C ile 25 °C olması halinde iyi sonuçlar vermektedir (AWWA, 1990).

Su sıcaklığının düşük olması halinde daha dikkatli kullanılması gerekmektedir. Düşük sıcaklıkların tüm arıtma işlemlerinde olumsuz etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Koagülant madde olarak alüminyum sülfat kullanılması halinde en etkili koagülasyon, pH' nın 4.8 ile 6.8 değerleri arasında gerçekleşmektedir. Ayrıca her ne kadar başlangıçtaki hamsu bulanıklığı, kullanılacak alüminyum sülfat dozunu etkilemekte ise de genel olarak içme suyu arıtımında kullanılan alüminyum sülfat dozunun 30.0 mg/L'ye yükseltilmesi ve

pH'nın 7.0 ile 8.0 değerleri arasında olması halinde maksimum bulanıklık gideriminin elde edildiği ifade edilmektedir (Benefield ve ark., 1982). Deborah ve arkadaşları (1988) tarafından laboratuvar şartlarında yapılan bir çalışmada, düşük bulanıklık değerine sahip sulara koagülant madde kullanımı şartları araştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, düşük bulanıklığa sahip sulara karakteristik U veya L şeklindeki koagülasyon dozu eğrisinin mümkün olacağı ifade edilmektedir. Oluşacak koagülasyon dozu eğrisinin tam ölçekli bir arıtma tesisinde yüksek bulanıklık değerine sahip suların arıtılmasında elde edilecek eğri ile benzerlikler gösterdiği belirtilmektedir.

Dantel ve arkadaşları (1988) tarafından yapılan alüminyum tuzları ile koagülasyon mekanizması konulu bir çalışmada, kullanılacak optimum koagülasyon dozuna, suyun pH'sının ve başlangıç bulanıklığının tesir ettiği ve pH'nın 5.0 ile 8.0 değeri arasında iyi bir koagülasyonun gerçekleştiği belirtilerek, AWWA (1971) tarafından yayınlanan raporda önerilen koagülant dozu aralığının uygulamada başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Yapılan bir başka çalışmada koagülasyon yardımcısı olarak kullanılan polielektrolitlerin flokülasyon oluşumu üzerine etkisi araştırılmıştır (Leu ve Ghosh, 1988). Büyük ve sağlam flokların yüksek moleküler ağırlığa sahip polimerler ile sağlanabileceği, başlangıçtaki hızlı karıştırmanın çok daha önemli olduğu vurgulanmıştır.

Sıcaklığı yaklaşık 3.0 °C ve bulanıklığı 2.0 NTU'dan daha az olan bir hamsu kaynağının arıtımında koagülant madde olarak alüminyum sülfat ile FeCl<sub>3</sub> kullanımı karşılaştırmalı olarak denenmiştir (Haarhoff ve Cleasby, 1988). Düşük sıcaklık ve az bulanıklık değerine sahip sulara FeCl<sub>3</sub> ile yapılan denemeler alüminyum sülfat ile yapılan denemelere göre daha iyi sonuç verdiği sonucuna varılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Konya kentinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak üzere 1989 yılında yapımına başlanan Konya içme suyu arıtma tesisi inşaatı 1995 yılında tamamlanarak hizmete açılmıştır. Tesis, su kaynağı olan Altınapa barajındaki su miktarına bağlı olarak kurak mevsimde 0.33 m<sup>3</sup>/s diğer zamanlarda 1.2 m<sup>3</sup>/s'lik bir debiyi arıtacak şekilde tasarlanmıştır. Girişte hamsuya koagülant madde olarak alüminyum sülfat ile pH ayarlaması için sülfirik asitin birlikte verildiği dozlama sistemi tesis edilmiştir. Sonra

hamsu, oksidasyon amaçlı klor ile koagülant yardımcısı olarak polielektrolitin dozlandığı bir dizi hidrolik şaşırtmalı karıştırma yapısını takiben çamur blanketli durultuculara ulaşmaktadır. Çamur konileri vasıtasıyla oluşan flokların sudan uzaklaştırılarak durultucu sonrası yüzeyden alınmış durutulmuş su, hızlı kum filtrelerine iletilmektedir.

Tablo 1. Deneysel Sonuçlar (Sıcaklık: 10.0 °C, pH: 8.40)

| Hamsu Bulanıklığı (NTU) | Alüminyum Sülfat (mg/L) | Polielektrolit (mg/L) | Sonuç Bulanıklık (NTU) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| 23.0                    | 10.0                    | 0.00                  | 18.0                   |
|                         | 20.0                    |                       | 14.0                   |
|                         | 30.0                    |                       | 7.0                    |
|                         | 40.0                    |                       | 4.0                    |
|                         | 50.0                    |                       | 2.4                    |
|                         | 60.0                    |                       | 2.7                    |
|                         | 70.0                    |                       | 1.5                    |
| 23.0                    | 80.0                    | 0.01                  | 1.2                    |
|                         | 10.0                    |                       | 19.0                   |
|                         | 20.0                    |                       | 14.0                   |
|                         | 30.0                    |                       | 4.8                    |
|                         | 40.0                    |                       | 2.6                    |
|                         | 50.0                    |                       | 2.7                    |
|                         | 60.0                    |                       | 2.1                    |
| 70.0                    | 1.7                     |                       |                        |
| 23.0                    | 80.0                    | 0.03                  | 1.8                    |
|                         | 20.0                    |                       | 10.0                   |
|                         | 40.0                    |                       | 3.2                    |
|                         | 50.0                    |                       | 2.0                    |
| 23.0                    | 70.0                    | 0.05                  | 1.1                    |
|                         | 20.0                    |                       | 10.0                   |
|                         | 40.0                    |                       | 4.4                    |
|                         | 50.0                    |                       | 3.0                    |
|                         | 70.0                    |                       | 1.5                    |

Filtreleme sonrası pH ayarlaması için kireç ve dezenfeksiyon amaçlı klor dozlamasının yapıldığı temiz su daha sonra şebekeye verilmek üzere temiz su deposuna alınmaktadır.

Tesiste ayrıca kontrol, yönetim, laboratuvar, çalışma ve sosyal fonksiyonlu idare binası, enerji temin amaçlı trafo merkezi, ısıtma ve tamiratlar için atölye ve ısı merkezi, depo ve tesislere servis suyu temini amaçlı pompa istasyonu, lojmanlar, kimya binası, klorlama binası, vb. gibi yardımcı tesisler bulunmaktadır.

İçme suyu arıtma tesisinde kullanılan kimyasal maddeler, koagülant olarak alüminyum sülfat, koagülant yardımcısı olarak polielektrolit (AN 913 PWG), hamsuyun pH'nın düzeltilmesi için kireç kullanılmaktadır. Hamsuya ayrıca oksidasyon amaçlı ön klorlama ve arıtılmış temiz suya depolama öncesi dezenfeksiyon amaçlı son klorlama uygulanmaktadır.

Bu çalışmada, Konya içme suyu arıtma tesisinde kullanılan kimyasal madde miktarlarının optimizasyonu üzerinde durulmuştur. Daha önce bahsedildiği gibi, tesiste hamsuyun pH'ını ayarlamak üzere sülfürik asit, arıtılmış suyun pH'ını ayarlamak üzere kireç kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışma ile bu iki kimyasal maddenin tesisin verimini bozmayacak şekilde mümkün olduğunca azaltılabileceğinin veya tamamen kaldırılmasının şartları araştırılmıştır. Giriş suyuna asit ilavesi yapılmaksızın gerekli koagülant miktarının belirlenmesi yönünde deneysel çalışmalar sürdürülmüştür.

Çalışmalarda tesise gelen hamsudan alınan numuneler üzerinde hamsuyun doğal pH değerinde üç değişik sıcaklıkta (10.0, 17.0 ve 25.0 °C) çeşitli koagülant madde ve polielektrolit konsantrasyonlarında bir dizi jar-test deneyleri sürdürülmüştür.

Tesisin işletmeye alınmasından bugüne kadar geçen süre içerisinde elde edilen verilerin değerlendirilmesinden, hamsuyun doğal pH değerinde ayarlama yapmadan koagülant madde kullanılması ve bu şartlarda gerekli dozun belirlenmesi yönünde bir çalışma yapmanın uygun olacağı düşünülmüştür. Ayrıca yine tesis işletme verilerinin değerlendirilmesi sonucu hamsu sıcaklığının mevsimlere göre değişim göstermesiyle birlikte kış aylarında 7.0-9.0 °C'ye kadar düştüğü, yaz aylarında ise 21.0-23.0 °C'ye kadar yükseldiği belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmalarının ise tesis işletme şartlarını temsil etmesi bakımından üç değişik sıcaklıkta (10.0, 17.0 ve 25.0 °C) yapılmasının uygun olacağına karar verilmiştir.

Diğer taraftan, tesiste kullanılan asit ve kirecin nakliye, depolama, çözelti hazırlama ve özellikle dozlama aşamalarında ciddi problemlere neden olduğu bilinmektedir. Kullanılan asit ve kireç miktarının en aza indirilmesi veya mümkünse kullanımına son verilmesiyle bu problemin çözümü kolaylaşmış olacaktır.

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tablo 1'de hamsu sıcaklığının 10.0 °C, pH'nın 8.40 ve bulanıklığının 23.0 NTU değerlerinde çeşitli alüminyum sülfat ve polielektrolit dozlamaları ile yapılan deney sonuçları görülmektedir. Şekil 1'de farklı polielektrolit miktarlarında uygulanan alüminyum sülfat dozlarına karşılık elde edilen sonuç bulanıklık değerleri grafik olarak verilmiştir.

Çalışmanın başlangıcında alüminyum sülfat dozu 10.0 mg/L ile 80.0 mg/L arasında seçilmişken sonuç bulanıklık değerini 5.0 NTU'nun altına düşürecek dozun 30.0 mg/L ile 40.0 mg/L arasında olduğu belirlendikten sonra çalışmanın devamında alüminyum sülfat dozu 20.0 mg/L ile 70.0 mg/L arasında tutulmuştur. Daha öncede bahsedildiği gibi alüminyum sülfatın bulanıklık giderimi üzerine etkisini belirlemek üzere yapılan çalışmalarda koagülant yardımcısı olarak polielektrolit kullanılmıştır.

Tablo 2. Deneysel Sonuçlar (Sıcaklık: 17.0 °C, pH: 8.25)

| Hamsu Bulanıklığı (NTU) | Alüminyum Sülfat (mg/L) | Polielektrolit (mg/L) | Sonuç Bulanıklık (NTU) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| 18.0                    | 10.0                    | 0.00                  | 17.0                   |
|                         | 20.0                    |                       | 16.0                   |
|                         | 30.0                    |                       | 4.3                    |
|                         | 40.0                    |                       | 2.3                    |
|                         | 50.0                    |                       | 3.0                    |
|                         | 60.0                    |                       | 3.0                    |
|                         | 70.0                    |                       | 1.8                    |
| 18.0                    | 80.0                    | 0.01                  | 1.7                    |
|                         | 20.0                    |                       | 12.0                   |
|                         | 40.0                    |                       | 4.1                    |
|                         | 50.0                    |                       | 2.0                    |
| 18.0                    | 70.0                    | 0.03                  | 2.5                    |
|                         | 20.0                    |                       | 12.0                   |
|                         | 40.0                    |                       | 2.4                    |
| 18.0                    | 50.0                    | 0.05                  | 1.6                    |
|                         | 70.0                    |                       | 1.3                    |
|                         | 40.0                    |                       | 3.2                    |
|                         | 40.0                    |                       | 2.6                    |
| 18.0                    | 40.0                    | 0.10                  | 2.5                    |
|                         | 40.0                    |                       | 2.5                    |
|                         | 70.0                    |                       | 2.8                    |

Tesisin işletme verilenin incelenmesinden tesiste kullanılan polielektrolit miktarının ortalama 0.04 mg/L ile 0.15 mg/L arasında olduğu anlaşılmaktadır. Deneylerde uygulanan polielektrolit dozu tesisteki uygulama ile benzerlik göstermesi açısından 0.0 mg/L ile 0.15 mg/L aralığında seçilmiştir.

Tablo 2'de sıcaklığın 17.0 °C ve pH'nın 8.25 değerlerinde çeşitli alüminyum sülfat ve polielektrolit dozlamaları ile yapılan deney sonuçlarına yer verilmiştir. Şekil 2'de ise kullanılan çeşitli alüminyum sülfat dozlarına karşılık elde edilen sonuç bulanıklık değerleri görülmektedir.

Tablo 3'de sıcaklığın 25.0 °C ve pH'nın 8.30 değerinde çeşitli alüminyum sülfat ve polielektrolit dozlamaları ile yapılan deney sonuçları ve Şekil 3'de kullanılan çeşitli alüminyum sülfat dozlarına karşılık elde edilen bulanıklık değerleri görülmektedir.

Hamsu sıcaklığının 25.0 °C, pH'nın 8.30 ve bulanıklığının 20.0 NTU olması halinde yapılan deneylerde polielektrolit kullanmaksızın, 0.01 mg/L ve 0.03 mg/L polielektrolit dozlarında sonuç bulanıklığı 5.0 NTU değerinin altına düşürecek alüminyum sülfat dozunun 28.0 mg/L ile 38.0 mg/L arasında olduğu anlaşılmaktadır.

Genel olarak kullanılan alüminyum sülfat miktarının artışı ile çıkış suyu bulanıklığında azalma görülmektedir.

Polielektrolit kullanımı sabit bir alüminyum sülfat Tablo 3. Deneysel Sonuçlar (Sıcaklık: 25.0 °C, pH: 8.30)

| Hamsu Bulanıklığı (NTU) | Alüminyum Sülfat (mg/L) | Polielektrolit (mg/L) | Sonuç Bulanıklık (NTU) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| 20.0                    | 10.0                    | 0.00                  | 18.0                   |
|                         | 20.0                    |                       | 15.0                   |
|                         | 30.0                    |                       | 5.0                    |
|                         | 40.0                    |                       | 3.1                    |
|                         | 50.0                    |                       | 2.8                    |
|                         | 60.0                    |                       | 2.3                    |
|                         | 70.0                    |                       | 1.5                    |
| 20.0                    | 80.0                    | 0.01                  | 1.4                    |
|                         | 10.0                    |                       | 16.0                   |
|                         | 20.0                    |                       | 11.0                   |
|                         | 30.0                    |                       | 4.6                    |
| 20.0                    | 40.0                    | 0.03                  | 3.1                    |
|                         | 50.0                    |                       | 1.7                    |
|                         | 60.0                    |                       | 1.2                    |
|                         | 70.0                    |                       | 1.2                    |
|                         | 80.0                    |                       | 1.1                    |
|                         | 20.0                    |                       | 12.0                   |
| 20.0                    | 40.0                    | 0.03                  | 4.2                    |
|                         | 50.0                    |                       | 3.2                    |
|                         | 70.0                    |                       | 1.6                    |

dozuna karşılık çıkış suyu bulanıklığındaki azalmayı artırmaktadır. Bir başka ifade ile polielektrolit kullanımı alüminyum sülfat ihtiyacını azaltmaktadır. Yapılan laboratuvar çalışmaları sonucu, koagülant yardımcısı olarak polielektrolit kullanımına 0.01 mg/L dozda devam edilmesinin yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Tesiste asit kullanımının koagülasyon verimi üzerine etkisini belirlemek üzere yapılan deney sonuçları ise Tablo 4'de verilmiştir. Hamsu bulanıklığının 20.0 NTU, pH'nın 8.30 ve kullanılan alüminyum sülfat dozunun 40.0 mg/L olması halinde hamsu içerisine çeşitli miktarlarda sülfürik asit ilavesi yapılmış ve Tablo 4'de verilen çıkış suyu bulanıklık ve pH değerleri elde edilmiştir.

Uygulanan 5.0 mg/L, 10.0 mg/L, 15.0 mg/L ve 20.0 mg/L sülfürik asit dozlarına karşılık çıkış suyunda sırasıyla 7.24, 7.13, 7.03 ve 6.95 pH değerleri elde

edilmiştir. Bu sonuçlardan düşük pH değerlerinde alüminyum sülfatın çıkış suyu bulanıklığını azaltmadaki etkinliğinin artmakta olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan gerek alüminyum sülfat ve polielektrolit miktarlarını azaltmak gerekse pH'yı

Tablo 4. Asit Kullanımının Koagülasyon Üzerine Etkisi (hamsu pH'ı 8.30)

| Hamsu Bulanıklığı (NTU) | Alüminyum sülfat (mg/L) | Asit (mg/L) | Polielektrolit (mg/L) | Çıkış Suyu |      |
|-------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|------------|------|
|                         |                         |             |                       | Bulanıklık | pH   |
| 20.0                    | 40.0                    | 5.0         | 0.03                  | 3.4        | 7.24 |
|                         |                         | 10.0        |                       | 3.3        | 7.13 |
|                         |                         | 15.0        |                       | 3.5        | 7.03 |
|                         |                         | 20.0        |                       | 3.4        | 6.95 |
| 20.0                    | 40.0                    | 5.0         | 0.05                  | 2.3        | 7.24 |
|                         |                         | 10.0        |                       | 2.0        | 7.13 |
|                         |                         | 15.0        |                       | 2.0        | 7.03 |
|                         |                         | 20.0        |                       | 2.1        | 6.96 |

dozlaması yapılırken daha sonra bu değer 6.0 mg/L mertebesine kadar düşürülmüştür. Alüminyum sülfat dozlamasını 35.0 mg/L seviyesinde tutmak şartıyla tesiste asit kullanılmasına son verilmesi uygun olabilecektir. Böylece çıkış suyu pH'ını ayarlamak üzere suya ilave edilen kirecin kullanımına son verilmesi de mümkün olacaktır.

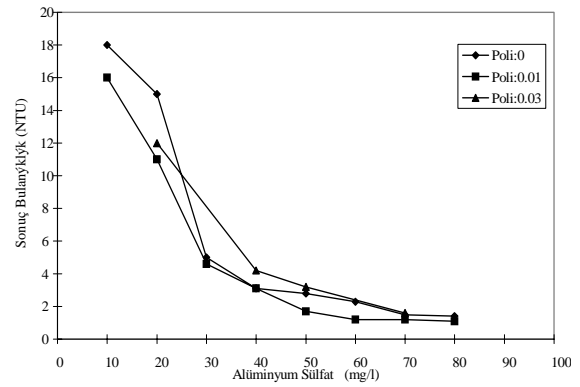
Deneysel çalışma sonuçlarının incelenmesinden anlaşılacağı gibi, denemeler giriş suyu pH değerinde ayarlama yapılmadan suyun doğal pH değerlerinde (8.40, 8.30 ve 8.25) sürdürülmüştür. Bu şartlar altında giriş suyu bulanıklığını 5.0 NTU değerinin altına düşürecek alüminyum sülfat dozunun 28.0 mg/L ile 38.0 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Bulunan bu dozlamaya ağırlığını tek bir değerle ifade etmek gerekirse, yaklaşık 35.0 mg/L alüminyum sülfat dozlamasının yeterli olacağı sonucuna varılabilir. Bulanıklık değerinin daha düşük sınırlara inmesi istendiğinde gerekli alüminyum sülfat ve polielektrolit miktarlarının arttığı görülmektedir.

En etkili koagülasyonun pH'ın 5.0 ile 7.0 değerleri arasında gerçekleşeceği ve en uygun alüminyum sülfat dozunun 30.0 mg/L civarında olduğu daha önce ifade edilmişti.

Bu çalışmada giriş suyu pH'ı 8.30 mertebesinde olup bu değer için etkin bir koagülasyon için gerekli değer üzerinde olduğu ve bu çalışma sonucunda bulunan alüminyum sülfat dozunun literatür değerlerinden

düşürmek için asit kullanımında belirli bir noktadan sonra (yaklaşık 40.0 mg/L alüminyum sülfat) alüminyum sülfat dozlamalarını artırmanın çıkış suyunun bulanıklığını düşürmedeki etkinliği fazla olmamaktadır.

Tesiste başlangıçta hamsuya yaklaşık 30.0 mg/L asit



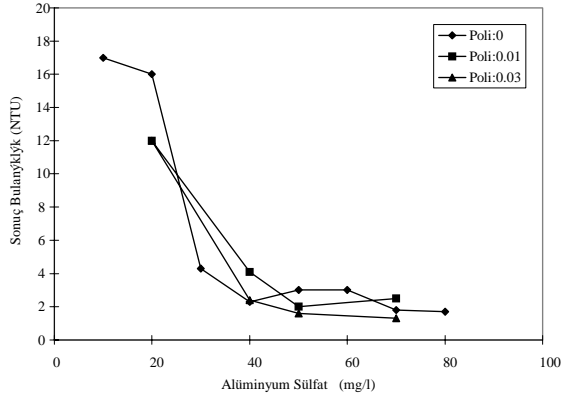
Şekil 1. Alüminyum sülfat dozuna karşılık sonuç bulanıklık değerleri (Sıcaklık: 10.0 °C ve pH: 8.40) biraz fazla olmakla beraber bir benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Daha öncede belirtildiği gibi çalışma içerisinde deneyler sabit su sıcaklıklarında (10.0, 17.0 ve 25.0 °C) sürdürülmüştür. Su sıcaklığının kimyasal madde sarfiyatı üzerine fazla bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Tesiste sıcaklığın düşük olduğu özellikle sabah erken saatlerde durultucu içerisindeki çamur blanketlerinde bozulmalar görüldüğü ve günün ilerleyen saatlerinde sıcaklığın artmasıyla birlikte bu durumun düzeldiği tesis yetkilileri tarafından ifade edilmiştir. Bu olayda daha önce belirtildiği gibi düşük sıcaklıkların olumsuz etkisini görmek mümkün olacaktır.

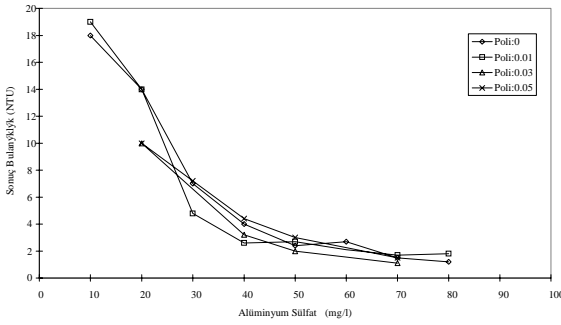
Yapılan diğer bir çalışma ile tesiste mevcut şartlarda kullanılan kimyasal maddelerin yıllık maliyeti ile deneysel çalışmalar sonucu elde edilen sonuçlara göre kullanılması önerilen kimyasal madde miktarlarının yıllık maliyeti karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu kimyasal madde kullanımında yapılacak bir optimizasyon ile kimyasal madde

sarfyatında yılda yaklaşık % 15'lik bir tasarrufun sağlanacağı görülmüştür. Bulunan bu değere işletme giderleri dahil değildir. Buna ilave olarak kimyasal madde nakliye, depolama, hazırlama ve dozlama aşamalarında karşılaşılan problemlerde ve işletme giderlerinde önemli oranda azalma meydana gelecektir.

tamamen kaldırılabilceği sonucuna varılmıştır. Bu aynı zamanda çıkış suyu pH'ını ayarlamak üzere suya verilen kireç uygulamasında sona erdirileceği anlamını



Şekil 2. Alüminyum sülfat dozuna karşılık sonuç bulanıklık değerleri (Sıcaklık: 17.0 °C ve pH: 8.25)



Şekil 3. Alüminyum sülfat dozuna karşılık sonuç bulanıklık değerleri (Sıcaklık: 25.0 °C ve pH: 8.30)

#### 4. SONUÇ

İçme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılanmasına yönelik olarak yüzeysel suların arıtılmasında koagülasyon ve flokülasyon işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelerin düzenlenmesi sağlık ve işletme ekonomisi açısından önem taşımaktadır.

Yapılan bu çalışmanın sonucunda Konya içme suyu arıtma tesisinde değişik zamanlarda gelen hamsuyun bulanıklığını 5.0 NTU değerinin altına düşürmek için yaklaşık 35.0 mg/L alüminyum sülfat dozlamasının yeterli olacağı belirlenmiştir. Koagülant yardımcısı olarak polielektrolit kullanımına 0.01 mg/L dozda devam edilmesinin yararlı olacağı ve giriş suyu pH'ını ayarlamak üzere girişte suya verilen sülfürik asit uygulamasının

taşımaktadır. Çıkış suyuna ilave edilen klor uygulamasına devam edilmesi gereklidir.

Tesiste kullanılan kimyasal maddelere yapılacak yeni bir düzenleme ile kimyasal madde maliyetinde yılda yaklaşık % 15 tasarruf sağlanacağı ve ayrıca kimyasal madde nakliye, depolama, hazırlama ve dozlama aşamalarında karşılaşılan problemlerde ve özellikle işletme giderlerinde önemli oranlarda azalma meydana gelecektir.

## **5. KAYNAKLAR**

AWWA, 1990. Water Quality and Treatment, A Handbook Community Water Supplies. Fourth Edition. McGraw Hill Inc.

Benefield, L. D., Judkins, J. F. and Weand, B. L. 1982. Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment. Prentice-Hall Inc.

Comm. Rept., 1971, State of the Art of Coagulation. Journal AWWA. 63 (2), 99.

Deborah, R. B., Choi, S., Al-Ani, M. and Hhendricks, D.W. 1988, Bench-Scale Evaluation of Coagulants for Low turbidity Water. Journal AWWA. 80 (5), 199-206.

Haarhoff, J., and Cleasby., J. L. 1988. Comparing Aluminum and iron Coagulants for inline Filtration of Cold Water. Journal AWWA. 80 (5), 168-176.

Leu, R. and Ghosh, M. M. 1988. Polyelectrolyte Characteristics and Flocculation. Journal AWWA. 80 (5), 159-167.