

46SP4

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL ATIKSULARINDAN RENK GİDERİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kim. Müh. Esra KIRDAR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16 OCAK 1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 3 ŞUBAT 1995

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Nuran DEVECİ

Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr.Dursun Ali ŞAŞMAZ
Doç.Dr.Filiz KARAOSMANOĞLU

ŞUBAT 1995

ÖNSÖZ

Atıksuların renkli olması bulanıklık ve kirliliğe sebep olarak doğanın su dengesini bozar, suyun ışık geçirgenliğini engelleyerek sudaki canlıların fotosentez yapmasını önler ve ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkiler.

Ekolojik denge açısından önemli olan atıksu renginin giderilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma sırasında yakın ilgi ve desteklerini gördüğüm Sevgili Hocam Sayın Prof.Dr.Nuran DEVECİ'ye teşekkür ederim. Deneysel çalışmalarımın devam edebilmesi için gösterdiği iyi niyetlerinden dolayı Arş.Gör.Sevgili Kim.Yük.Müh. Cüneyt Göktuğ DELALOĞLU'na ve sonsuz anlayışları için Atabay Kimya San.ve Tic.A.Ş. Fabrika Müdürü Sayın Kim. Müh. Şahin GÜRSEL'e, Temel İşlemler Anabilim Dalı öğretim elemanları ve mensuplarına, eğitimimde katkısı olan tüm hocalarıma ve tezimin yazımında gösterdiği titizlikten dolayı Sayın Zeynep KILIÇ CERİT'e teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan ve daima bana destek veren Sevgili Eşim Metalurji Yük.Müh.Alpay KIRDAR'a ve yaşamım boyunca sağladığı tüm imkanlar için Değerli Anne ve Baba- ma sonsuz teşekkürler...

OCAK, 1995

Kim.Müh. Esra KIRDAR

İ Ç İ N D E K İ L E R

ÖNSÖZ.....	II
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM 2. TEKSTİL ENDÜSTRİSİ.....	3
2.1. Tekstil Endüstrisinin Tanımı.....	3
2.2. Tekstil Elyafı ve Sınıflandırılması....	3
2.3. Tekstil Endüstrisi Genel Prosesleri....	3
2.3.1. Haşılama.....	4
2.3.2. Yıkama ve Haşıl Giderme.....	4
2.3.3. Ağartma.....	5
2.3.4. Mercerize Etme.....	5
2.3.5. Boyama.....	5
2.3.6. Apreleme.....	7
2.4. Yünlü Tekstil Endüstrisinde Genel Prosesler.....	7
2.5. Pamuklu Tekstil Endüstrisinde Genel Prosesler.....	7
2.6. Sentetik Tekstil Endüstrisinde Genel Prosesler.....	7
BÖLÜM 3. TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE ATIKSU KARAKTERİ....	12
3.1. Yünlü Tekstil Endüstrisinde Atıksu Karakteristiği.....	13
3.2. Pamuklu Tekstil Endüstrisinde Atıksu Karakteristiği.....	13
3.3. Sentetik Tekstil Endüstrisinde Atıksu Karakteristiği.....	15
3.4. Tekstil Endüstrisi Atıksuyu Genel Karakterî ve Deşarj Şartlarının Karşılaştırılması.....	16
3.5. Tekstil Endüstrisi Atıksuyunun Ana Kontrol Parametreleri.....	17
3.5.1. Temparatür ve pH'ın Etkisi.....	18
3.5.2. Biyolojik Oksijen İhtiyacı.....	18

3.5.3. Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	19
3.5.4. Toplam Katı Madde.....	20
3.5.5. Renk.....	20
BÖLÜM 4. ATIKSULARDA RENK GİDERİM YÖNTEMLERİ VE RENK TAYİNİ.....	22
4.1. Renk Giderim Yöntemleri.....	23
4.2. Renk Tesbiti.....	26
BÖLÜM 5. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	28
5.1. Materyal.....	28
5.2. Yöntem.....	30
5.2.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tesbiti..	30
5.2.2. Askıda Katı Madde Tesbiti.....	32
5.2.3. pH.....	33
5.2.4. Renk Tesbiti.....	33
5.3. Denemeler.....	38
5.3.1. Kullanılan Cihazlar.....	38
5.3.2. İşlem.....	38
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	64

ÖZET

Artan çevre kirliliğine ve azalan su kaynaklarına çözüm bulabilmek amacıyla endüstriyel atıksuların arıtılma zorunluluğu doğmuştur. Atıksu kirliliği kontrol parametrelerinden olan renk Resmi Gazetelerde yayınlanan su kirliliği kontrol yönetmeliğinde bulunmamasına rağmen estetik açıdan istenmez. Ayrıca koyu renkli sular güneş ışınlarının geçişini engelleyerek sudaki çözünmüş oksijen miktarını da düşürdüğünden atıksuların renginin giderilerek deşarj edilmesi gereklidir. Bu sebeple gerçekleştirilen bu çalışmada tekstil endüstrisi atıksuyu renginin giderilmesi amaçlanmıştır. Renk giderimi adsorban olarak piring kabukları kullanılarak adsorbsiyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Atıksu rengi spektrofotometrik yöntemle tesbit edilmiş ve renk giderimi etkinliği üzerine adsorban tane boyutunun, katı/sıvı değerinin, sıcaklığın ve pH'ın etkisi incelenmiştir. Denemeler sırasında adsorbsiyon süresi 2 saat ve karıştırma hızı 130 devir/dak olarak sabit tutulmuştur.

COLOUR REMOVAL FROM TEXTILE WASTEWATERS

SUMMARY

Today, the high population increasment and industrialization in the world bring an over waste water capacity problems, which is more assimilated than programmed and planned by the scientists. The dirtiness occurred in discharged areas of these wastes damages the ecological equilibrium and uses up the alternatives in treatment. The wastes occurred from textile, chemical, food, paper, leather industries. Industries established in or near the cities have become the most important pollutants of the rivers, lakes and seas etc. The action to prevent this pollution brings a concept to these wastes before discharging.

There are several methods in treatment of the industrial waste waters. The source of the waste and pollutant characteristics are the major factors in determining the right treatment method. Also, there may be some other waste treatment methods depending on the size and characteristics of the waste, but in general treatment methods can be classified into 3 sections like mechanical, chemical and biological.

In Turkey, the textile industry is well developed up today. Some textile industrial wastes, such as textile dyes present in significant concentrations in many waters, have been neglected to a large extent because the dyes are often composed of mixtures of compounds having unknown chemical structures. Environmental pollution by dyes results from wastes from the manufacturing industry and from users as textile plants.

Colour has been viewed by many as a parameter that would have little impact on the biota of a receiving stream or a sewage treatment plant. However, the discharge of highly coloured waste is not only aesthetically

unacceptable, but also impedes light penetration, thereby impairing or inhibiting biological processes within a stream. The removal of dyes from an industrial effluent is becoming a major problem as government legislation becomes more stringent. Biological treatment process such as aerated lagoons and conventional activated sludge processes are frequently used to treat textile effluents. These processes are efficient in the removal of suspended solids (SS) and chemical oxygen demand (COD), but largely ineffective in removing colour from wastewater.

In Turkey, the standards of discharging to the environment of the textile factories are legalized and issued in the Turkish Republic Official Newspaper. This regulation involves the parameters such as pH, Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD) etc. Although Colour does not take place among these parameters, it is a significant parameter in determining of the waste water, because dark coloured waters prevent the transition of the sun lights and reduces the amount of dissolved oxygen in water. So, it is not convenient to discharge of the waste-waters in coloured. For this reason, we have studied on colour removal from textile industries wastewaters and supplied a sample from one of the well known textile wool-fieber plant which is located in Istanbul. In this plant, the wastewater coming from dye-house transfers to the treatment unit according to the flow-chart showned in Figure 1. Following these steps, the chemical oxygen demand of the wastewater can be decreased to 800 mg/liter levels from 10.000 mg/liter, but the colour of the waste is yellow-darkbrown which is not a suitable colour for discharging to the city waste channels. In fact, the portion of the dye-waste in the whole wastewater is much more coloured, but less polluted. On the other hand, the cleanser water is much more polluted, but less coloured.

In this study, the partially treated, coloured wastewater is being used. The waste characteristic which is used during the experiments are shown in Table 1.

TABLE: 1. The Wastewater Characteristics of the Wool Textile Plant.

PARAMETER	1st.WASTEWATER	2nd WASTEWATER
Suspended solid(mg/l)	550	400
COD (mg/l)	3500	1655
Oil + gress (mg/l)	430	150
pH	8.5-9.0	8.5-9.0

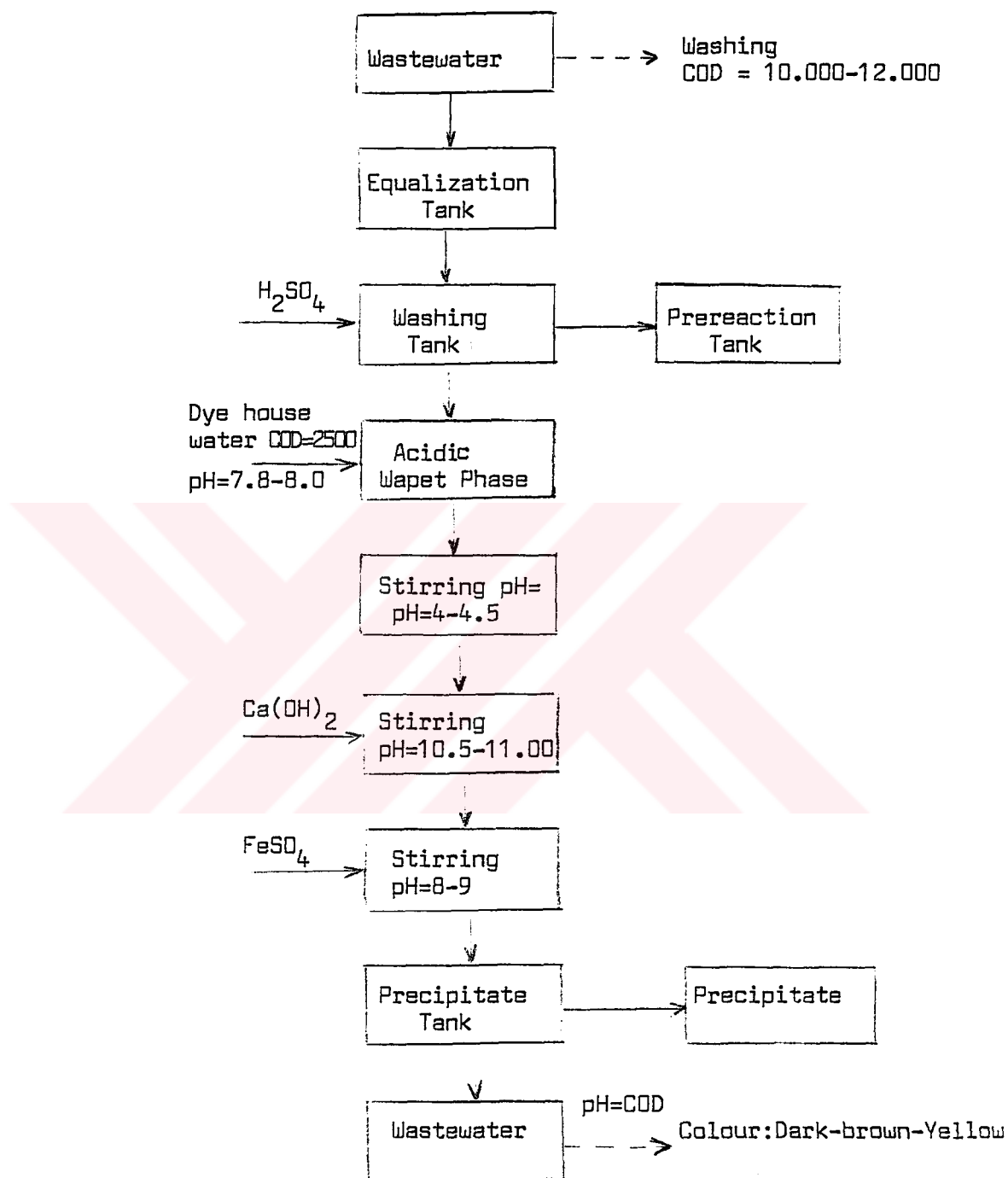


FIGURE: 1. Wastewater Treatment Flow-Chart in Textile Plant.

The assortment and different characteristics of the fibers used in textile industry effects the wastewater composition which is determined in the experiments.

The adsorbtion method is being carried out in the experiments due to the excessive colour of the waste. The results of the experiments are obtained by using the spectrophotometric method. Which can specify the wave length, lüminance and pollounts. As an adsorban, rice hulls are being used obtained from Trakya Area, Turkey. The reason of proceeding the experiments with rice hulls is the low cost and easy presence.

As steps of the experiments, the rice hulls are grinded to 0.106-0.180, 0.180-0.425, 0.425-1mm levels. During the experiments, the effects of the below written parameters on colour removal from the wastewater are being searched.

- Solid/liquid ratio (Adsorban material amount (mg) sample (ml)
- Adsorban material size
- pH and
- Temperatur

In the experiments, following parameters are hold as constant.

- Stirring speed, as 130 cycle/min
- Duration, as 2 hours
- Volume of the wastewater sample, as 150 ml

The result of the determined colour codes used in the experiments are shown in Table 2.

TABLE: 2. The Colour Values of Wastewater

PARAMETER	1st WASTEWATER	2nd WASTEWATER
- Dirty (%)	42	32
- Colour	Yellow-Orange	Green-Yellow
- Lüminance(%)	46	58

+ Experiments done with the 1 st wastewater are concluded with workable results as stated below.

-Solid/liquid = 1/200
-Adsorban size = 0.425-1 mm

After treatment, the wastewater values are obtained as follows.

- Dirty = 9 %
- Lüminance = 71 %

Here, the dominant colour did not change, but the colour quality has lightened. In the first wastewater experiments, the colour removal efficiency is obtained as 78. 6 %.

+ Experiments done with the 2 nd wastewater are concluded with workable results in 5 separate groups. In the 1 st and 2 nd group of experiments are resulted as follows.

- Solid/liquid : 1/1000
- Adsorban size : 0.18-0.425mm

After treatment, the wastewater values are obtained as follows.

- Dirty : 1.3 %
- Lüminance: 95.8%

Here, the dominant colour did not change, but the colour quality has lightened. In the second wastewater experiments, the colour removal efficiency is obtained as 95.6 %.

In the 3 rd group of experiments, the effect of temperature on colour removal is being investigated and found out to proceed the experiments in the room temperature ($\sim 25^{\circ}\text{C}$).

In the 4 th group of experiments, the effect of pH on colour removal is being investigated and found out to proceed the experiments with the original pH value (pH=9).

In the 5th group of experiments, the regeneration of rice hulls after treatment by washing water and acidic water are being investigated and found out to proceed the experiments with water.

After the comparison of color removal experiments done by 1 st and 2 nd wastewaters, the final values for the 2 nd wastewater are being observed as the best. This is because of higher oil content of the 1 st wastewater.

You may find below the experimental results done by the 2 nd wastewater.

TABLE: 3. Colour Removal Results

Parameter	Wastewater before removing of colour	Decolourized Wastewater		
		Using Rice Hulls	Regeneration of rice Hulls with water	Regeneration of rice hulls with acidic water
COD (mg/l)	1655	960	1280	1600
COD Removal (%)	-	42	23	3
Dirty (%)	32	1.8	5.5	8
Colour	Green-Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Colour Removal(%)	-	94.4	83	75
Luminance(%)	58	86	74.5	64.8

Due to the high consumption of rice in Turkey, the rice hulls have also an increasing potential. This situation enhances the importance of the subject. As an alternative to rice hulls; saw dusts, maize stalks, vermiculites and peatmosses etc. can be used.

BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde dünyadaki hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme doğanın özümseyebileceği miktarın çok üstünde atıksu üretimine neden olmaktadır. Bu atıksuların boşaltıldıkları alıcı ortamlarda meydana getirdikleri kirlenme, ekolojik dengeyi bozmakta ve bu ortamların başka amaçlarla kullanılmalarını engellemektedir. Kentler içinde yada yakın çevrelerinde kurulmuş olan özellikle kimya, besin, tekstil, kağıt, deri endüstrisi gibi çeşitli fabrikalarda oluşan atıksular; kentsel atıkların ve kanalizasyon sularının yanında deniz, göl ve akarsu gibi yüzey sularını kirleten en önemli kaynaklar haline gelmiştir. Meydana gelen bu kirlenmeyi önleme isteği atıksuların uzaklaştırılmadan önce arıtılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur.

Ülkemizde tekstil endüstrisinin hızla gelişmesi ile beraberinde getirdiği artan su kirliliğine engel olmak için işletmelerden çıkan atıksuların deşarj edilmeden önce arıtma işlemine tabi tutulması son derece önemlidir. Tekstil fabrikalarında üretim aşamalarına göre çeşitli bileşim ve miktarlarda atıksular oluşmaktadır. Bu atıksuların büyük kısmı ağartma, boyama ve yıkama işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Asit, baz, boya, deterjan, tuz ve kullanılan diğer kimyasal maddelerin uygun bir arıtmadan geçirilmeden, alıcı ortama verilmesi halinde ciddi ve uzun süre kalıcı etkiler gösteren sonuçlar meydana gelir. Ülkemizde tekstil fabrikalarının üretim tipine göre atıksularını doğaya vermeleri için uymaları gereken deşarj standartları Resmi Gazete'de yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde pH, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı gibi parametreler başta olmak üzere yer almaktadır. Renk bu yönetmeliklerde

bulunmamasına rağmen estetik açıdan istenmez. Ayrıca koyu renkli sular güneş ışınlarının geçişini engelleyerek, fotosentez olayını yavaşlatıp sudaki çözünmüş oksijen miktarını da düşürdüğünden atıksuların renkli olarak deşarjı istenmez. Bu nedenle bu çalışmada İstanbul'da faaliyet gösteren yünlü elyaf işleyen bir tekstil fabrikasından alınan atıksuyun renginin giderimi amaçlanmıştır.



BÖLÜM 2. TEKSTİL ENDÜSTRİSİ

2.1. Tekstil Endüstrisinin Tanımı

Yün, pamuk, sentetik ve örme kumaşların yapımında kullanılan liflerden, kumaş veya herhangi bir tekstil ürünü üreten endüstri dalı tekstil endüstrisi olarak tanımlanabilir [1,2].

2.2. Tekstil Elyafı ve Sınıflandırılması

Doğada lifli yapıya sahip pek çok madde olmasına rağmen, bunlardan sadece dokunmaya ve örmeye elverişli, iplik halinde eğrilebilen maddelere tekstil elyafı adı verilir. Tekstil endüstrisinde kullanılan lifler doğal ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal elyaflar, bitkisel, hayvansal ve mineral olarak sınıflanırken, pamuk, keten, kenevir bitkisel, yün, moher, angora, ipek hayvansal elyaf grubuna girer. Kimyasal elyaflar ise doğal polimerlerden, anorganik ham maddelerden, sentetik polimerlerden yapılanlar olmak üzere üç grupta toplanır [3].

2.3. Tekstil Endüstrisi Genel Prosesleri

Tekstil endüstrisinde üretimde yer alan proses ve işlemler, işlenen elyafa bağlı olmaksızın tanım olarak birbirine benzerler. Endüstride uygulanan ana işlemler; hasıllama, hasıl sökme, ağartma, merserize etme, boyama, apreleme olmak üzere gruplanırlar [4].

Tekstil endüstrisinde işlenen genel elyaf çeşitleri ise pamuklu, yünlü ve sentetik elyaflardır. Kullanılan elyafın özelliğine bağlı olarak bazı farklı üretim işlemlerine de rastlanmaktadır, örneğin yünlü ürünlere

uygulanan karbonizasyon işlemi pamuklu ürünlerde merserizasyon adını alır yada pamuk ve sentetik elyaflarda başlangıçta yıkamayı gerektirecek bir kirlilik bulunmamasına karşılık, yün elyafların çok kirli olmasından dolayı elyafın iplik haline getirilebilmesi için önceden yıkama işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Yünlü dokuma endüstrisini kirleticilik bakımından diğer tekstil gruplarından ayıran en önemli fark bu yıkama işlemidir [5,6].

2.3.1. Haşılama

İnce kumaşlar dokunurken çok ince iplik kullanılması gerekir fakat bu incelikteki iplik, dokuma sırasında maruz kalacağı gerilimlerin etkisiyle kopar. Bu tür durumlarda, nişasta ve dekstrin gibi maddeler kullanılarak kumaş geçici olarak sağlamlaştırılır. Bu işleme haşıllama denir. Dokuma işlemi sona erdikten sonra ağartma veya boyamaya başlamadan önce haşıl maddelerinin uzaklaştırılması gerekir, aksi halde bunlar ağartıcının veya boyar maddenin materyale nüfuzunu güçleştirir, ağartma veya boyama işlemi engellenir [3]. Haşıl maddeleri çoğunlukla doğal nişastalar, modifiye selülozlar ve sentetiklerdir. Sentetik ipliklerde haşıl maddesi olarak nişasta bileşikleri yerine polivinil alkol, karboksi metil selüloz ve poliakrilik asit gibi maddelerin kullanımı biyolojik oksijen ihtiyacını azaltır. Atıksulardaki biyolojik oksijen ihtiyacını artıran en büyük etkenler arasına haşıl maddeleri girmektedir [7].

2.3.2. Yıkama ve Haşıl Giderme

Boyama ve apreleme aşamalarına kumaş hazırlamak için, haşıllama operasyonundan gelen haşıl maddelerinin giderilmesi gerekir. Bu işlem, tekstil atıksularında toplam kirlilik yükünün yaklaşık % 50'sini oluşturur. Boyama ve apreleme için temiz kumaş hazırlamak amacıyla sodyum hidroksit, klor, silikatlar, sodyum bisülfid ve

deterjanlar, nişastanın hidrolizi için asitler ve enzimler kullanılır. Yıkama toplam atık yükünün % 30 artmasına sebep olur [8].

2.3.3. Ağartma

Doğal renklendiricileri gidermek için bu aşamada klor veya peroksit kullanılır. Peroksit su ve oksijene bozunur ve çözünmemiş katı parçalar yada gözlenebilen artıklar bırakır. Peroksit ilavesi atık akımında oksijen miktarını artırır [8].

2.3.4. Merserize Etme

Merсерizasyon işleminin asıl amacı pamuk elyafının parlaklığını düzenlemektir. Pamuklu dokumaların arıtılması NaOH gözeltisi ile yapılmaktadır. Bu uygulama, daha çok dokumanın boyanabilme ve absorblama karakterini düzeltmek içindir [8].

2.3.5. Boyama

Boyama işlemi birçok yolla ve yeni boyalar, yardımcı kimyasallar eklenerek yapılır. Kirlilik yükünün % 20- % 40'ını oluşturmaya karşılık yüksek derecede renklilik ve çok miktarda atık oluşturur [4].

Boyar Maddelerin Sınıflandırılması:

Boyar maddelerin sınıflandırılması çözünürlük, kimyasal yapı, boyama özellikleri ve kullanılış yerleri gibi çeşitli karakteristikleri göz önüne alınarak yapılır.

I- Boyar maddelerin çözünürlüklerine göre sınıflandırılması:

- Suda çözünen boyar maddeler

- 1- Anyonik suda çözünen
- 2- Katyonik suda çözünen
- 3- Z-witler iyon karakterli

- Suda çözünmeyen boyar maddeler

- 1- Dispersiyon
- 2- Organik çözücülerde çözünen
- 3- Geçici çözünürlüğü olan
- 4- Polikondensasyon
- 5- Elyaf içinde oluşturulan
- 6- Pigmentler

II- Boyar maddelerin boyama özelliklerine göre sınıflandırılması:

- 1- Bazik katyonik
- 2- Asit
- 3- Direk
- 4- Mordan
- 5- Reaktif
- 6- Kupe
- 7- İnkişaf
- 8- Metal kompleks
- 9- Dispersiyon
- 10- Pigment

III- Boyar maddelerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması:

Bu sınıflandırmada molekülün temel yapısı esas alınabildiği gibi molekülün kromojen ve renk verici özellikteki kısmı da esas kabul edilebilir [3,9].

2.3.6. Apreleme

Fiziksel ve kimyasal özellikleri değişen kumaşın işlenmesi apreleme olarak adlandırılabilir. Apreleme işlemi ile görünüş, yumuşaklık, sağlamlık, pürüzsüzlük ve parlaklık gibi özelliklerin daha iyi olması sağlanır. Kullanılan maddeler; nişasta (kola) ve dekstrin kolası, doğal ve sentetik balmumu, sentetik reçineler, amonyum ve çinko klorit, yumuşatıcı maddeler ve çeşitli özel kimyasallar içerir. Bu kimyasalların kullanımı ile aşınma kalitesi düzelir, su geçirmeme, yanmama ve küflenmeme gibi özellikler sağlanır [4].

2.4. Yünlü Tekstil Endüstrisinde Genel Prosesler

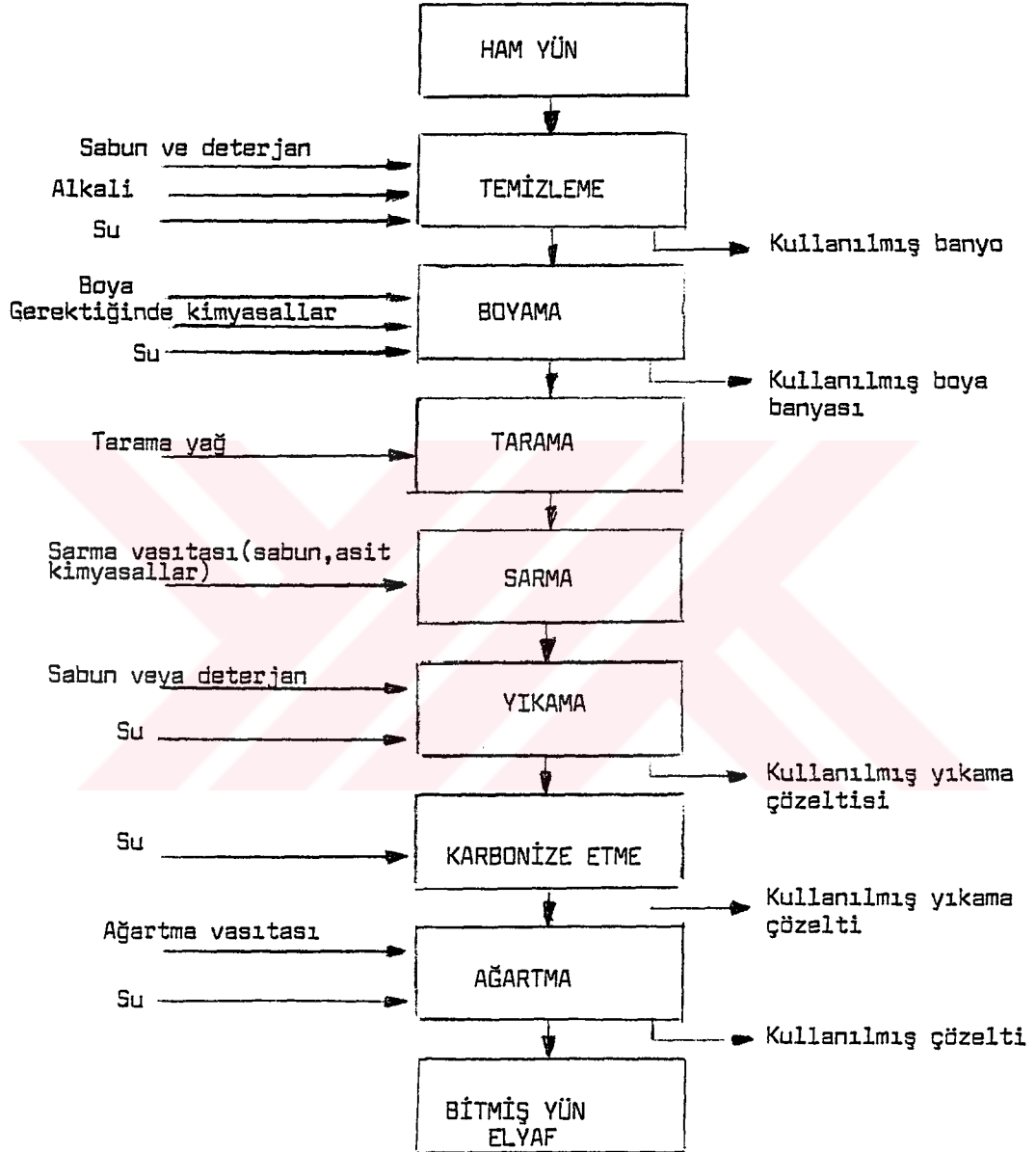
Bilinen çeşitli hayvansal lifler arasında yün en eski ve en iyi bilinendir. Koyun postundan elde edilir ve yüksek oranda çimen, nebati hav, yapağı yağı ve hayvanın büyümesinde lifleri koruyan yün yağı ihtiva eder. Bir çok durumda yün % 30 lif, % 70 yabancı madde içerir. Yabancı maddelerin ise % 45'i yağ olabilir [4]. Ham yünün işlenerek yün elyaf haline getirilmesi için uygulanan işlemler Şekil 2.1'de gösterilmiştir [10].

2.5. Pamuklu Tekstil Endüstrisinde Genel Prosesler

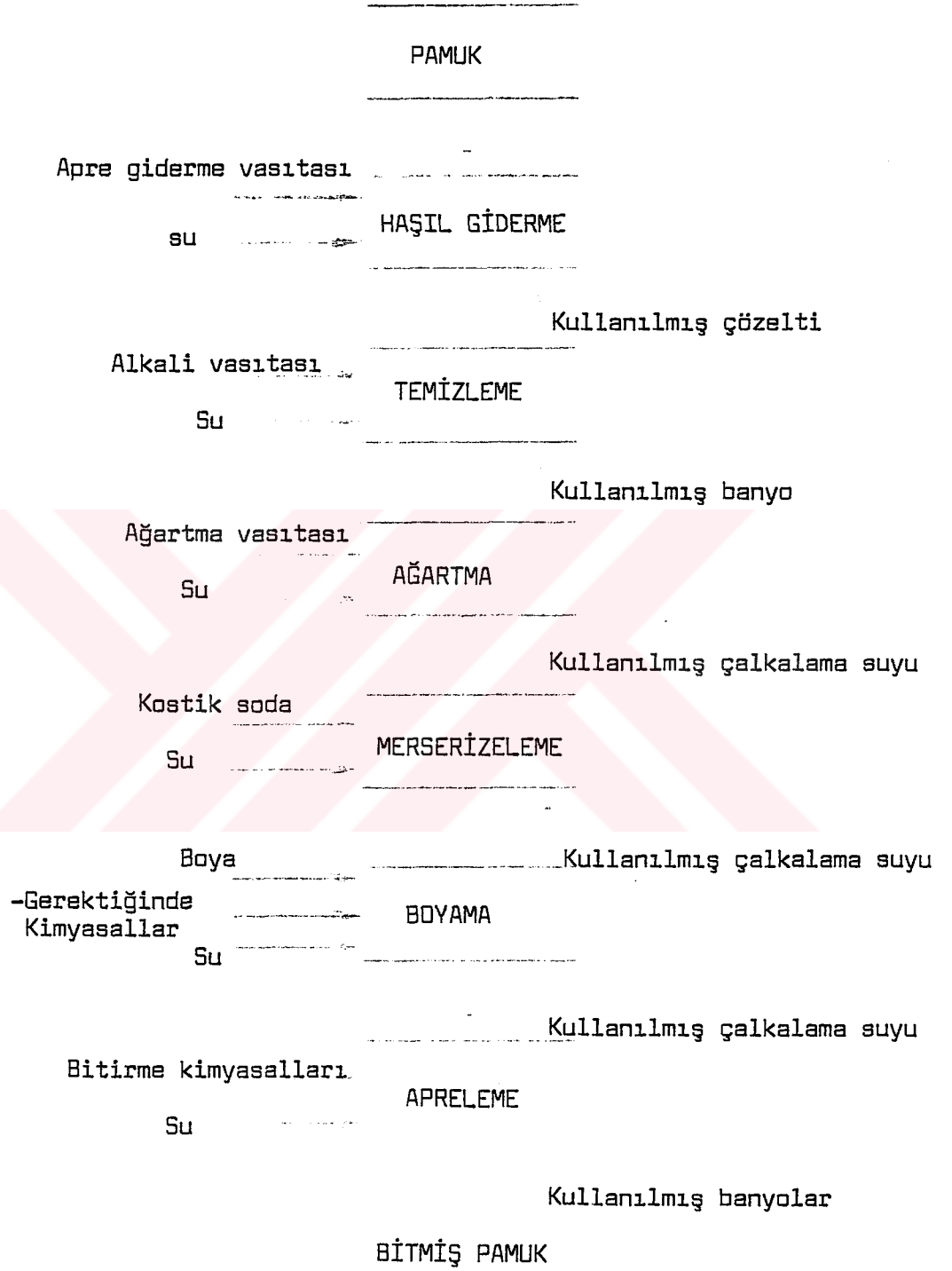
Pamuk fabrikaya ilk geldiğinde nişasta ve benzeri maddelerle kaplıdır. Bu yüzden öncelikle asidik yada kimyevi bir banyoda nişastası giderilir, diğer işlem adımları ise Şekil 2.2'de gösterilmiştir [10].

2.6. Sentetik Tekstil Endüstrisinde Genel Prosesler

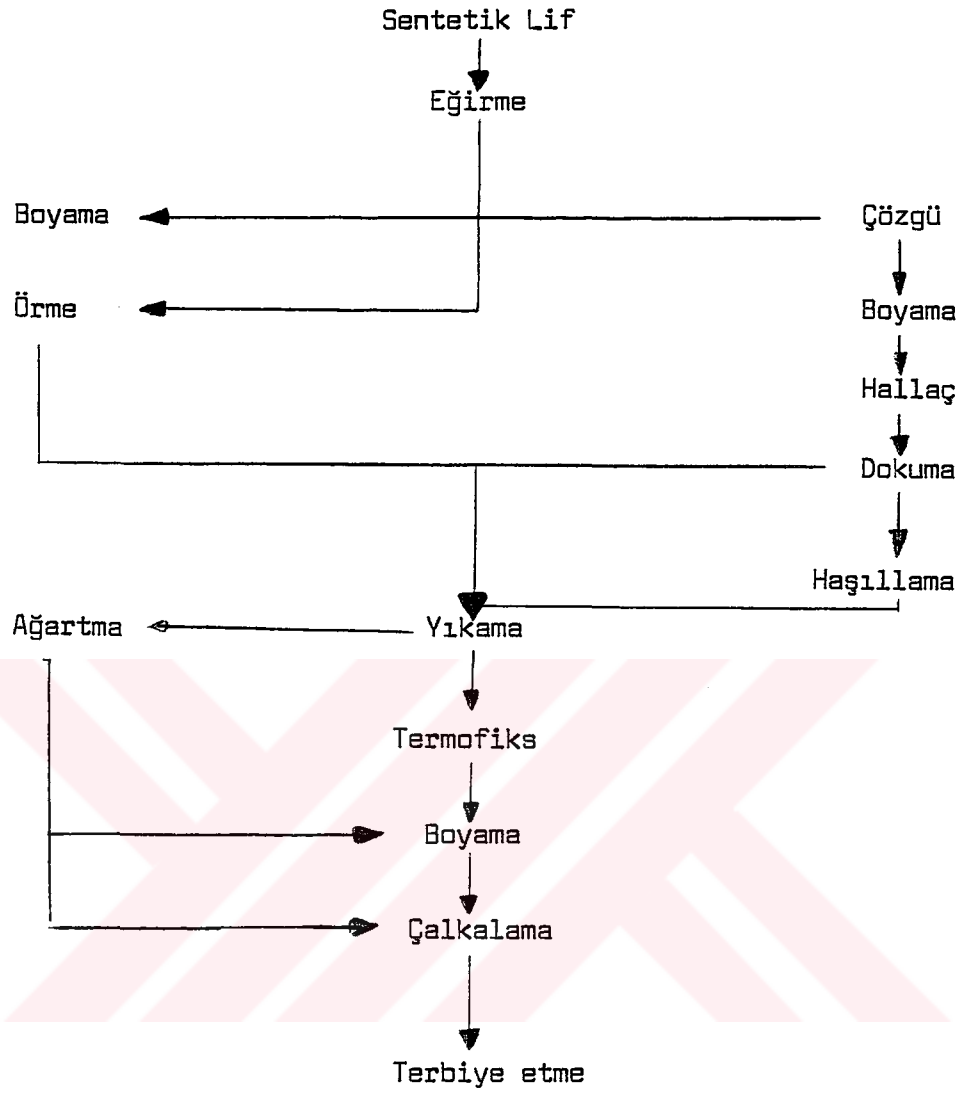
Sentetik elyaflar iki şekilde işlenir. Sürekli ip-lik şeklindeki elyaflar % 100 sentetik ürünlerin, tel tel olanlar ise sentetik elyaf karışımlarının veya sentetik ve doğal elyaf karışımlarının üretiminde kullanılır [10]. Sentetik polimerlerden elde edilen kimyasal



ŞEKİL: 2.1. Yünlü Elyaf Üretimi İçin Akım Diyagramı
[10]



ŞEKİL: 2.2. Pamuklu Elyaf Üretimi İçin Akım Diyagramı
[10]



ŞEKİL: 2.3. Sentetik Elyaf Üretimi İçin Akım Diyagramı [8]

elyafların:en önemlileri, polietilen, polipropilen, poliklorür, poliamit ve poliesterdir [9].



BÖLÜM 3. TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE ATIKSU KARAKTERİ

Tekstil endüstrisi ile gelen ana kirlilik problemi su kirliliğidir. Fabrika atık sularının içerdiği kirlilikler ise;

- Pamuk ve yün üzerinde doğal oluşan kirlilikler, tuzlar, yağlar,
 - Değişik işlemler sırasında arıtılan yada eklenen kimyasallar,
 - Çeşitli aşamalarda kimyasal ve mekanik işlemler ile ayrılan lifler
- dir [8].

Tekstil endüstrisinde tüm proseslerden çıkan atık yükü elyafların çeşitliliğinden dolayı farklılık gösterir. Aynı elyafı işleyen tesislerde bile üretim yöntemlerindeki teknolojik farklılıklar nedeniyle atık yükü değişken olabilir. Bununla birlikte tüm tekstil endüstrilerinde çıkan atık suların ortak özellikleri ise;

- Yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)
 - Yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ)
 - Yüksek sıcaklık
 - Bazik pH
 - Askıda katı maddeler
 - Renklilik
- tir [11].

3.1. Yünlü Tekstil Endüstrisinde Atıksu Karakteristiği

Yün yıkama ünitesinden çıkan atıklarda, sabun ve alkali kalıntıları, deterjan, kum, saman, tohum kabukları, koyun dışkısı, yünyağı, suda çabuk çözünen potasyum tuzları ve organik asitler bulunur. İçerdikleri yağ emülsiyonları ve organik maddeler dolayısı ile kahverenkli dirler [11].

Yünlü tekstil endüstrisinde çeşitli aşamalar da ki atıksu karakteri Tablo 3.1'de görülmektedir.

TABLO: 3.1. Yünlü Tekstil Endüstrisi İşlem Adımlarında Atıksu Karakteri [8]

İşlem	Oluşan Atıksu Kirliliği
İslatma	Yüksek BOİ Yüksek yağ içeriği Yüksek alkalilik Bulanık renk 46-52°C temperatür
Boyama	Asidik pH Yüksek renklilik Yüksek BOİ Yüksek zehirlilik
Yıkama	Yüksek BOİ Yüksek yağ içeriği 43-66°C temperatür

3.2. Pamuklu Tekstil Endüstrisinde Atıksu Karakteristiği

Pamuklu tekstil endüstrisinde işlem sonrası çıkan atıksu karakteri Tablo 3.2'deki gibidir.

TABLO: 3.2. Pamuklu Tekstil Endüstrisi İşlem Adımlarında Atıksu Karakteri [8]

İşlem	Oluşan Atıksu Kirliliği
Haşıl Giderme	Yüksek BOİ Nötr pH Yüksek toplam katı
Yıkama	Yüksek BOİ Yüksek alkali pH Yüksek toplam katı Yüksek sıcaklık
Ağartma	Yüksek BOİ Alkali pH Yüksek toplam katı
Merserize Etme	Düşük BOİ Alkali pH Düşük toplam katı
Boyama - Baskı	Yüksek BOİ Yüksek toplam katı Nötr - alkali pH

Uygulanan tüm işlemlerdeki kirlilik faktörlerindeoluşan değişmelerin nedenleri arasında;

- Farklı işlemlerin uygulanması, örneğin yıkama yerine sürekli bir proses kullanımı, yada proses kimyasallarının değişkenliği; ağartmada hipokloritin peroksit yerine kullanılması gibi,
- Üretilen pamuk ürünlerinin değişkenliği sayılabilir [8].

Entegre bir pamuk tekstil fabrikasında ortaya çıkan atıksular;

- 6.5 - 11.0 arasında değişen pH
- Aşırı bulanıklılık ve renk
- 1000-1600 mg/l toplam katı
- 200-600 mg/l BOİ
- 300-900 mg/l toplam alkalite

- 100-300 mg/l askıda katı
 - 3-25 mg/l krom
- içerir [4].

3.3. Sentetik Tekstil Endüstrisinde Atıksu Karakteristiği

Sentetik tekstil endüstrisinde çeşitli adımlarda atıksu karakteri ise Tablo 3.3'de verilmiştir.

TABLO: 3.3. Sentetik Tekstil Endüstrisi İşlem Adımlarında Atıksu Karakteri [10]

Lif	İşlem	Oluşan Atıksu Kirliliği
Suni ipekli kumaş	Islatma ve	Yağ
	Boya	Boya
		Sentetik deterjan
		Antistatik yağlar
Asetat	Islatma ve	Sentetik deterjan
	Ağartma	H ₂ O ₂
	Tuz banyosu	Sentetik deterjan
		Klor yada sülfat
Naylon	Islatma ve	Antistatik yağlar
	Ağartma	Boya
		Sentetik deterjan
		Esterler
Akrilik(plastik)	Islatma ve	Sentetik deterjanlar
	Ağartma	H ₂ O ₂ /CL
	Islatma	Antistatik yağlar
		Sabun
		Soda
		Esterler
		Tetra sodyum pirofosfat
	Boya	Boya
		NaNO ₂
		HCL
		Sülfonat yağlar
	Ağartma	Perasetik asit
	Boya	Boya
		Formikasit
		Nemli maddeler
		Aromatik aminler
		Sülfatlar
	Boyama	Asit
	Ağartma	Klor
	Islatma	Sentetik deterjanlar
		Yağ
		Antistatik yağlar
		Cl/hipoklorit
		Noniyonik sentetik deter.

3.4. Tekstil Endüstrisi Atıksuyu Genel Karakteri ve Değerj Şartlarının Karşılaştırılması

Tekstil endüstrisi atıksuyunun genel karakteri Tablo 3.4'de gösterilmiştir.

TABLO: 3.4. Tekstil Endüstrisi Atıksularının Genel Karakteri [12]

Parametreler	Karakteristik Değerler (mg/l)
BOİ	400-800
KOİ	800-1500
Askıda katı	150-400
Deterjanlar	10-30
Yağlar	100-300
Toplam katı	1000-2500
N	30
P	0.2
pH değeri ise	10-12 arasındadır.

Tablo 3.5 ise su kaynaklarına ve kanallara boşaltılabilecek suların genel karakterini içermektedir.

TABLO: 3.5. Atıksu Değerj Limit Değerleri [13,14]

Parametreler	Kanal Değerj Değerleri (max) (mg/l)	Su Kaynaklarına Değerj Değerleri (max) (mg/L)
BOİ	250	50
KOİ	750	70
Askıda katı	350	200
Yağlar	50	10
Deterjanlar	5	0.5
Fenol	10	5
Toplam CN	10	0.2
Hg	1	0.01
Cd	5	0.05
Pb	3	0.5
As	3	0.5
Cu	10	0.5
Ni	10	0.5
pH değeri ise su kaynakları için	5-9 arasındadır.	

Eğer Tablo 3.4 ile 3.5'i kıyaslayacak olursak; BOİ, KOİ, askıda katı, deterjanlar, yağlar ve pH değerlerinin deşarj limitlerinin yüksek olduğu görölür, metal iyonlarının limitleri ise çok düşük tutulmuştur. Bunun nedeni ise İSKİ'nin gelecekte kullanmayı planladığı tesislerin biyolojik arıtmaya yönelik olması sebebi ile bu tesislerin işletilmesini riske atmak istememesidir [14].

3.5. Tekstil Endüstrisi Atıksuyunun Ana Kontrol Parametreleri

Atıksuların kirlenmesinde etkin olan temel parametreler;

1)- Fiziksel parametreler

- Temperatur
- Çözünmemiş komponentler
- Renk
- Koku
- Çözünmüş oksijen
- Radyoaktivite
- Köpük
- Korozyon

2)- Kimyasal parametreler

- Kimyasal oksijen ihtiyacı
- Organik, inorganik komponentler
- pH
- Klor iyonu
- Sertlik (Ca-Mg)
- Azot ve fosfor
- Yüzey aktif maddeler
- Klor ihtiyacı
- Çözünmüş tuzlar
- Spesifik iyonlar (As,Ba,Cd,Cr,CN,F,Pb,SO, Ag)
- Fenol
- Yağ ve hidrokarbonlar

3)- Biyolojik parametreler

- Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
- Patojenik bakteriler
- Kimyasal zehirlilik

Temperatür, pH, renk, KOİ, BOİ, toplam katı madde miktarı tekstil atıksularının kontrolü için yeterli parametrelerdir [11].

3.5.1. Temperatür ve pH'ın Etkisi

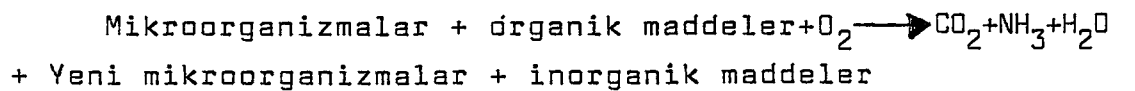
Atıksuyun yüksek pH ve temperatürde olması boşaltıldığı kanalda ekolojik dengeyi bozar, canlı organizmaya zarar verir. Yüksek temperatür bakterilerin üremesine, dolayısıyla oksijen tüketiminin artmasına sebep olur.

Atıksuyun pH'ı asidik ise bakteriyel faaliyeti durdurur, buna karşılık korozyon etki yapar. pH bazik ise korozyon etki yoktur fakat canlıları olumsuz yönde etkiler. Bazı organik maddeler alkali suda erir ve su fazına katılır. Böylece suyun renklenmesine, BOİ yükünün artmasına neden olur. pH 5-10 arasında organizmaların üretkenliği azalır, buna karşılık biyolojik ayrışma güçleşir [11,15].

3.5.2. Biyolojik Oksijen İhtiyacı

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı atıksuyun içinde bulunan organik maddelerin ayrışmaları için bakterilerce kullanılan oksijen miktarıdır [16]. Böylece , aerobik ortamda, biyokimyasal yollarla ayrışmaları sonucunda organik maddelerin ihtiyaç duydukları oksijen miktarı saptanır ve bu değer kirlilik belirleyici bir parametre olarak kullanılır.

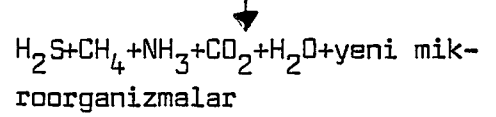
Biyokimyasal reaksiyon aerobik şartlarda;



şeklinde gerçekleşir.

Anaerobik şartlarda ise;

Mikroorganizmalar + Organik maddeler $\longrightarrow$ Yeni mikroorganizmalar + alkoller + asitler + mikroorganizmalar



şeklindedir [10].

3.5.3. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı atıksudaki organik maddelerin kuvvetli bir kimyasal oksitleyici ile yükseltgenen kısmının oksijen eşdeğerinin ölçüsüdür. Yöntem tüm organik maddelerin kuvvetli oksitleyiciler ile asit ortamlarda oksitlenebilecekleri esasına dayanır. Oksidasyon ortamında karbonlu organik maddeler CO_2 ve H_2O 'ya, azotlu organik maddeler ise NH_3 'e dönüşürler. KOİ'nin aynı amaç ile kullanılan BOİ'ye göre en önemli üstünlüğü kısa sürede yürütülüp sonuçlandırılabilmesidir. BOİ'nin en az beş gün sürmesine karşılık KOİ'yi üç saatte değerlendirmek mümkündür [10].

Bir suya ait KOİ değeri BOİ'den farklı olarak, organik madde dışında klor, azot gibi oksitlenebilen bazı inorganik maddeleri de içerebileceğinden BOİ değerinden daha yüksektir.

Bu test $150^\circ C$ 'de kaynayan konsantre H_2SO_4 içinde $K_2Cr_2O_7$ ile güçlü bir oksitleyici olan Ag katalizörü eşliğinde yapılır. Bu şartlar altında atıkdaki karbon CO_2 'ye, hidrojen ise H_2O 'ya okside olur. Ortalama Hg^{+} katılmak suretiyle Cl^{-} iyonları kompleks halinde bağlanır. Ortamdaki dikromat üç değerli kroma indirgenir [17].

$K_2Cr_2O_7$ ise pridin, aromatik hidrokarbonlar, ve düz zincirli alifatik bileşikler gibi bazı organik maddeleri yükseltger [18].

3.5.4. Toplam Katı Madde

Atıksularda çözünmüş ve çözünmemiş halde bulunan tüm organik ve inorganik maddelere toplam katı madde denir [17]. Toplam katı madde içeriğinin bir bölümü çözünmüş halde bulunduğundan "toplam çözünmüş madde", çözünmeyen yabancı maddelerden iri taneliler "çökebilen", küçük boyutlardakiler elektriksel yüke sahip bulunmaları sonucu askıda kaldıklarından "askıda katı maddeler" olarak gruplanırlar. Değişik özellikteki bu katı maddelerin miktarlarının tayini ise farklı yöntemlerle yapılır. Buharlaştırma yöntemi ile toplam katı madde, süzme ile çökebilen ve askıda katı maddeler, yakma ile toplam organik maddeler, iletkenlik ile de toplam çözünmüş madde konsantrasyonları saptanır [10].

Askıda maddeler sularda bulanıklığa, dipte çökmeye, çamur filmlerinin oluşmasına, hızlı oksidasyona dolayısıyla çözünmüş oksijenin tüketilmesine ve BOD'nin artmasına sebep olur. İnorganik, organik yada mineral maddelerin oluşturduğu erimiş halde bulunan katılar arasında ise asitler, alkaliler, H_2S gibi çözünmüş gazlar ve tuzlar yer alır, su tuzlar arasında ise $NaCl$, Na_2SO_4 , $CaCl_2$, Ca , Mg , Cr , Cu , Ni , Fe , Pb , Mn , Zn , Sn gibi metal tuzları bulunur [15,19].

3.5.5. Renk

Tekstil endüstrisi atıksuları boyamada kullanılan çeşitli yapılardaki boya maddeleri ile yardımcı kimyasal maddeleri içerir. Boyalardan gelen kromatlar, sülfürler, H_2O_2 gibi toksik bileşikler biyolojik ayrışmada olumsuz sonuç verirler [7]. Su kaynaklarına boşaltılan atıksuların renkli olması hem estetik açıdan olumlu karşılanmaz hemde

bulanıklık, aşırı kirlilik durumlarını da beraberinde getirdiği için doğanın su dengesini bozar. Suyun ışık geçirgenliğini engelleyerek sudaki canlıların fotosentez yapmasını, oksijen ihtiyacını karşılamasını önler ve dolayısıyla ekolojik dengayı olumsuz yönde etkiler. Doğanın ve su kaynaklarının temizliği açısından bu kadar önemli olan sular-daki renkliliğin giderilmesi amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir [20].



BÖLÜM 4. ATIKSULARDA RENK GİDERİM YÖNTEMLERİ VE RENK TESBİTİ

Endüstriyel atıksular içerdikleri kimyasal maddeler nedeniyle renkli olup, bu renklerini deşarj oldukları nehi- re taşıyarak seyrelmeye ve nehrin kendi rengine bağılı bir modifiksayona uğrarlar. Bu renklere örnek olarak; kromat iyonu (sarı), indirgenmiş krom bileşikleri (yeşil), bakır (mavi), nikel(yeşil),ferri demir tuzları (sarı veya kah- verengi)sayılabılır. Diğer renkler organik boyalardır. Bunlar, tekstil boyahaneleri, renkli kağıt üretim alan- ları, renkli deri v.b. endüstrilerden kaynaklanır. Bu renkler bazen çok canlı tonlarda olup, renk açısından çok kirletici sayılırlar.

Diğer renkler, atıklara; nişasta, ciklet, sabun, lignin türevleri gibi kolloidal maddeler aracılığı ile karışır. Kolloid taşıyan atıklar; tekstil atölyelerin- den, meyve özü üretim alanlarından, konserveçilik, et iş- leme tesisleri, ilaç endüstrisi, çamaşırhane ve diğer or- ganik endüstrilerden gelir. Oluşturdukları renk, bu kü- çük partiküllerin ışık transmisyonuna engeli nedeniyle oluşan beyaz bir opozite ya da renkli kolloid maddeler- den gelen sarı veya kahverengi gibi gerçek bir renk ola- bilir. Bir atıkta renk oluşturan maddelerin çoğunluğunu, petrol rafinerilerinden çıkan atıksularda sıklıkla görü- len yağ örtüleri, kurşun sülfid, demir sülfid ve oksit- leri, kil, kok, sabun, çeşitli yağ emülsiyonları, kalsi- yum karbonat ve potasyum hidroksit gibi çökelti- ler o- luşturur.

Renk bazen atıksuyun deşarj edildiğı nehrin kendi- liğinden oluşturduğu birşeydir. Orjinal atık renksiz

bile olsa, renk deşarjdan sonra ortaya çıkabilir, örneğin; demir veya diğerk metal tuzlarının çok az bir miktarını içeren bir atık su, daha önceden bir bataklıkta geçmiş olan nehre boşaltıldığında, suda doğal olarak bulunan taninler, bu metalllerle mürekkep rengi siyahlıklar oluşturabilirler. Renksiz ferro tuzları da suda kahverengi ferro eriyiklerine dönüşüp, bazen çökebilir [21].

4.1. Renk Giderim Yöntemleri

Tekstil atıksuları sağlıklı bir arıtmanın çok zor yapılabilirdiği atıksulardan biridir, çünkü farklı yapıda ve çeşitli bileşikler içermektedir. Genel olarak atıksuları arıtma ve rengini gidermek amacıyla kullanılan yöntemleri kesin olarak birbirinden ayırmak mümkün değildir. Arıtma amacıyla kullanılan yöntemler belli ölçüde renk giderimide sağlamaktadırlar. Ancak çoğu zaman renk giderimi yeterli olmamaktadır. Arıtmada kullanılan genel metotlar mekanik, biyolojik ve fiziko-kimyasal proseslerden ibarettir.

Izgara-kum filtreleri, dekantasyon, dengeleme, nötralizasyon, katı-sıvı ayrımı, yüzdürme gibi ön arıtma yöntemleri mekanik arıtma olarak adlandırılır. Biyolojik arıtma sistemlerini ise genel olarak aerobik ve anaerobik olarak iki grupta toplamak mümkündür. Kimyasal oksidasyon, ozonlama, klorlama, adsorblama, iyon değıştirme, ekstraksiyon, distilasyon, kristalizasyon, membran prosesler, koagölasyon ve fuloklasyon ise fiziko kimyasal arıtma grubuna girer [5.11.19].

Su içindeki oksijen gideriminin yüksek olduğu organik endüstriyel atıklar için ekonomik ve etkili bir yöntem olan biyolojik arıtma yöntemleri biyolojik oksijen ihtiyacı ve askıda katı maddelerin gideriminde etkili olmalarına karşılık renk gideriminde yeterli etkinlikte

değildirler. Renk gideriminde koagülasyon, sedimentasyon, yüzdürme, adsorbsiyon, ozonlama ve klorlama geniş kullanım alanı olan yöntemlerdir [22,23].

Koagülasyon yönteminin iyi sonuç vermesi için etkili bir koagülantın bulunması çok önemlidir. Tüm inorganik koagülantlar, $FeCl_3$ 'ün atığa eklenmesi ile PH'ın düşmesi gibi, atığın fiziko kimyasal karakterini etkiler. Yöntemin diğer bir dezavantajı da atığın dekantasyonunu kararsız hale getiren çamur tabakasının oluşmasıdır, bu durum kirliliğin yanı sıra arıtma maliyetinin artmasına sebep olur. Bu tür problemlerle karşılaşmamak için koagülant olarak inorganik tuzlar yerine polielektrolit gibi yüksek molar ağırlıklı doğal ve sentetik polimerler kullanılabilir [24].

Flotasyon işleminde yöntem çözeltildeki gaz habbecikleri akımı ile hidrofobik maddelerin habbe yüzeyine yapışarak sıvı yüzeyinin en üst noktasına taşınması ve sonuçta çözeltilde zengin bir hava tabakası oluşturması esasına dayanır. Kullanılan yüzey aktif kimyasalları istenen ya da istenmeyen parçaların çözeltiliden ayrılmasını sağlar. Böylece renkliliğe sebep olan maddeler uzaklaştırılmış olur [25,26].

Ozonlama işlemi ise bir çok yöntemde olduğu gibi tek başına uygulandığında renk, kimyasal oksijen ihtiyacı ve askıda katı madde indirgenmesi gibi parametrelerin tümü için kanal deşarj şartlarını sağlayamamaktadır. Bu yüzden ozonlama ile kimyasal koagülasyon arasında kombine bir çalışma yapmak mümkündür. Ozonlama temiz bir proses olarak görünse de ozonun kimyasal dengesizliği, oluşma zorluğunu doğurur ki bu da elektriksel güç ve maliyet gerektirir, ayrıca ozonun zehirli olması nedeniyle atmosfere kaçmaması için iyi bir sistem kurulmalıdır. Ozonlama ile KOİ'nin azaltılamaması ise yöntemin diğer bir

dezavantajıdır. Tüm bunlara karşılık; ozonlamanın moleküler yapıda bulunan çift bağları kırarak daha küçük organik moleküllere dönüşümü sağlaması, ayrıca biyolojik arıtma verimini yükseltmesi bu işlemi kimyasal arıtma sonrası kullanılabilecek bir seçenek haline getirmektedir. Yan ürün olarak oksijen vermesi ve toksik bileşen oluşturmaması açısından da ozon tercih edilebilecek oksitleyici bir yöntem olarak kabul edilebilir [7,27,28].

Fotokatalitik oksidasyon, işlemi ile de renk giderimi sağlanabilmektedir, özellikle mineral asitlere ya da CO_2 ve H_2O ya okside olabilen sistemlere uygulanması önerilmektedir [29].

Elektrokimyasal metot ise yeni ve umut verici bir yöntemdir. Demir elektrotlardan oluşan anot ve katotta oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonları gerçekleşir. Yeterli gücün sağlanması ile boya molekülleri, katotta küçük organik moleküllere indirgenir. Bazı küçük organik moleküller ve askıda katı maddeler $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ile tutulur, sedimentasyon ve hidrojen flotasyonu ile giderilir [30].

Fenton maddeleri ile renk giderme, oksidasyon ve koagülasyon işlemlerinin birleşimi sonucu uygulanan, sudaki oksijen miktarını artırabilen bir işlemdir. H_2O_2 ve Fe^{+2} iyonları kuvvetli bir asit içinde stabildir, eğer H_2O_2 organik madde içeren sulu bir sisteme eklenirse, kuvvetli asitle Fe^{+2} iyonları fazlasının olması ile kompleks redoks reaksiyonu meydana gelir [31].

Klorlama ile renk giderimi tamamen sağlanabilir, fakat bu işlem kanserojen madde oluşumunu artıracığından daha olumsuz sonuçlara yol açabilir. Ayrıca klorlamada hipoklorit kullanılması ağır metal ve organik karbon içeriğini de artıracığından bu işlemin uygulanması sakıncalıdır [7].

Renk gideriminde en etkili yöntemlerden biri adsorbsiyondur. Bu yöntemde adsorbon olarak en çok kullanılan madde olan aktif karbon oldukça pahalıdır ve arıtma maliyetini bir hayli artırmaktadır. Aktif karbon yerine daha düşük maliyetli olan mısır koçanı, ponza taşı, bentonit, verimiculate, mangal kömürü gibi maddelerin kullanımı söz konusu olabilir [32,33,34,35]. Bu amaçla gerçekleştirilen bu çalışmada piring kabuklarının adsorblama kapasitesinden yararlanarak tekstil atıksularından renk giderimi amaçlanmıştır.

4.2. Renk Tesbiti

Bazı endüstriyel atıksulardaki renk esas olarak koloidal ve asılı maddelerden kaynaklanır. Bu durumda hem gerçek hem de görünen renk tayin edilir. Gerçek renk bulanıklık giderildikten sonra kalan su rengidir. Görünen renk ise, filtre veya santrifüjleme yapılmadan belirlenir. Renk tesbitinde kullanılan metotların günümüzde uygulananları bulanıklık giderildikten sonra sonuç vermektedirler [35]. Renk belirleme yöntemlerini;

- Görsel karşılaştırma yöntemi
 - Tristimulus (üç boyutlu) filtre yöntemi
 - ADMI tristimulus filtre yöntemi
 - Spektrofotometrik filtre yöntemi
- olmak üzere dört grupta toplayabiliriz.

Görsel karşılaştırma yönteminde; renkli çözeltilerin bilinen konsantrasyonları ile görsel karşılaştırma yapılarak renk tesbit edilir. Karşılaştırma, özel kalibre edilmiş renkli cam tüp diskleri ile yapılabilir. Platinyum-kobalt metodu ile renk tayini standart metottur, bu metot suyun içinde doğal olarak oluşmuş maddelerden kaynaklanan rengin belirlenmesinde uygundur fakat çok renkli endüstriyel atıksular için iyi sonuç vermez.

Tristimulus Filtre Yöntemi; içilebilir sular, yüzey-suları, evsel ve endüstriyel atık sular için kullanılabilir. Oldukça kesin sonuçlar veren spektrofotometrik yöntem benzer sonuçlar verir. Rutin kontrollerde kullanılır. Sistem üç adet özel tristimulus ışık filtresi, fotometre içindeki bir ışık kaynağı ve fotoelektrik hücreden ibarettir.

ADMI filtre yönteminde ise renkli numunenin ölçümü rengin tonuna bağlıdır. Renk karakterleri platinyum-kobalt standartlarından belirgin olarak farklılık taşıyan sıvılar için olduğu kadar, standartlara benzer renkli su ve atık sular için de uygulanabilir.

Renk testinde kullanılabilecek en etkili yöntem spektrofotometrik yöntemdir. Bulanıklığı giderildiği takdirde içme suları, yüzey suları, evsel ve endüstriyel atıksular için kullanılabilir. Bu yöntem ile atıksuyun berraklık, kirlilik, parlaklık ve içerdiği baskın renk ayrı ayrı tayin edilebilir. Spektrumda belli dalga boyuna sahip öyle renkler vardır ki bu dalga boyundaki ışıklar birbiri ile karşılaştırıldığında beyaz ışık elde edilir. Madde, üstüne gönderilen ışıklardan uygun dalgaları absorblar. Suyun görünür ışık ışınlarını çok az absorbe etmesi onu renksiz gösterir, diğer yandan herhangi bir boyarmaddenin molekülleri ise görünen ışığı absorbe ettiğinden renkli görünür. Çözünebilen bir maddenin analizi ve kantitatif tayini maddenin ışığı absorblama yeteneği ile yapılabilir, ışığın dalga boyu ve absorblama yeteneği arasında çizilen eğriler maddenin absorbsiyon spektrumlarını verir. Bunlarda herhangi bir renk doğru ve tek olarak gösterilir. Bu yöntemin diğer yöntemlerden farkı verilen renk tonunun net bir görüntüsünün olmamasıdır. [36]. Spektrofotometrik yöntem en etkili ve en çok veriyi verebilen bir yöntemdir. Bu nedenle çalışmalar sırasında deney sonuçlarının değerlendirilmesi için tercih edilmiştir.

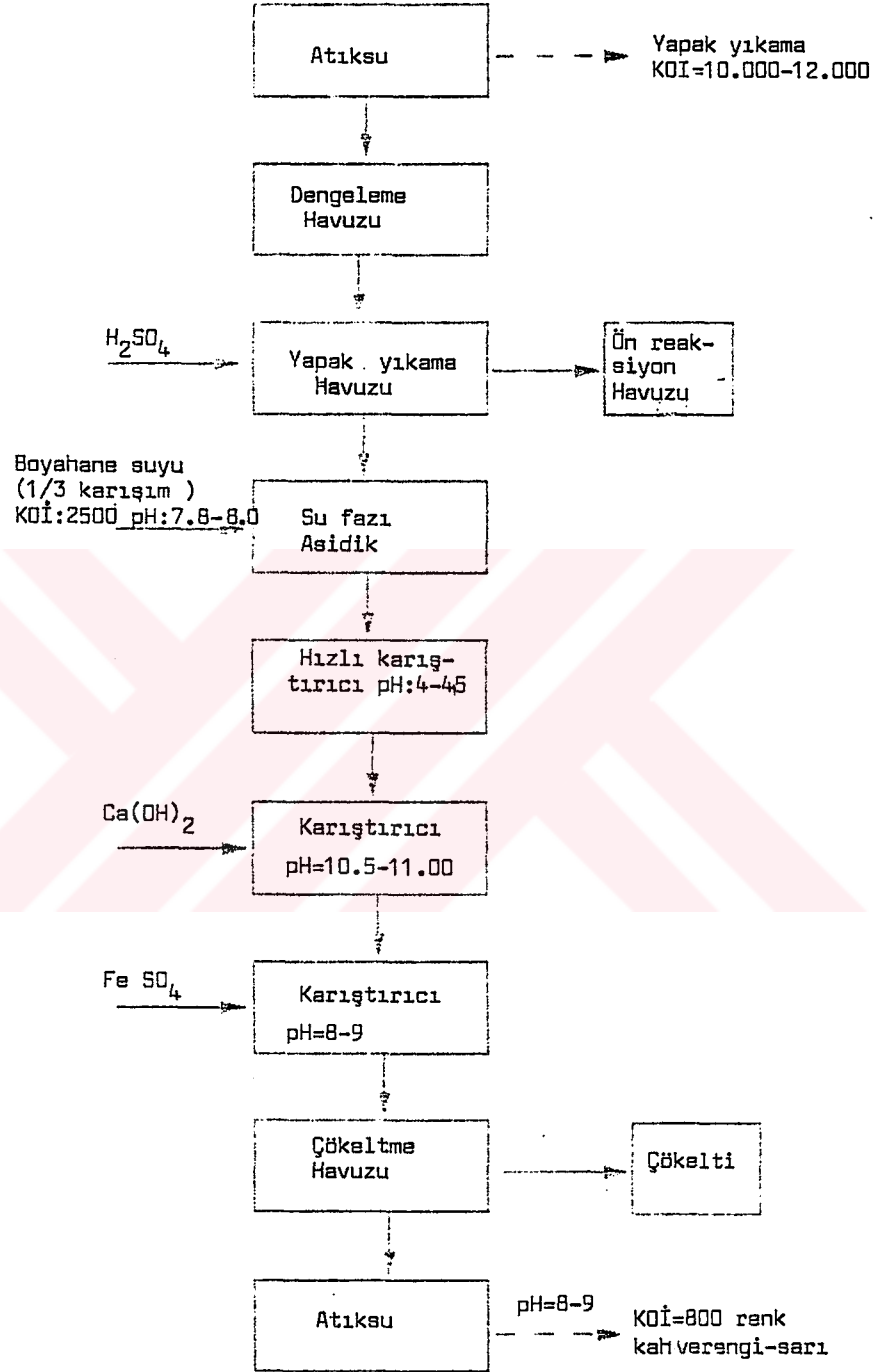
BÖLÜM 5. DENEYSEL ÇALIŞMA

5.1. Materyal

Bu çalışma yünlü elyaf işleyen İstanbul'daki bir tekstil fabrikasından alınan atıksu kullanılarak yürütülmüştür. Fabrikanın arıtma tesisine gelen atıksuyun büyük kısmı yapak yıkama ve boyama aşamalarından gelmektedir. Fabrikanın arıtma tesisi Şekil 5.1'deki işlem adımları ile atıksuyun kimyasal oksijen ihtiyacını 10.000-12.000 mg/l den 800 mg/l 'ye düşürebilmektedir, ancak atıksuyun rengi sarımsı koyu kahverengidir. Bu renk kanala ve su kaynaklarına boşaltılmak üzere uygun değildir. Oluşan atıksuyun boyahaneden gelen kısmı daha renkli olmasına karşılık daha az kirlidir, yapak yıkama suyunun ise kirliliği yüksek, rengi ise daha açıktır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada, Şekil 5.1'de verilen arıtma işleminin $Fe SO_4$ ile muamele aşamasından gelen, kısmi arıtılmış ancak rengi giderilememiş olan atıksu kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan atığın karakteri ise Tablo 5.1'de verilmiştir. Tekstil endüstrisinde kullanılan elyafın çeşitliliği ve farklı özelliklerde olması, üretim yöntemlerindeki farklılıklar sebebiyle oluşan atıksu karakterinde de farklılıklar ortaya çıkar. Nitekim, çalışmalar süresince, değişik zamanlarda alınan atıksu karakterleri de bu durumu doğrulamaktadır.

Atıksuyun aşırı renkli olması sebebi ile yapılan bu çalışmada adsorblama yöntemi uygulanmıştır. Adsorban madde olarak ise hem düşük maliyetli, hem de kolay bulunabilirliği nedeniyle piring kabuğu seçilmiştir. Kullanılan piring kabukları Trakya Bölgesi'nden temin edilmiştir.



ŞEKİL: 5.1. Yünlü Tekstil Fabrikası Atıksu Arıtma Yöntemi

TABLO: 5.1. Yünlü Tekstil Fabrikası Atıksu Karakteri

PARAMETRE	I.Atıksu	II.Atıksu
Askıda katı madde (mg/l)	550	400
KDİ (m g/l)	3500	1655
Yağ + Gres (mg/l)	430	150
pH	8.5-9	8.5-9

5.2. Yöntem

5.2.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tesbiti [36]

Kullanılan cihaz ve malzemeler:

- 1- Geri soğutma düzeneği
- 2- $K_2Cr_2O_7$ çözeltisi (0.0417 M)
- 3- Ag_2SO_4 'lü H_2SO_4 çözeltisi
5.5 g Ag_2SO_4 % 98'lik 1000 g H_2SO_4 'de çözülür.
- 4- Ferroin indikatör çözeltisi
0.695 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ve 1.485 g
Fenantrolin monohidrat destile su ile 100 ml'ye tamamlanır.
- 5- Ferro Amonyum Sülfat çözeltisi (0.25 M)
Bu çözeltinin normalitesi her kullanımda $K_2Cr_2O_7$ çözeltisi ile aşağıdaki gibi bulunur.

10 ml 0.25 N $K_2Cr_2O_7$ çözeltisi 100 ml 'ye seyreltilir. 30 ml konsantre H_2SO_4 eklenir ve soğutulur. 3 damla Ferroin indikatörü kullanılarak $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ çözeltisi ile titre edilir.

$$\text{Normalite} = \frac{\text{Kullanılan } K_2Cr_2O_7 \text{ miktarı (ml)}}{\text{Harcanan } Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O \text{ miktarı (ml)}} \times 0.25 \quad (5.1)$$

ifadesinden hesaplanır.

6- Kristal HgSO_4

- İşlem;

% 10 seyreltilmiş numuneden 25 ml 500 ml 'lik ağız şilifli bir balona alınır. 0.5 g. HgSO_4 , 2.5 ml AgSO_4 'lü H_2SO_4 ve 12.5 ml 0.0417 M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ çözeltisi ilave edilir, karıştırılır. Balon geri soğutucuya bağlanır, soğutma suları açılır, soğutucunun açık ucundan 35 ml Ag_2SO_4 'lü H_2SO_4 çözeltisi eklenir, bu sırada karıştırma devam eder. Soğutucunun açık ucu, girebilecek yabancı maddeleri önlemek amacıyla kapatılır ve 3 saat boyunca tüm reflaks yapılır. 3 saat sonunda balon soğutulur. 75ml distile su ile geri soğutucu yıkanır, soğutulur. 3 damla Ferroin indikatörü kullanılarak $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi ile artan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ titre edilir. Renk mavi-yeşilden kırmızı-kahverengine dönene kadar titrasyon devam eder.

Şahit numunenin hazırlanması:

Deney sırasında kullanılan araçlardan, çözelti ve malzemelerden gelebilecek organik maddelerden doğacak hatayı hesaba katmak üzere şahit deney yürütülür. Şahit deney numune yerine su kullanılarak aynı şekilde yapılır.

$$\text{KOİ} = \frac{(V_o - V_i) \cdot N \cdot 8000}{V} \quad (5.2)$$

Formülü kullanılarak mg/l cinsinden kimyasal oksijen ihtiyacı hesaplanır.

V_0 : Sahit numune için sarfedilen $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ miktarı (ml)

V_1 : Numune için sarfedilen $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ miktarı (ml)

V : Numune miktarı (ml)

N : $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 'nun normalitesi.

5.2.2. Askıda Katı Madde Tesbiti [7]

Kullanılan cihaz ve malzemeler ;

- 1- Vakum pompası (Edmund Bühler)
- 2- Etüv (Elektro-mag)
- 3- Filtre sistemi
- 4- Filtre kağıdı (Milipore AP40)

- İşlem;

0.45 μm 'dan daha küçük gözenek çapına sahip filtre kağıdından filtre edilen, atıksuda bulunan çözünmemiş maddeler filtre kağıdının üzerinde toplanırken, çözünmüş olan maddelerde alt kısma geçer. Filtrasyon öncesi, filtre kağıdının distile su ile ıslatılması, numune süzöldükten sonra kağıdın 3 defa 10'ar ml distile su ile yıkanması ve iyice süsüzlaşana kadar vakum sağlanması sonucun doğruluğu açısından önemlidir. Filtrasyon sonrası filter kağıdı 103-105°C'de sabit tartıma kadar kurutulur, soğutulur.

$$\text{Askıda katı madde (mg/l)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Numune miktarı (ml)}} \quad (5.3)$$

ifadesinden bulunur.

A: Filtre kağıdı + kuruyan bakiyenin ağırlığı (mg)

B: Filtre kağıdının ağırlığı (mg)

5.2.3. pH

NEL 890 marka pH metre kullanılarak pH tesbit edilmiştir.

5.2.4. Renk Tesbiti [36]

Kullanılan Cihaz ve Malzemeler:

- 1- Santrifüj aleti (Heraeus Christ GMBH)
- 2- Spektrofotometre (Hewlett Packard 8452 model)
- 3- 10 mm'lik absorpsiyon hücresi
- 4- Vakum pompası (Edmund Bühler)
- 5- Filtre sistemi
- 6- Filtre kağıdı(Whatman No:42)
- 7- Filtre yardımcısı (Selit No:505)

- İşlem:

Bu yöntem ile atıksuyun sahip olduğu; baskın renk tonunu belirleyen dalga boyu, parlaklık ve kirlilik derecesi bulunur.

Atıksudan alınan 10 ml numune askıda katıların uzaklaştırılması için santrifüjlenir ve 0.1 g selit ile karıştırılarak filtre kağıdından vakum altında süzülür. Böylece filtre kağıdının üzerinde oluşan tabaka istenmeyen maddelerin çöktürülmesini kolaylaştırır. 35 ml numune santrifüjlendikten sonra 0.04 g filtre yardımcısı ile iyice karıştırılır, üzerinde tabaka oluşmuş filtre kağıdından bir kısmı süzülerek atılır, geri kalan kısım aynı filtre kağıdından süzülür, böylece berrak olarak elde edilen numune spektrofotometrede renk, parlaklık ve kirlilik tesbiti için hazırlanmış olur.

Renk tayininde % transmitans değerlerinin ölçümü

için gerekli dalga boyları Tablo 5.2'de gösterilmiştir. Tablo da yıldız ile işaretlenmiş olan değerler kullanılmıştır.

Tablo 5.2'de yıldız ile işaretlenmiş dalga boylarına karşı gelen transmitans değerleri spektrofotometreden okunur. Elde edilen X,Y,Z sütunlarındaki değerler kendi aralarında toplanır ve yine tabloda verilen kendi faktörleri ile çarpılır. % olarak ele geçen bu değerlerden Y değeri % berraklığı verir. Faktörle çarpıldıktan sonra bulunan X,Y,Z değerleri kullanılarak trikromatik x,y katsayıları ile aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

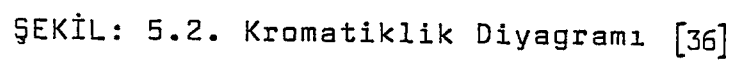
$$x = \frac{X}{X + Y + Z} , \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (5.4)$$

Şekil 5.2'de verilen diyagram kullanılarak (x,y) değerine karşı gelen nokta tesbit edilir. Bu nokta numunenin renginin etkin olduğu dalga boyunu ve kirlilik derecesini belirler.

Kromatiklik diyagramından bulunan dalga boyları için geçerli olan renk tonları ise Tablo 5.3'deki değerlere göre belirlenir.

TABLO: 5.2. Spektrofotometrik Yöntemle Renk Ölçümleri
İçin Kullanılan Dalga Boyları ve Faktörler
[36]

Ordinat No	DALGA BOYU (nm)		
	X	Y	Z
1	424.4	465.9	414.1
2*	435.5*	489.5*	422.2*
3	443.9	500.4	426.3
4	452.1	508.7	429.4
5*	461.2*	515.2*	432.0*
6	474.0	520.6	434.3
7	531.2	525.4	436.5
8*	544.3*	529.8*	438.6*
9	552.4	533.9	440.6
10	558.7	537.7	442.5
11*	564.1*	541.4*	444.4*
12	568.9	544.9	446.3
13	573.2	548.4	448.2
14*	577.4*	551.8*	450.1*
15	581.3	555.1	452.1
16	585.0	558.5	454.0
17*	588.7*	561.9*	455.9*
18	592.4	565.3	457.9
19	596.0	568.9	459.9
20*	599.6*	572.5*	462.0*
21	603.3	576.4	464.1
22	607.0	580.4	466.3
23*	610.9*	584.8*	468.7*
24	615.0	589.6	471.4
25	619.4	594.8	474.3
26*	624.2*	600.8*	477.7*
27	629.8	607.7	481.8
28	636.6	616.1	487.2
29*	645.9*	627.3*	495.2*
30	663.0	647.4	511.2
30 ölçüm için faktör	0.03269	0.03333	0.03938
10 ölçüm için faktör	0.09806	0.10000	0.11814



TABLO: 5.3. Etkin Dalga Boylarına Ait Renk Tonları [36]

DALGA BOYU (nm)	RENK
400-465	Eflatun
465-482	Mavi
482-497	Mavi-Yeşil
497-530	Yeşil
530-575	Yeşilimsi-Sarı
575-580	Sarı
580-587	Sarımsı-Turuncu
587-598	Turuncu
598-620	Turuncu-Kırmızı
620-700	Kırmızı
400-530	Mavi-Mor
530-700	Kırmızı-Mor

5.3. Denemeler

5.3.1. Kullanılan Cihazlar

1. Öğütücü (Siebtechnik GMBH MÜLHEİM T250)
2. Elek takımı (Jel J.Engelsmann, ASTM E11-70 elek serisi)
3. Çalkalayıcı (Edmund Bühler)
4. Termostatlı-çalkalamalı su banyosu (Nüve St.400)

5.3.2. İşlem

Trakya Bölgesi'nden temin edilen piring kabukları 0.106-0.180, 0.180-0.425, 0.425-1mm boyut aralığında olacak şekilde öğütülerek boyut analizi yapılmıştır. İstanbul'da faaliyet gösteren ve yünlü elyaf işleyen teksil fabrikasından alınan atıksu adsorbsiyon işlemine tabi tutulmuştur.

İşlem sırasında;

- Katı/sıvı oranı (Adsorban madde miktarı (mg)/Numune(ml))
- Adsorban tane boyutu
- pH ve
- Temperatur

değiştirilerek, bunların renk giderimindeki etkinlikleri incelenmiştir. Denemeler sırasında, karıştırma hızı 130 devir/dk, süre 2 saat olarak sabit tutulmuştur. Renk giderimi işlemleri 150 ml atıksu üzerinden gerçekleştirilmiştir.

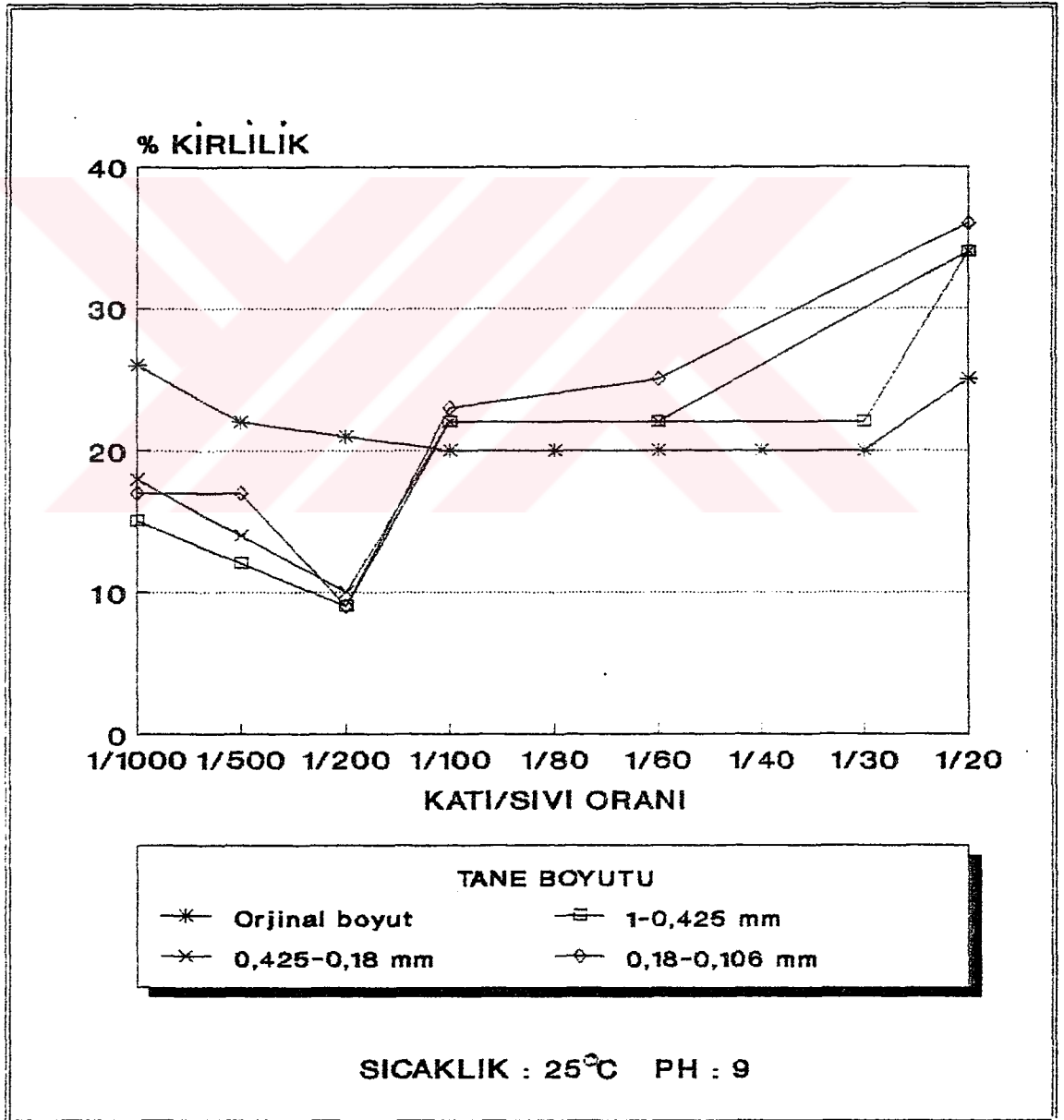
Çalışmalar süresince aynı fabrikadan farklı zamanlarda temin edilen ve atık karakteristikleri Tablo 5.1' de verilen atıklar kullanılmıştır.

I- 1. Atık Kullanılarak Yapılan Denemeler:

Spektrofotometrik yöntem kullanılarak atığın kirliliği % 42, parlaklığı (luminance) % 46 ve rengini veren

baskın dalga boyu 580-585 nm olarak tesbit edilmiştir. Rengi veren baskın dalgaboyuna karşı gelen renk Tablo 5.3'deki değerlere göre sarımsı-turuncu renkli olup, bu da görsel olarak tesbit edilen renk ile uyumludur.

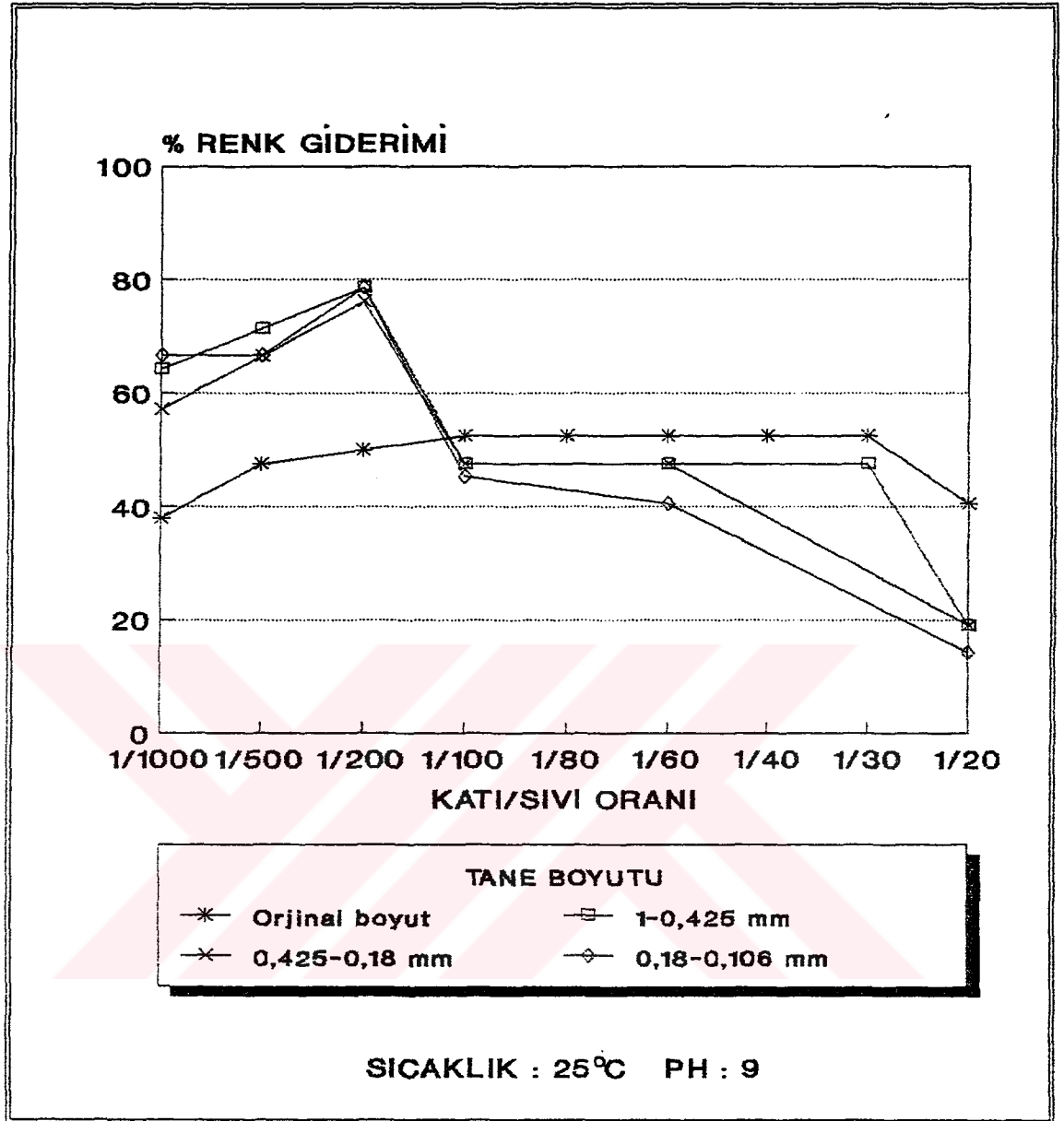
Özellikleri tesbit edilen bu atık kullanılarak yapılan 1. grup denemelerde katı/sıvı oranının renk giderimi ve kirlilik üzerindeki etkinliği incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.4 ile Şekil 5.3 ve 5.4'de verilmiştir.



ŞEKİL: 5.3. Katı/Sıvı Oranının Kirlilik Üzerine Etkisi

TABLO: 5.4. Tane Boyutu ve Katı/Sıvı Oranının Kirlilik ve Renk Giderimi Üzerine Etkisi (Sıcaklık 25°C , pH 9)

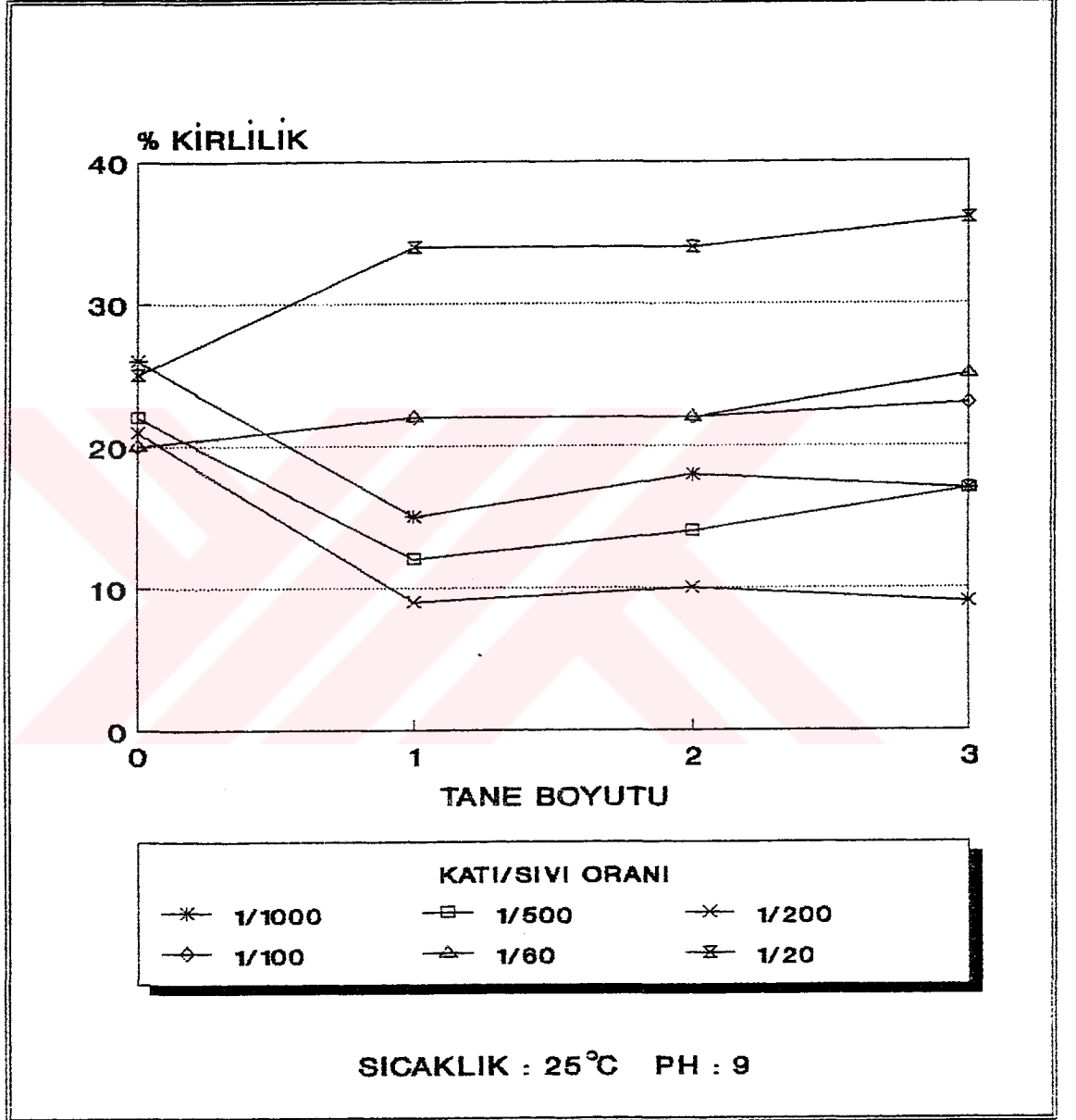
TANE BOYUTU	ORJİNAL BOYUT		1 -- 0.425 mm		0.425 -- 0.180 mm		0.180 -- 0.106 mm	
	Kirlilik (%)	Renk Giderimi (%)	Kirlilik (%)	Renk Giderimi (%)	Kirlilik (%)	Renk Giderimi (%)	Kirlilik (%)	Renk Giderimi (%)
1/20	25	40,5	34	19	34	19	36	14,3
1/30	20	52,4	22	47,6	-	-	-	-
1/40	20	52,4	-	-	-	-	-	-
1/60	20	52,4	22	47,6	22	47,6	25	40,5
1/80	20	52,4	-	-	-	-	-	-
1/100	20	52,4	22	47,6	22	47,6	23	45,3
1/200	21	50	9	78,57	10	76,2	9	78,57
1/500	22	47,6	12	71,4	14	66,6	17	66,7
1/1000	26	38	15	64,3	18	57,14	17	66,7



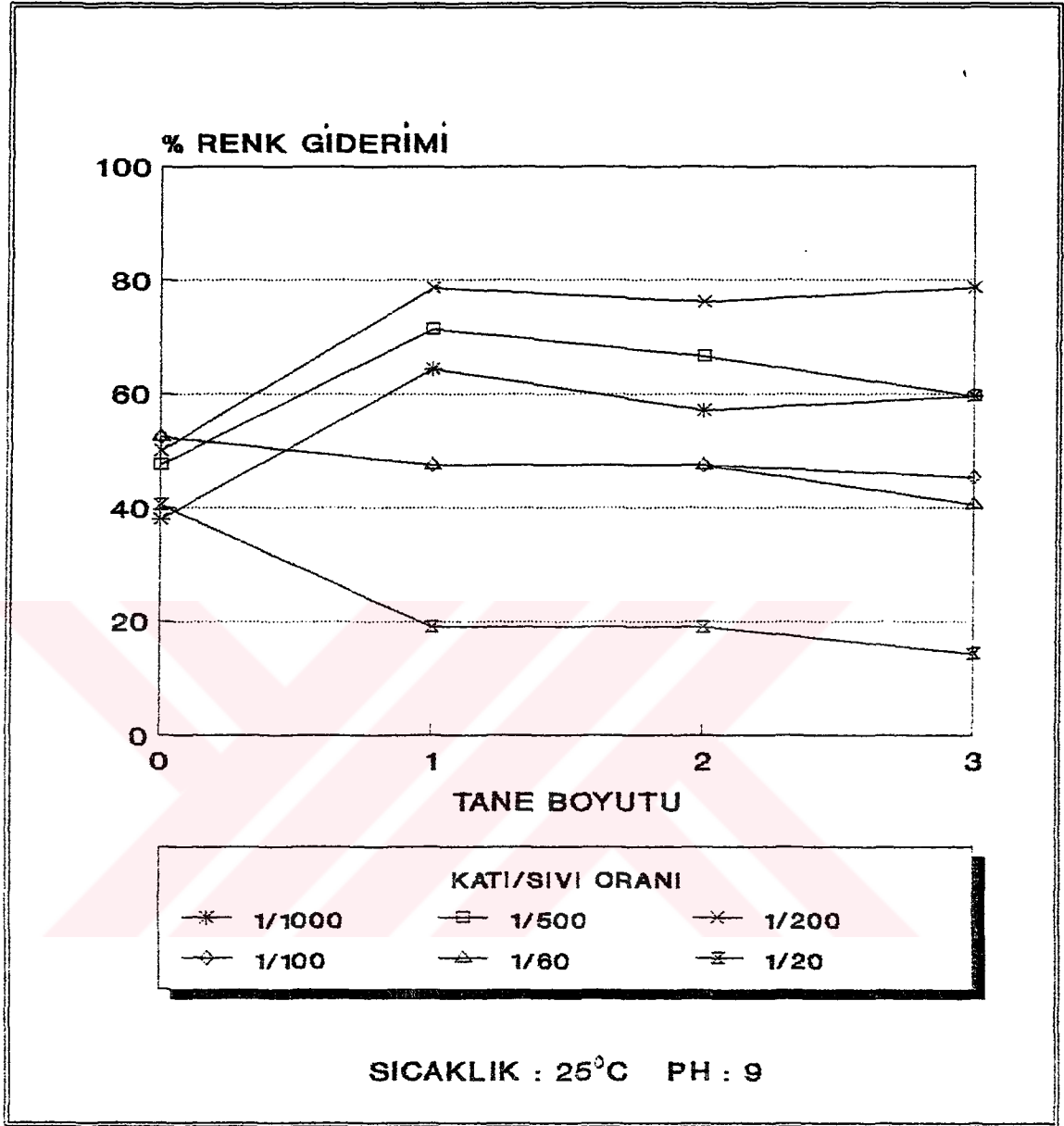
ŞEKİL: 5.4. Katı/Sıvı Oranının Renk Giderimi Üzerine Etkisi

Şekil 5.3 ve 5.4 değerlerine bakıldığında katı/sıvı oranı olarak 1/200 değerinin uygun olduğu görülmektedir. Ancak renk giderimi değerlerinin % 60-% 78 oranında değişmesi nedeni ile 1/500 ve 1/1000 katı/sıvı oranlarında da çalışmanın uygun olabileceğini söylemek mümkündür.

2. grup denemelerde ise tane boyutunun kirlilik ve renk giderimi üzerine etkinliği incelenmiştir. Elde edilen sonuřlar Tablo 5.4 ile şekil 5.5. ve 5.6'da verilmiştir.



şEKİL: 5.5. Tane Boyutunun Kirlilik Üzerine Etkisi
(Tane Boyutu Değerleri; 0:orjinal boyut
1:1-0.425 mm, 2:0.425-0.180mm,
3:0.180-0.106mm)



ŞEKİL: 5.6. Tane Boyutunun Renk Giderimi Üzerine Etkisi
(Tane Boyutu Değerleri; 0:orjinal
1:1-0.425mm, 2:0.425-0.180mm,
3: 0.18-0.106 mm)

Şekil 5.5 ve 5.6 değerlerine bakıldığında orjinal piring kabukları hariç diğer tane boyutlarının uygun olduğu görülmektedir.

1. atık ile yapılan denemelerin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde uygun tane boyutu ve katı/sıvı

orani, 1-0.425 mm ve 1/200 olarak bulunmuştur.

II- 2. Atık Kullanılarak Yapılan Denemeler;

Sperktrofotometrik yöntem kullanılarak atığın kirliliği % 32, parlaklığı (luminance) % 58 ve rengini veren baskın dalga boyu 570-575 nm. olarak tesbit edilmiştir. Rengi veren baskın dalga boyuna karşı gelen renk Tablo 5.3'de ki değerlere göre yeşilimsi-sarı renkli olup, bu da görsel olarak tesbit edilen renk ile uyumludur.

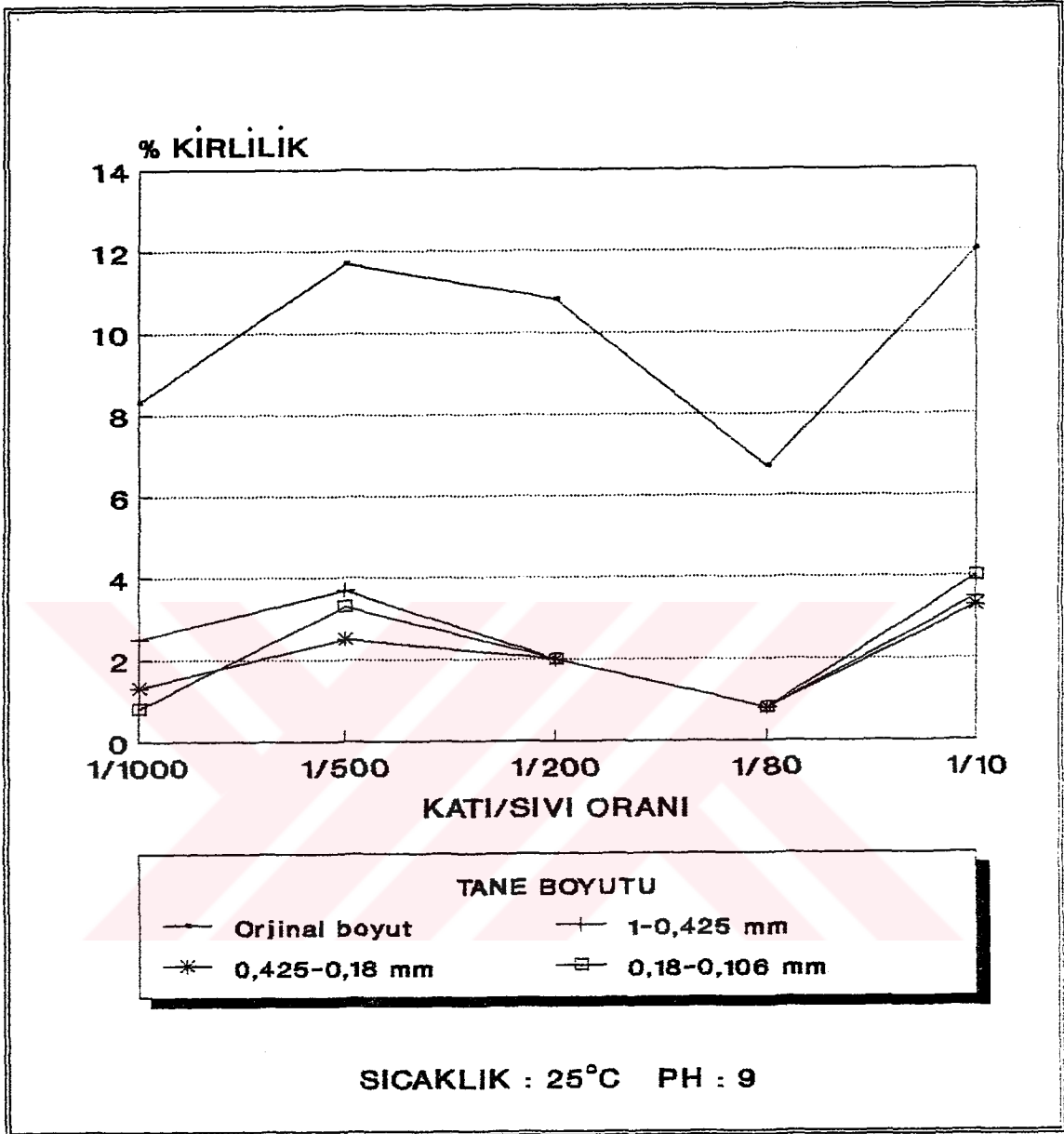
Özellikleri tesbit edilen bu atıksu kullanılarak yapılan 1. grup denemelerde katı/sıvı oranının kirlilik, renk giderimi ve parlaklık üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.5 ile Şekil 5.7, 5.8 ve 5.9'da verilmiştir.

Şekil 5.7, 5.8 ve 5.9'da atıksuyun parlaklığı kirliliği ve renk giderimi açısından 1/80 ve 1/1000 katı/sıvı oranlarında elde edilen değerlerin uygun ve birbirine yakın olduğunu görmek mümkündür.

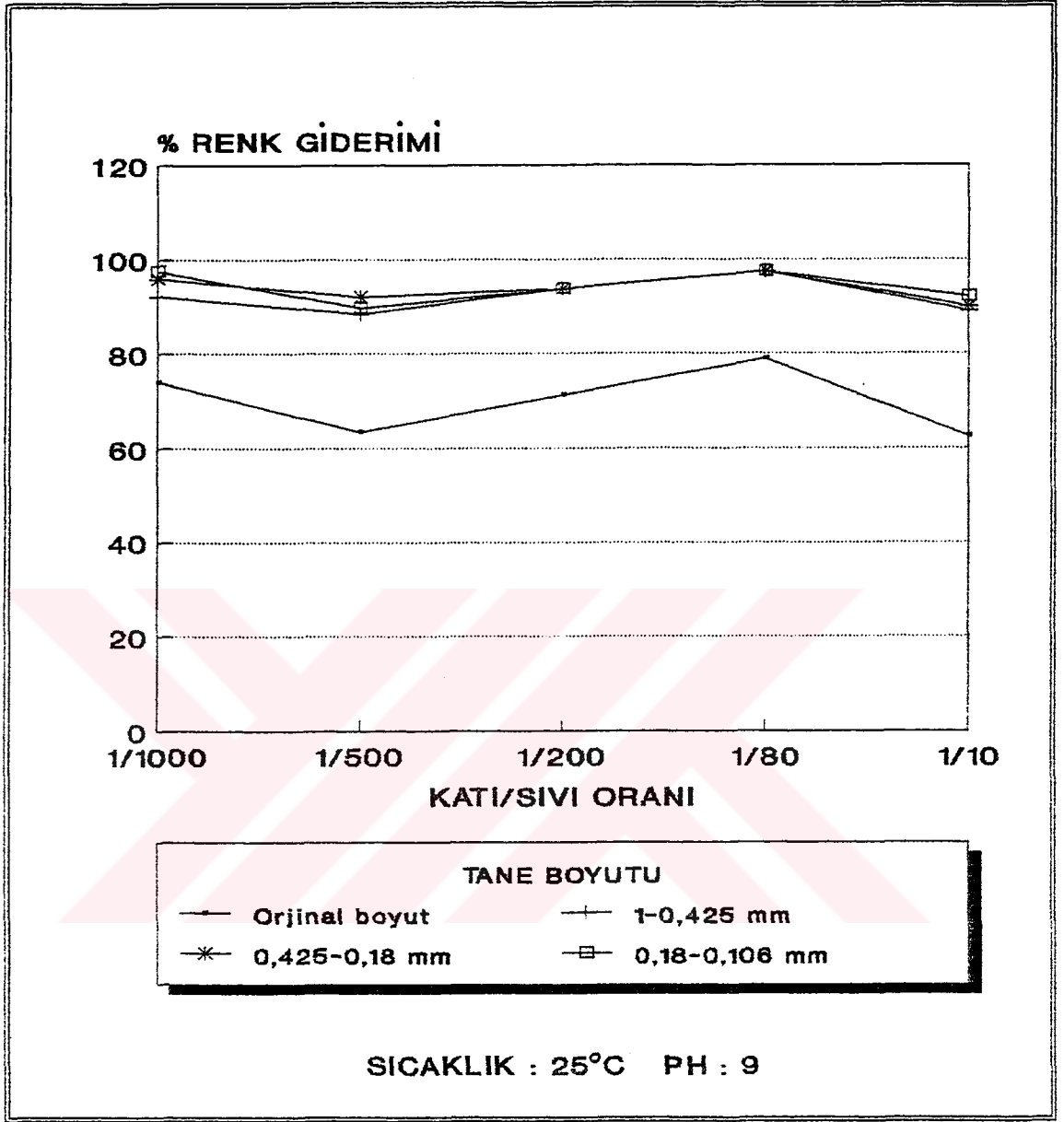
2. Grup denemelerde ise tane boyutunun kirlilik renk giderimi ve parlaklık üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.5 ile Şekil 5.10 ve 5.11, 5.12'de verilmiştir.

TABLO: 5.5. Tane Boyutu ve Katı/Sıvı Oranının Kirlilik, Renk Giderimi ve Parlaklık Üzerine Etkisi (Sıcaklık 25°C, pH:9)

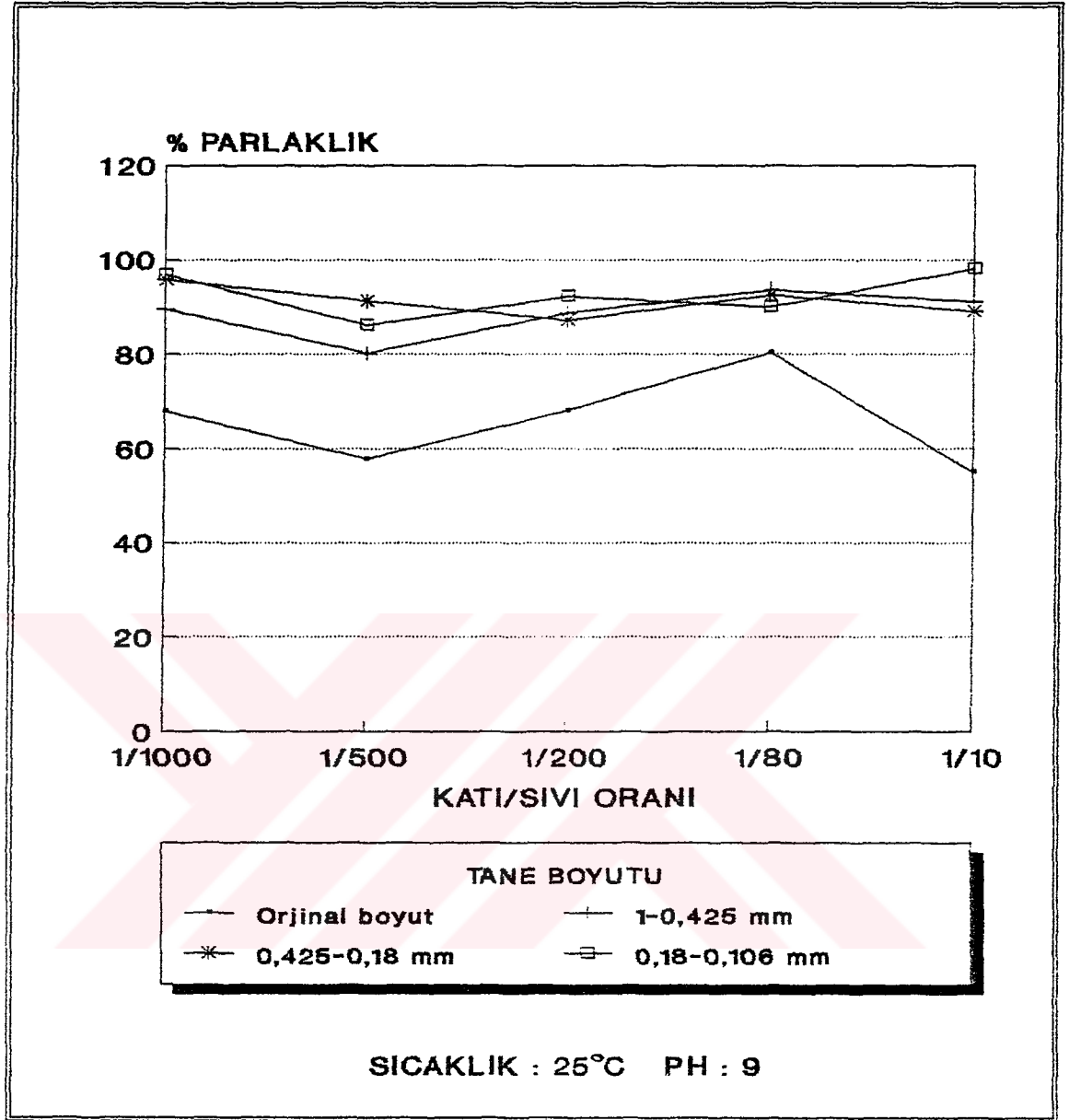
TANE BOYUTU	Katı / Sıvı	Kirlilik (%)	Renk Giderimi (%)	Parlaklık (%)
ORJINAL BOYUT	1/10	12,0	62,00	55,00
	1/80	6,7	79,00	80,30
	1/200	10,8	71,25	68,10
	1/500	11,7	63,40	57,81
	1/1000	8,3	74,06	67,90
1 - 0.425 mm	1/10	3,5	89,00	91,00
	1/80	0,8	97,50	93,52
	1/200	2,0	93,75	88,72
	1/500	3,7	88,43	80,20
	1/1000	2,5	92,18	89,60
0.425 - 0.180 mm	1/10	3,3	90,00	89,00
	1/80	0,8	97,50	92,47
	1/200	2,0	93,75	87,17
	1/500	2,5	92,00	91,28
	1/1000	1,3	95,90	95,81
0.180 - 0.106 mm	1/10	4,0	92,00	98,00
	1/80	0,8	97,50	90,00
	1/200	2,0	93,75	92,21
	1/500	3,3	89,69	86,03
	1/1000	0,8	97,50	96,78



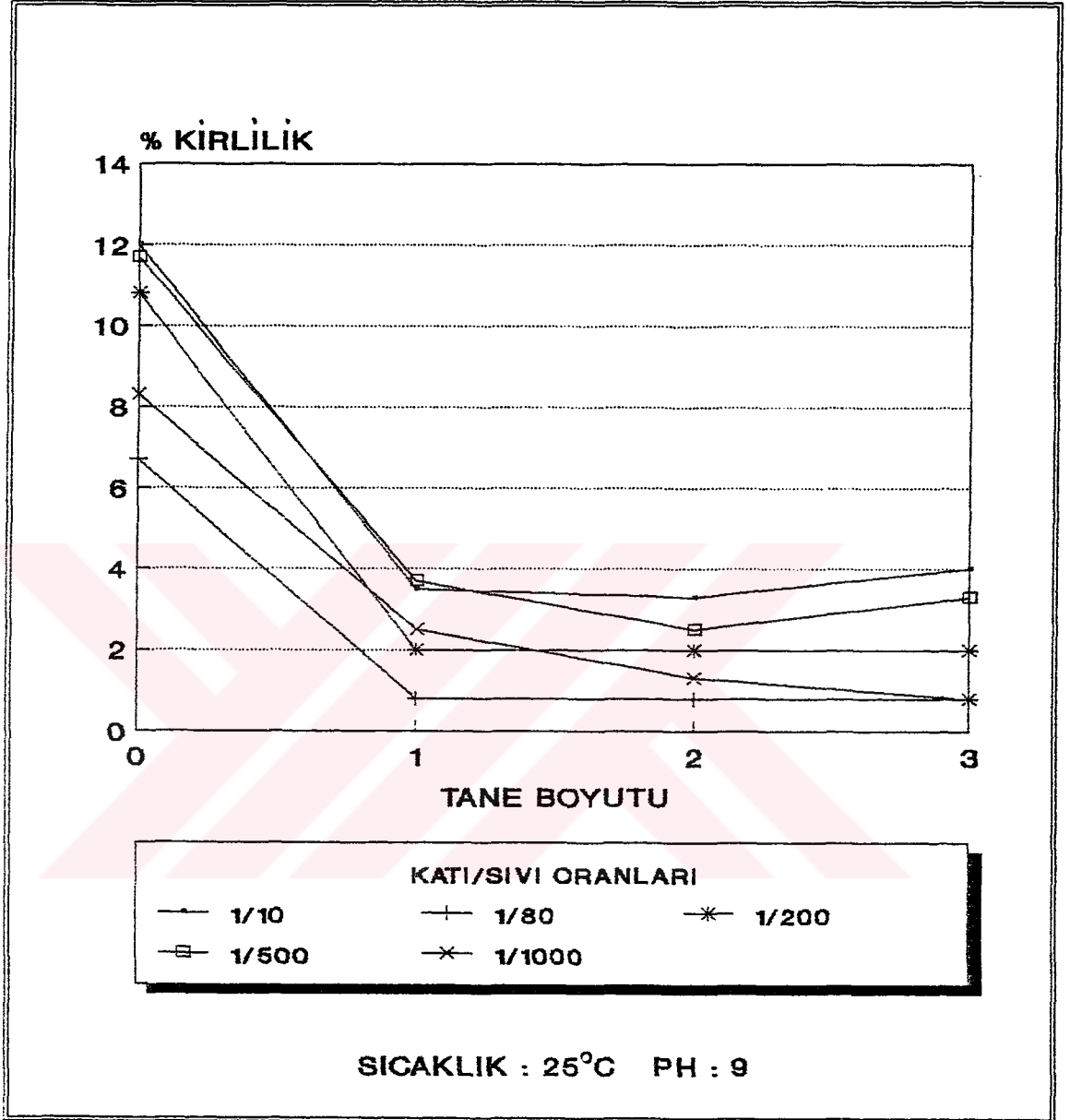
ŞEKİL: 5.7. Katı/Sıvı Oranının Kirlilik Üzerine Etkisi



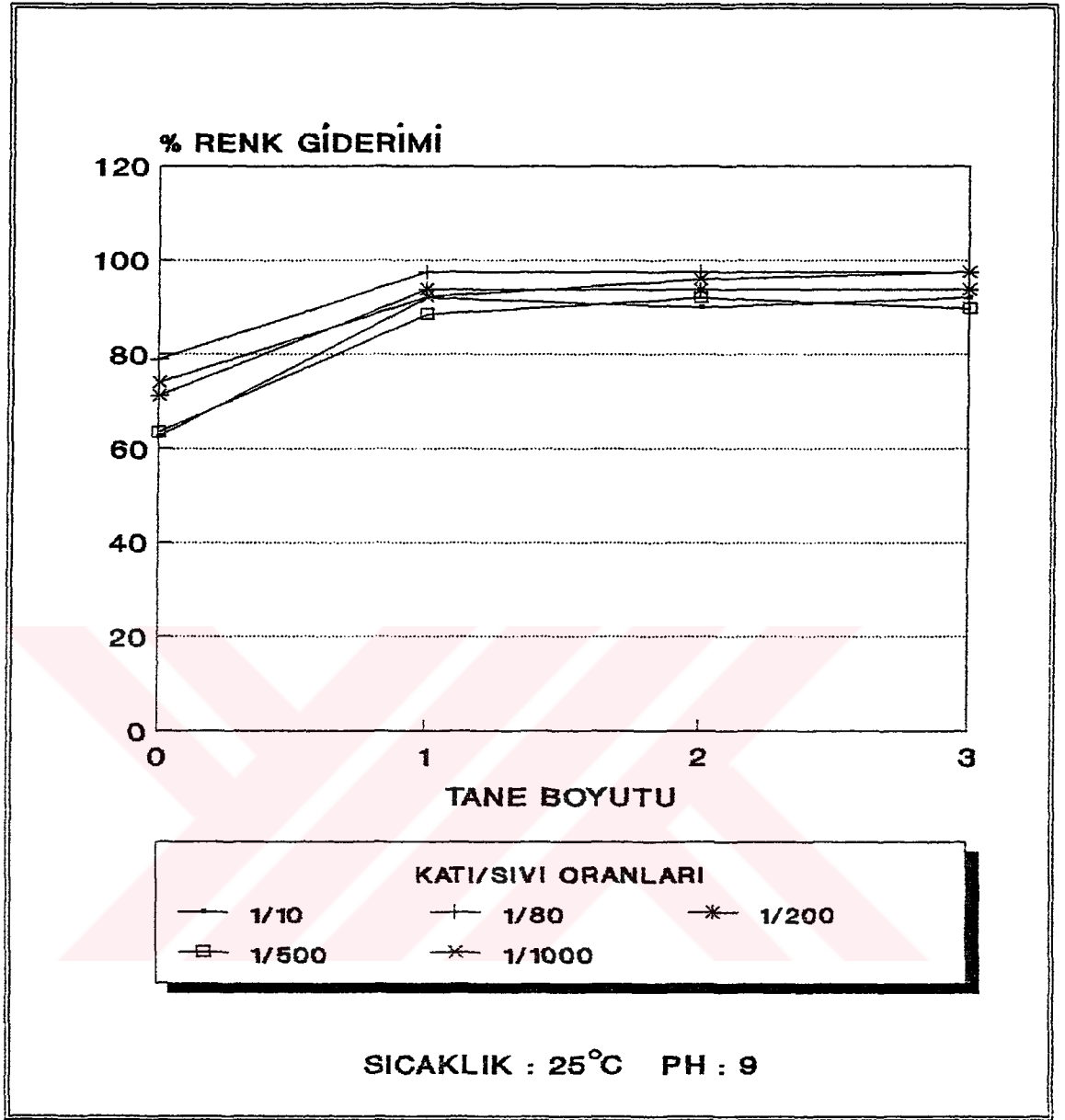
ŞEKİL: 5.8. Katı/Sıvı Oranının Renk Giderimi Üzerine Etkisi



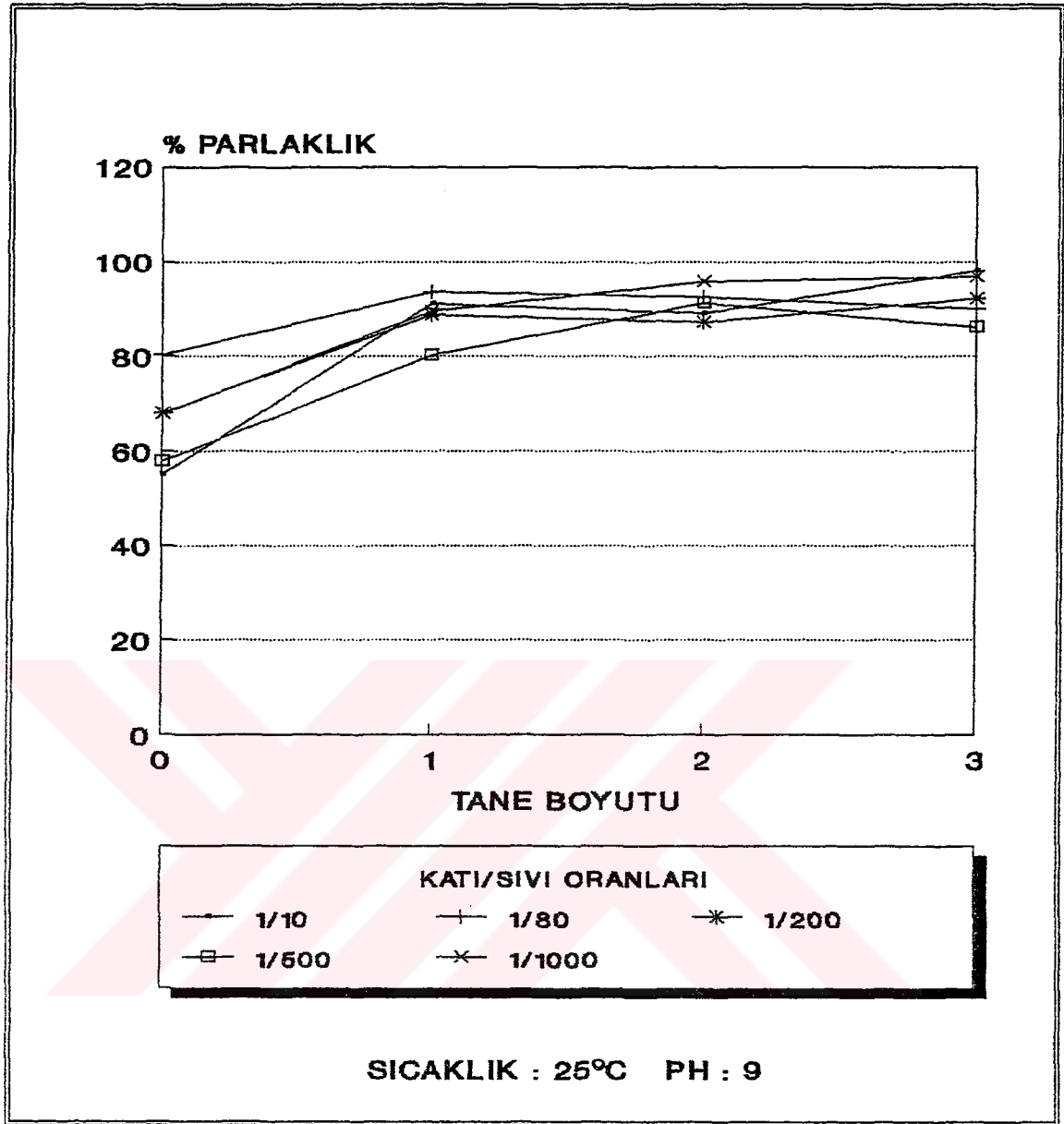
ŞEKİL: 5.9. Katı/Sıvı Oranının Parlaklık Üzerine Etkisi



ŞEKİL: 5.10. Tane Boyutunun Kirlilik Üzerine Etkisi
(Tane Boyutu Değerleri; 0:Orjinal boyut
1:1-0.425 mm, 2:0.425-0.180mm,
3:0.180-0.106 mm)



ŞEKİL: 5.11. Tane Boyutunun Renk Giderimi Üzerine Etkisi
(Tane Boyutu Değerleri: 0:Orjinal boyut
1:1-0.425 mm, 2: 0.425-0.180 mm,
3: 0.180-0.106 mm)



ŞEKİL: 5.12. Tane Boyutunun Parlaklık Üzerine Etkisi
(Tane Boyutu Değerleri: 0:Orjinal boyut
1:1-0.425 mm, 2:0.425-0.180mm,
3: 0.180-0.106 mm)

2. grup denemeler sonucunda orjinal boyut dışındaki diğer tane boyutlarında elde edilen sonuçlar uygundur.

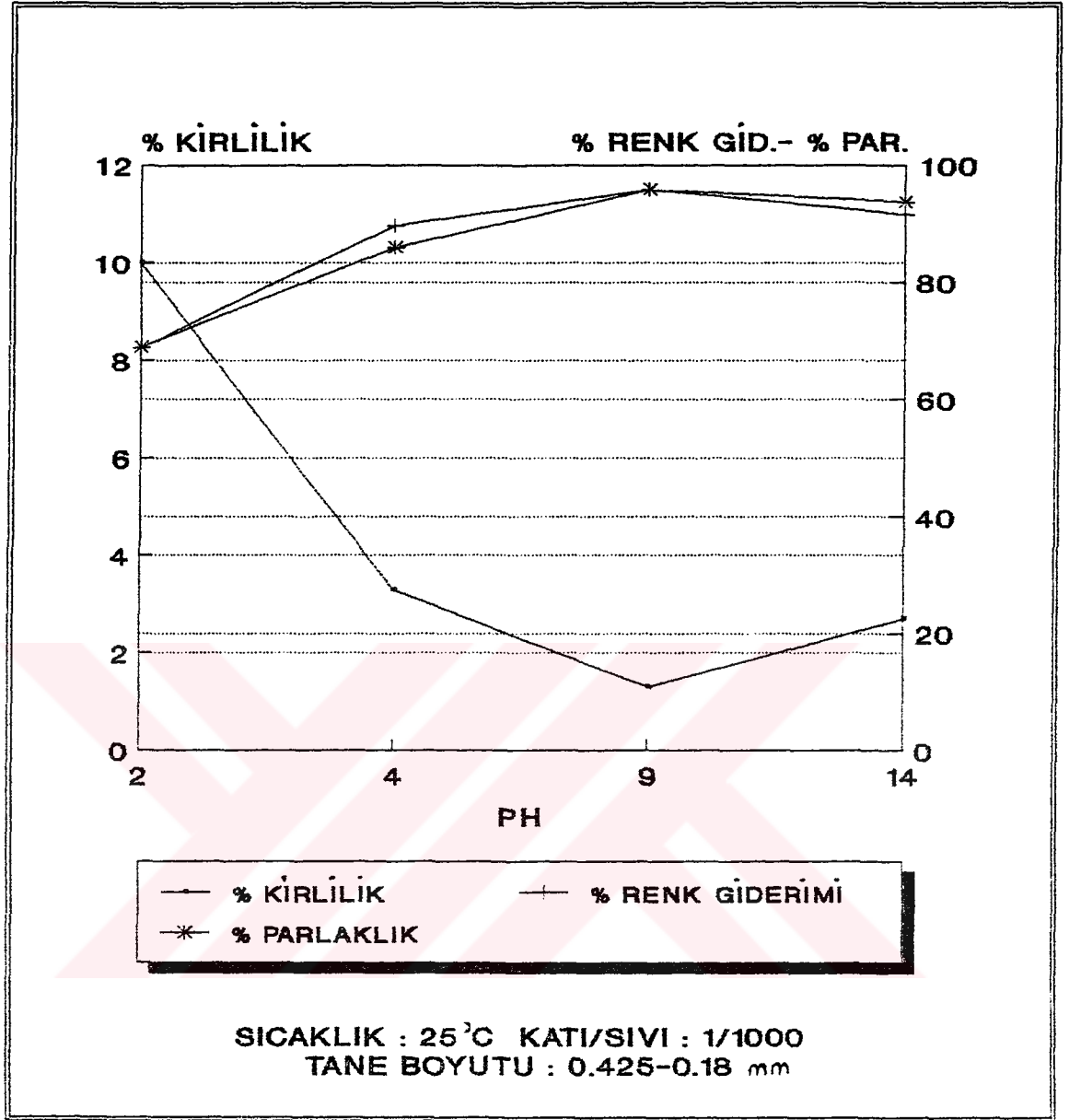
Tane boyutu ve katı/sıvı oranının etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen denemeler sonucunda atık-suyun parlaklığı kirliliği ve renk giderimi açısından 0.180-0.425 mm tane boyutu ve 1/1000 katı/sıvı oranı uygun değerler olarak bulunmuştur.

3. grup denemelerde pH'ın 1/1000. katı/sıvı oranına bağılı olarak sabit sıcaklık ve 0.180-0.425 mm tane boyutunda kirlilik, renk giderimi ve parlaklık üzerindeki etkinliğı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.6 ile Şekil 5.13'de verilmiştir.

TABLO: 5.6. pH'ın Kirlilik, Renk Giderimi ve Parlaklık Üzerine Etkisi

PH Değeri	Kirlilik (%)	Renk Giderimi (%)	Parlaklık (%)
2	10	68.8	68.9
4	3.3	89.7	86.0
9	1.3	95.9	95.8
14	2.7	91.6	93.8
Tane Boyutu : 0.425--0.18 mm			
Katı / Sıvı : 1/ 1000			
Sıcaklık : 25°C			

pH etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen denemeler sonucunda atıksuyun orjinal pH'ı olan pH:9'da elde edilen değerler uygundur. Dolayısıyla renk giderimi amacıyla gerçekleştirilen denemelerde pH ayarlamasına gerek yoktur.



ŞEKİL: 5.13. Renk Giderimine pH'ın Etkisi

4. Grup denemelerde sıcaklık etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.7 ile Şekil 5.14'de verilmiştir.

Bu değerlere göre ortam sıcaklığında çalışmak daha uygundur.

TABLO: 5.7. Sıcaklığın Kirlilik, Renk Giderimi ve Parlaklık Üzerine Etkisi

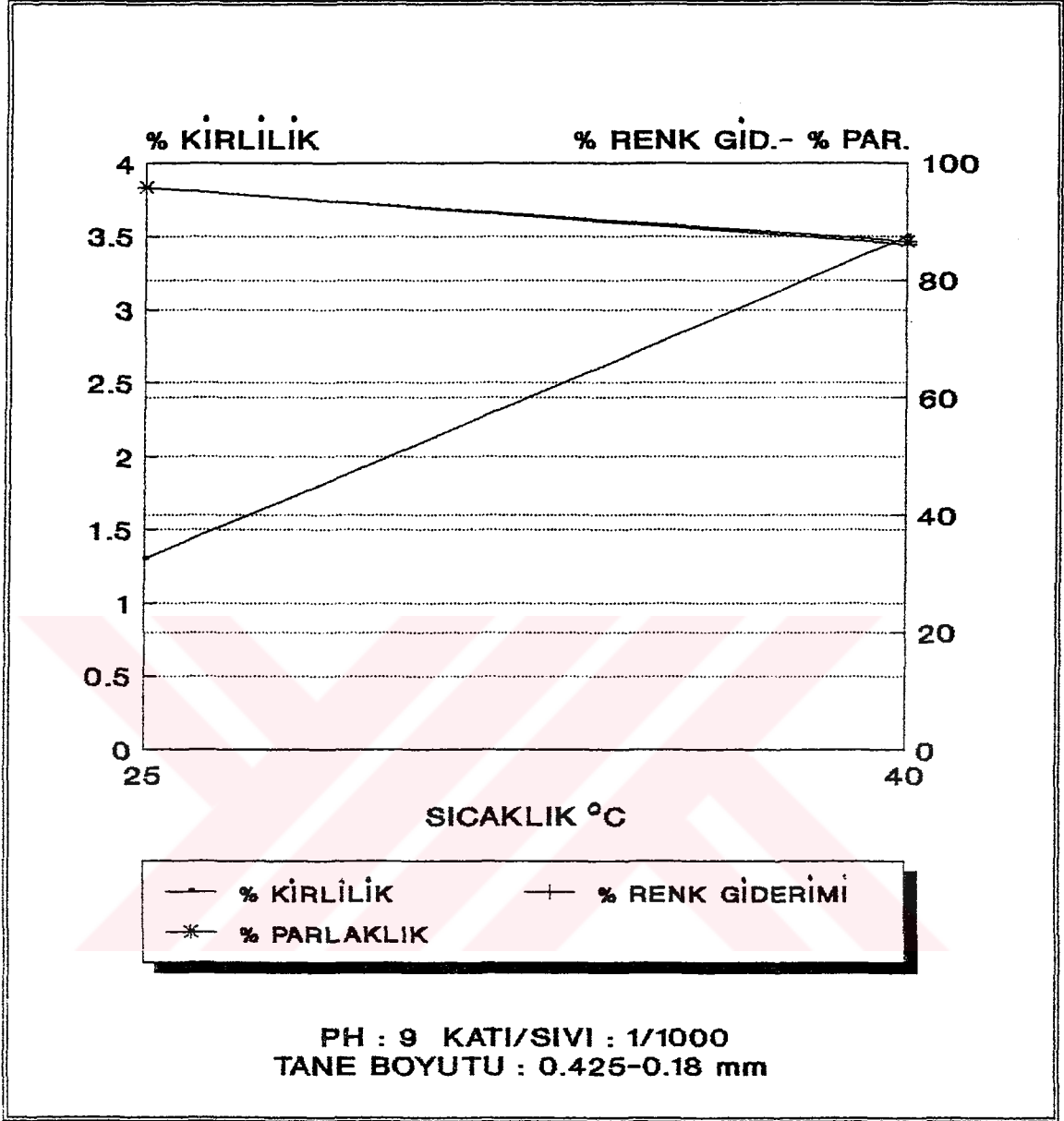
Sıcaklık (°C)	Kirlilik (%)	Renk Giderimi (%)	Parlaklık (%)
25	1.3	95.9	95.8
40	3.5	86.1	86.6
Tane Boyutu : 0.425--0.180 mm Kati / Sıvı : 1 / 1000 pH : 9			

2. atıksu ile yapılan 4 grup deneme sonucunda saptanmış olan uygun koşullar:

- Sıcaklık : 25°C (oda sıcaklığı)
- pH : 9 (orjinal pH)
- Katı/sıvı : 1/1000
- Tane Boyutu : 0.425 - 0.180 mm dir.

5. grup denemelerde ise renk giderimi açısından uygun olan bu koşullarda gerçekleştirilen denemelerde kullanılmış olan piring kabuklarının su ve asitli su (pH=4) ile yıkanması yapılarak tekrar aynı amaçla kullanılıp kullanılamayacağı incelenmiştir. Yıkama işlemi 1. kısım kullanılmış piring kabuğunun 5 kısım suda yada asitli suda 30 dakika bekletilmesi ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.8'de verilmiştir.

Tablo değerlerine bakıldığında piring kabuklarının kullanım sonrası su ile yıkandıktan sonra tekrar renk giderimi amacıyla kullanılabileceğini söylemek mümkündür.



ŞEKİL: 5.14. Renk Giderimine Sıcaklığın Etkisi

TABLO: 5.8. Piriñ Kabuklarının Renk Gideriminde Kullanılmasına Ait Değerler

Parametre	Renk Giderimi Öncesi Atıksu	Rengi Giderilmiş			Atıksu
		Piriñ Kabuğu Kullanımı	Su İle Yıkamış Piriñ Kabuğunun Tekrar Kullanımı	Asitli Su İle Yıkamış Piriñ Kabuğunun Tekrar Kullanımı	
KOI	1655	960	1280	1600	
KOI Giderimi (%)	-	42	23	3	
Kirlilik (%)	32	1.8	5.5	8	
Renk	Yeşilimsi Sarı	Sarı	Sarı	Sarı	
Renk Giderimi (%)	-	94.4	83	75	
Parlaklık (%)	58	86	74.5	64.8	

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Atıksuların renkli olması bulanıklık ve kirliliğe sebep olarak doğanın su dengesini bozar, suyun ışık geçirgenliğini engelleyerek sudaki canlıların fotosentez yapmasını önler ve ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkiler. Ekolojik denge açısından önemli olan atıksu renginin giderilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışma süresince aynı fabrikadan farklı zamanlarda alınan atıksular kullanılmıştır.

1. atıksu Değerleri:

- Askıda katı madde	(mg/l)	: 550
- KOİ	(mg/l)	: 3500
- Yağ ve Gres	(mg/l)	: 430
- pH		: 8.5-9

2. atıksu Değerleri:

- Askıda katı madde	(mg/l)	: 400
- KOİ	(mg/l)	: 1655
- Yağ ve Gres	(mg/l)	: 150
- pH		: 8.5-9

olarak saptanmıştır.

*Renk tesbitinde spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan atıksuların tesbit edilmiş olan renk değerleri;

1. atıksu için :

- Kirlilik (%) : 42
- Renk : Sarımsı-Turuncu
- Parlaklık(%) : 46

2. atıksu için:

- Kirlilik : 32
- Renk : Yeşilimsi - sarı
- Parlaklık : 58

olarak tesbit edilmiştir.

Atıksuyun renk giderimi işlemi piring kabuklarının adsorblama kapasitesinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. İşlem sırasında karıştırma hızı 130 devir/dak süre 2 saat olarak sabit tutulmuştur.

* 1. atıksu kullanılarak yapılan renk giderimi işlemlerinde katı/sıvı ve tane boyutu değerlerinin etkisi incelenmiş ve uygun değerler 1/200 ve 0.425 -1mm aralığı olarak belirlenmiştir.

İşlem sonrası atıksu değerleri ise;

- Kirlilik (%) : 9
- Parlaklık(%) : 71

olarak bulunmuştur. Baskın renkte değişiklik olmamasına rağmen renk tonunda açılma görülmüştür. Bu koşullardaki renk giderim etkinliği ise % 78.6'dır.

* 2. atıksu kullanılarak yapılan renk giderimi işlemleri 5 grupta gerçekleştirilmiştir.

- 1. ve 2. grup denemelerde katı/sıvı ve tane boyutunun işlem üzerine etkisi incelenmiş, katı/sıvı:1/1000, tane boyutu: 0.18-0.425 mm aralığı olarak tesbit edilmiştir. Bu koşullarda yapılan renk giderim işlemi sonucunda atıksu değerleri ise;

- Kirlilik (%) : 1.3
- Parlaklık(%) : 95.8

dir. Baskın renk tonunda değişiklik olmamasına rağmen renk tonunda açılma görölmüştür. Renk giderimi etkinliği ise % 95.9 olarak bulunmuştur.

- 3.grup denemelerde sıcaklığın etkisi incelenmiş ve ortam sıcaklığının ($\sim 25^{\circ}\text{C}$) uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

- pH etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen 4. grup denemeler sonucunda orjinal pH'da (pH=9) gelişmanın uygun olduğu görölmüştür.

- 5. grup denemelerde ise işlem sonrası piring kabuklarının su ve asitli su ile yıkanılarak yeniden kullanılıp kullanılmayacağı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar piring kabuklarının su ile yıkandıktan sonra tekrar kullanılabileceğini göstermektedir.

Denemelerde kullanılan 1. ve 2. atıksular ile yapılan renk giderimi işlemlerinin sonuçları karşılaştırıldığında 2. atıksu için elde edilen sonuçlar daha iyidir. Bu duruma sebep olarak 1. atıksuyun yağ içeriğinin fazla olması gösterilebilir.

Yenilenebilir kaynaklardan olan piring kabuklarının Türkiye koşullarında büyük bir potansiyele sahip olması konunun önemini artırmaktadır. Bu sebeple odun talaşı, mısır sap ve koçanı, saman v.s. gibi benzeri maddelerin renk gideriminde kullanılabiliirliğinin incelenmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] MIKELL, J.A.T., Some Microbiological and Chemical Factors Involved in Bioflocculation in the Active Sludge Treatment of Textile Wastewater, Yüksek Lisans Tezi, December, (1981).
- [2] GENÇOĞLU, S., Pamuklu Tekstil Endüstrisi Atıksuları ve Atıksu Arıtma Yöntemleri, Bitirme Ödevi, İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi, İstanbul, (1991).
- [3] ÖZCAN, Y., Tekstil Elyaf ve Boyama Teknolojisi, Fatih Yayınevi, İstanbul, (1978).
- [4] SOUTHER, R.H., Textiles; Chemical Technology, A Series of Monographs, Vol.2, Academic Press, New York and London, (1965).
- [5] BÜYÜKMURAT, S., Tekstil Endüstrisi Atıksularının Biyolojik Arıtılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Çevre Mühendisliği, (1991).
- [6] TORÖZ, İ., Yün Yıkama, Atıksu Arıtma Özellikleri ve Alternatifleri, Tekstil ve Teknik, Ekim, (1988).
- [7] KESTİOĞLU, K., Tekstil Çıkış Sularından Adsorblama Tekniğiyle Renk Giderimi, İ.T.Ü. Endüstriyel Kirlenme Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, (1992).
- [8] JONES, H.R., Pollution Control in the Textile Industry, Noyes Data Corporation, New Jersey, (1973).
- [9] BAŞER, İ., İNANICI, Y., Boyarmadde Kimyası, Marmara Üniversitesi Yayını, Teknik Eğitim Fakültesi, İstanbul, (1990).
- [10] ÖKTEM, Ü., DUMLU, G., I. Atıksu Tanımlama ve Arıtma Semineri, Tübitak Marmara Araştırma Enstitüsü Kimya Ünitesi Çevre Grubu.

- [11] ROSS, R.D., Industrial Waste Disposal, Environmental Engineering Series, Von Nostrand Reinhold Comp., New York, (1968).
- [12] LITTLE, A.H., Water Supplies and the Treatment and Disposal of Effluents, Number 2, the Tex. Ins., Manchester, (1975).
- [13] İSKİ Kanal Deşarj Standartları, (1990).
- [14] Resmi Gazete, Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği, 10 Kasım, (1990).
- [15] NEMEROW, N.L., Liquid Waste of Industry, Addison-wesley Publishing Company, Syracuse, (1971).
- [16] CURI, K., Biyolojik Arıtmanın Esasları ve Aktif Çamur Sistemlerinin Tasarımı, Kimyasal Biyolojik Atıksu Arıtma Okulu, Kimya Müh. Odası Yayını, (1991).
- [17] HORAN, N.J., WILEY, J. and Sons, Biological Wastewater Treatment Systems Theory and Operations, John Wiley and Sons, New York, (1990).
- [18] Türk Standartları, Suyun Analiz Metodları, Kimyasal Oksijen Gereksinimi Miktarının Tayini, T.S.2789, Nisan, (1977).
- [19] HAMMER, M.J., Water and Wastewater Technology, John Wiley and Sons, New York, (1975).
- [20] DOĞAN, A., UYGAN, N., YILDIRIM, M.E., Adsorbsiyonla Boyarmadde Giderimi, Kimya 93 9. Kimya Müh. Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi Trabzon, (1993).
- [21] GÜNER, Ö.B., Atıksular, Kirlilik Parametreleri ve Atık Sularda Renk Tesbiti, İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi, Bitirme Ödevi, Ocak, (1994).
- [22] TUNAY, O., TAMEROĞLU, O., BAYKAL, N., AFŞARÜNAL, F., ÖDEMİŞ, E., Pretreatment of Textile Processing Wastewaters Wastewater Sci. Tech., Vol.22, No:9, pp. 17-24, (1990).
- [23] GROFF, K.A., Water Environmental Research, Vol. 64, N:4, pp. 425-426, June, (1992).
- [24] KOPRİVANAC, N., BOSANAC, G., GRABARIC, Z., PAPIC, S., Treatment of Wastewaters From Dye Industry, Environmental Techn. Vol. 14, No:4 pp.385-390, (1993).

- [25] MAVROS, P., DANILLIDOU, A.C., LAZARIDIS, N.K., STERGIOU, L., Colour Removal From Aqueous Solutions. Part I. Flotation, Environmental Tech., Vol. 15, No:7, pp.601-616, July, (1994).
- [26] HORNG, J.Y., HUANG, S.D., Removal of Organic Dye From Synthetic Wastewater by Adsorptive Bubble Separation Techniques, Environ. Sci. Tech., Vol.27, No:6, pp. 1169-1175, June, (1993).
- [27] LIN, S.H., LIN, C.M., Treatment of Textile Waste Effluents By Ozonation and Chemical Coagulation, Wat.Res., Vol.27, No:12, pp. 1743-1748, December, (1993).
- [28] LIN, S.H., LIU, W.Y., Treatment of Textile Wastewater By Ozonation in A Packed-Bed Reactor, Environmental Tech., Vol. 15, No:4, pp. 299-311, April, (1994).
- [29] DAVIS, R.J., GAINER, J.L., O'NEAL, G., Wu, I.W., Photocatalytic Decolorization of Wastewater Dyes, Wat. Environ. Res., Vol.66, No:1, pp.50-52, (1994).
- [30] LIN, S.H., PENG, C.F., Treatment of Textile Wastewater By Electrochemical Method, Wat.Res., Vol.28, No:2, pp.277-282, (1994).
- [31] KUO, W.G., Decolorizing Dye Wastewater With Fenton's Reagent, Wat.Rec., Vol. 26, No:7 pp. 881-886, July, (1992).
- [32] MEYER, V., CARLSSON, F.H.H., DELLERMANN, R.A., Decolourization of Textile Effluent Using A Low Cost Natural Adsorbent Material, Wat. Sci. Tech., Vol. 26, No:5-6, pp. 1205-1211, (1992).
- [33] MITWALLY, H., EL-SEBAIE, O., AKEL, M., ATTIA, M., Treatability Study of Wastewater Generated From Pulp and Paper Industry Using Rice Straw As Raw Material, Proceedings of the Second International Symposium Held at the University of Waterloo, Ontario, Canada, June, (1980).
- [34] MCKAY, G., RAMPRASAD, G., MOWLI, P., Desorption and Regeneration of Dye Colours From Low-Cost Materials, Wat. Res., Vol. 21, No:3, pp.375-377, March, (1987).

- [35] NICOLAOU, M., HADJIVASSILIS, I., Treatment of Wastewater from the Textile Industry, Wat. Sci. Tech., Vol. 25, No:1, pp.31-35, (1992).
- [36] APHA, AWWA, WPCF, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17 th. Ed., American Public Health Association, Washington, (1989).



ÖZGEÇMİŞ

Esra KIRDAR 1970 yılında İstanbul'da doğdu. Orta ve Lise öğrenimini Ataköy Lisesi'nde tamamladıktan sonra 1987 yılında girdiği İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesinin Kimya Mühendisliği Bölümünden 1991 Haziran döneminde mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Kimya Mühendisliği Programında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

