

T.C.

HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ATIKSULARDA RENK ÖLÇÜM METOTLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI

ÇEVRE BİLİMLERİ VE ENERJİ YÖNETİMİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELTEM PAKİZE POLAT

ARALIK-2018

ARALIK 2018

Yüksek Lisans –Çevre Bilimleri ve Enerji Yönetimi

MELTEM PAKİZE POLAT

Atıksularda Renk Ölçüm Metotlarının Karşılaştırılması

Hasan Kalyoncu Üniversitesi
Çevre Bilimleri ve Enerji Yönetimi
Yüksek Lisans Tezi



Danışman

Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU

MELTEM PAKİZE POLAT

ARALIK-2018



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU

Çevre Bilimleri ve Enerji Yönetimi Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Meltem Pakize POLAT** tarafından hazırlanan “**Atıksularda Renk Ölçüm Metotlarının Karşılaştırılması**” başlıklı tez 14/12/2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Görevi

Unvanı, Adı ve Soyadı

İmzası:

Kurumu/Üniversitesi

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU
Hasan Kalyoncu Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Sinan UYANIK
Harran Üniversitesi
Çevre Mühendisliği Bölümü

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Adem YURTSEVER
Hasan Kalyoncu Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU
Enstitü Müdürü

© 2018 [Meltem Pakize POLAT]

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

Meltem Pakize POLAT

ÖZET

ATIKSULARDA RENK ÖLÇÜM METOTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

POLAT, Meltem Pakize

Yüksek Lisans, Çevre Bilimleri ve Enerji Yönetimi ABD

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU

Aralık 2018

72 sayfa

Sulardaki renk, suda çözünmüş bulunan metalik tuzlardan veya su içindeki kolloid parçacıklardan ileri gelmektedir. Renk parametresi sulardaki diğer kirletici parametrelerine göre bazı özel dikkat isteyen özelliklere sahiptir. Kirletici parametrelerin pek çoğu objektif olarak ölçülüp değerlendirilebilir olmasına rağmen renk parametresi objektif özellikleri yanında az da olsa subjektiflik karakterine sahiptir.

Renk parametresi suda bulunan tuzların ve koloidal maddelerin ışığı yansıtması ile ortaya çıktığından, renklerin oluşmasını sağlayan dalga boyları renklerin ölçülmesinde dikkat edilmesi gereken en önemli parametrelerdir. Bu dalga boyları hem renk çeşitlerini belirler hem de ölçme metodunun seçilmesinde etken olur.

Sulardaki renk oluşumu hem sudaki kolloid maddelerden hem de çözünmüş maddelerden oluştuğu için ölçüm hem global olarak hem de su numunelerinin filtre edilmesinde sonra almak üzere ayrı ayrı ölçülür ve renk oluşumunun nereden kaynaklandığı belirlenir.

Sulardaki renk ölçümü Standart Metot 2120 C ve TSE EN ISO 7887 B Spektrofotometrik metotla ölçülür. Renk ölçümlerinde doğru neticeye ulaşmak için, belirli renkler için doğru netice veren dalga boyları seçilmelidir. Bütün renkler için aynı dalga boyu seçilirse neticelerin çoğu yanlış olur.

Ülkemizde genelde Platin-Cobalt değeri ile tek dalga boyu ölçüm yöntemi kullanılmaktadır. Bu ölçümde 456 Nm dalga boyunda sarı ve turuncu renk tonlarında doğru netice vermekle beraber diğer renklerde yanıltıcı olmaktadır. Bu nedenle değişik metotlar geliştirilmiştir. Değişik ülkelerde kullanılan bu metotlar şunlardır:

-ADMI

-RES

Buna göre;

-Platin-Cobalt, 456Nm dalga boyunda, sarı-turuncu renklerde,

-ADMI, 720 Nm dalga boyunda, sarı-turuncu renklerde,

-RES, 436 Nm,525 Nm ve 620 Nm dalga boylarında, Sarı, Kırmızı ve Mavi renklerde ölçümler yapılmıştır.

Ülkemizde bütün renkler için Pt-Co kullanılması doğru değildir.

Bu çalışmada değişik renk ölçme metotları çalışılmış, birbirleri karşılaştırılmış ve hangi renk ve hangi dalga boyu için doğru metodun ne olabileceği belirlenmiştir.

Ülkemizdeki yönetmelikler bütün renkler için tek bir metod için standart verilmesinin doğru olmayacağı vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Dalga boyu, renk, metod, karşılaştırma, ADMI, RES.



ABSTRACT

COMPARISON OF COLOR MEASUREMENT METHODS IN WASTEWATER

POLAT, Meltem Pakize

M.Sc/ Environmental Sciences and Energy Management ABD

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU

December 2018

72 pages

The metallic salts dissolved in water color, or colloid particles in the water. According to some other color parameter waters polluting parameter special attention .Although many of the pollutant parameters can be measured and evaluated objectively, the color parameter has a little bit of subjectivity as well as objective properties.

Since the color parameter is reflected by light reflecting the salts and colloidal substances in the water, the wavelengths which provide the colors to be formed are the most important parameters to be considered in the measurement of the colors. These wavelengths determine both the color variations and the selection of the measurement method.

Since the color formation in the water consists of both the colloid substances in the water and the dissolved substances, the measurement is measured both globally and after the water samples are filtered separately to determine where the color formation originates.

Color measurement in water is measured by Standard Method 2120 C and TSE EN ISO 7887 B Spectrophotometric method. In order to reach the correct result in color measurements, the wavelengths that give the correct result for certain colors should be selected. If the same wavelength is selected for all colors, most of the results will be incorrect.

Platinum-Cobalt value and single wavelength measurement method are used in our country. In this measurement, it gives correct results in yellow and orange color tones at 456 Nm wavelength and it is misleading in other colors. Therefore, different methods have been developed. These method are used in different countries;

-ADMI,

-RES .

According to this;

-Platin-Cobalt, 456 Nm wavelength, yellow-orange colors,

-ADMI, 720 Nm wavelength, yellow-orange colors,

-RES, 436 Nm, 525 Nm and 620 Nm wavelength, Yellow, Red and Blue measurements were made.

It is not correct to use Pt-Co for all colors in our country.

In this study, different color measurement methods have been studied and compared with each other and what color and the correct method for which wavelength can be determined.

It was emphasized that the regulations in our country would not be correct to give a standard for a single method for all colors.

Keywords: Wavelength, color, method, comparison, ADMI, RES



TEŞEKKÜR

Bu alıőmada, tezimin ilerlemesinde her zaman beni cesaretlendiren, bana yon veren, yonlemlerin seiminde yol gosteren, destek sağlayan bilgi ve tecrubelerini benimle paylaőmaktan kaçınmayan, sabır gosteren Hasan Kalyoncu Univesitesi danışman hocam, sayın Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU' ya sonsuz minnet ve teőekkürlerimi sunarım.

Eğitimim ve tezim boyunca benden ilgisini, desteklerini esirgemeyen, bilgi ve tecrubelerini paylaőan değerli hocam, sayın Dr. Öğretim Üyesi Adem YURTSEVER' e çok teşekkür ederim.

Teze baőlamamda bana imkân sağlayan, destekleyen, eğitim konusunda hassasiyetini esirgemeyen saygıdeğer Müdürüm M. Özer ÖZCAN' a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Geçirdiğim bu süreçte, sabrını esirgemeyen, beni yürekten destekleyen sevgili aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
RESİMLER LİSTESİ	XIII
TABLolar LİSTESİ.....	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII
KISALTMALAR.....	XIV
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2	3
LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1 Renk Tanımı.....	3
2.2 Renk Ölçümü	4
2.2.1 Görünür Ve Gerçek Renk	4
2.2.2 Bulanıklık Azaltılması	4
2.2.3 Renk Ölçümünün Dalga Boyu İle İfadesi	4
2.3 Renk Ölçüm Metotları	5
2.3.1 Görsel Karşılaştırma Metodu	6
2.3.2 Tristimulus Metodu.....	6
2.3.3 ADMI Tristimulus Filtre Metodu	7
2.3.4 Spektrofotometrik Metot.....	7
2.3.5 RES Ölçüm Metodu	7
2.4 Ülkelerde Uygulanmakta Olan Renk Parametresi Standartları.....	7
BÖLÜM 3	11
MATERYAL- METOT	11
3.1 Tekstil Boyları İle Hazırlanan Atıksu.....	11
3.2 Proses Ve Diğer Atıksu Numuneleri.....	13
3.3 Deneysel Çalışma-1 Ölçüm Yapılacak Atıksu Numuneleri.....	15
3.4 Kalibrasyon Eğrisi ve Denklemi	17
BÖLÜM 4	20
BULGULAR VE TARTIŞMA	20
4.1 Deneysel Çalışma-1.....	20
4.1.2 Deneysel Çalışma-1 Bulguları ve Tartışma	20
4.1.3 Ölçüm Sonuçları Karşılaştırma Tablosu	35
4.2 Çoklu Dalga boyu(Kalibrasyon Eğrisi) ve RES Metot Eğrisi ve Denklemi	39
4.3 Renkli Sularda Absorbans Eğrisi ve Denklemi.....	43
4.3.1 Mavi Renk Suda Absorbans Eğrisi ve Denklemi.....	44
4.3.2 Kırmızı Renk Suda Absorbans Eğrisi ve Denklemi.....	49
4.3.3 Sarı Renk Suda Absorbans Eğrisi ve Denklemi.....	54
4.4 Laboratuvar Çalışması ve Ölçüm Değerleri-2	59
4.4.1. Gerçek Renk Ölçümü-2	60
BÖLÜM 5	69
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	71

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1: Baskın dalga boyları, Absorblanan Renk-Komplementer Renk.....	5
Tablo 2: Renk Ölçüm Metotları	6
Tablo 3: SKKY Renk Standart Değerleri.....	10
Tablo 4: RES Avrupa Normu ENISO 7887 Renk Parametresi Alıcı Ortam Standartları	10
Tablo 5: Boyar Madde İle Hazırlanan Numuneler Boya Konsantrasyonları	13
Tablo 6: Boyar Madde İle Hazırlanan Numuneler Boya Konsantrasyonları	16
Tablo 7: Ölçüm Neticeleri.....	17
Tablo 8: Deneysel Çalışma 1 Nolu Numune.....	21
Tablo 9: Deneysel Çalışma 4Nolu Numune.....	22
Tablo 10: Deneysel Çalışma 6 Nolu Numune.....	23
Tablo 11: Deneysel Çalışma 8 Nolu Numune.....	24
Tablo 12: Deneysel Çalışma 9Nolu Numune.....	25
Tablo 13: Deneysel Çalışma 9Nolu Numune(Filtrelenmiş).....	26
Tablo 14: Deneysel Çalışma 10Nolu Numune.....	27
Tablo 15: Deneysel Çalışma 10Nolu Numune(Filtrelenmiş).....	28
Tablo 16: Deneysel Çalışma 11Nolu Numune.....	29
Tablo 17: Deneysel Çalışma 11Nolu Numune(Filtrelenmiş).....	30
Tablo 18: Deneysel Çalışma 12Nolu Numune.....	31
Tablo 19: Deneysel Çalışma 12Nolu Numune(Filtrelenmiş).....	32
Tablo 20: Deneysel Çalışma 13Nolu Numune.....	33
Tablo 21: Deneysel Çalışma 13Nolu Numune(Filtrelenmiş).....	34
Tablo 22: Görünen Renk Ölçüm Sonuçları.....	36
Tablo 23: Gerçek Renk Ölçüm Sonuçları	37
Tablo 24: Gerçek Renk Ölçüm Sonuçları Standartlarla Karşılaştırılması	38
Tablo 25: Çoklu Dalga Boyu Ölçümleri	39
Tablo 26: RES Metot Ölçümleri	41
Tablo 27: Deneysel Çalışma-2	44
Tablo 28: Çoklu Dalga Boyu (Mavi)Absorbans Değerleri	44
Tablo 29: RES Metot (Mavi) Absorbans Ölçüm Değerleri	46
Tablo 30: ADMI (Mavi) Absorbans Ölçüm Değerleri.....	48
Tablo 31: Çoklu Dalga Boyu (Kırmızı) Absorbans Değerleri	49
Tablo 32: RES Metot (Kırmızı) Absorbans Ölçüm Değerleri	51
Tablo 33: ADMI (Kırmızı) Absorbans Ölçüm Değerleri.....	53
Tablo 34: Çoklu Dalga Boyu (Sarı) Absorbans Değerleri	54
Tablo 35: RES Metot (Sarı) Absorbans Ölçüm Değerleri	56
Tablo 36: ADMI (Sarı) Absorbans Ölçüm Değerleri.....	58
Tablo 37: Boyar Madde İle Hazırlanan Numune Karşım Miktarları-2.....	60
Tablo 38: Deneysel Çalışma-3	61
Tablo 39: Deneysel Çalışma 1Nolu Numune.....	62
Tablo 40: Deneysel Çalışma 2Nolu Numune.....	63
Tablo 41: Deneysel Çalışma 3 Nolu Numune.....	64
Tablo 42: Deneysel Çalışma 4Nolu Numune.....	66
Tablo 43: Deneysel Çalışma 5Nolu Numune.....	67
Tablo 44: Deneysel Çalışma 6Nolu Numune.....	68

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 1: Renk Karışımı (URL 2).....	5
Şekil 2: Ülkelerde Alıcı Ortam Deşarjında Kabul Edilir Renk Parametresi Uygulama Sınır Değerleri Karşılaştırma Grafiği(ZDHC, 2015)	8
Şekil 3: 455 Nm Dalga Boyu Kalibrasyon Eğrisi ve Denklemi	17
Şekil 4: 456 Nm Dalga Boyu Kalibrasyon Eğrisi ve Denklemi	18
Şekil 5: 465 Nm Dalga Boyu Kalibrasyon Eğrisi ve Denklemi	18
Şekil 6: 455 Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi.....	39
Şekil 7: 456 Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi.....	40
Şekil 8: 465 Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi.....	40
Şekil 9: RES, 436Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi	41
Şekil 10: RES, 525Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi	42
Şekil 11: RES, 620Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi	42
Şekil 12: 455Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Mavi).....	45
Şekil 13: 456Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Mavi).....	45
Şekil 14: 465Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Mavi).....	46
Şekil 15: RES, 436Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Mavi)	47
Şekil 16: RES, 525Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Mavi)	47
Şekil 17: RES, 620Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Mavi)	48
Şekil 18: ADMI, 720Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Mavi).....	49
Şekil 19: 455Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Kırmızı).....	50
Şekil 20: 456Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Kırmızı).....	50
Şekil 21: 465Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Kırmızı).....	51
Şekil 22: RES, 436Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Kırmızı)	52
Şekil 23: RES, 525Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Kırmızı)	52
Şekil 24: RES, 620Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi	53
Şekil 25: ADMI, 720Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Kırmızı).....	54
Şekil 26: 455Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Sarı).....	55
Şekil 27: 456Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Sarı).....	55
Şekil 28: 465Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Sarı).....	56
Şekil 29: RES, 436Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Sarı)	57
Şekil 30: RES, 525Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Sarı)	57
Şekil 31: RES, 620Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Sarı)	58
Şekil 32: ADMI, 720Nm Dalga Boyu Eğrisi ve Denklemi(Sarı).....	59

RESİMLER LİSTESİ

Sayfa No:

Resim 1: Temin Edilen Boyar Maddeler	12
Resim 2: Hazırlanmış Renkli Numuneler.....	12
Resim 3: Karışım Yapılan Numuneler	12
Resim 4: Üretim Sonucu Oluşan Proses Atıksuları.....	13
Resim 5: Evsel ve Endüstriyel Atıksu ve Alıcı Ortam Deşarj Numuneleri	14
Resim 6: Hach- Lange Marka DR 6000 Spektrofotometre	14
Resim 7: 10 mm Cam Küvet	15
Resim 8: Sartorius Marka 0,45 µm Filtre.....	15
Resim 9: 500 Pt-Co Hazırlanmış Çözeltiler(Sarı-Mavi-Kırmızı)	43



KISALTMALAR

Tem.	: Temmuz
R.G.	: Resmi Gazete
SKKY	: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
KOİ	: Kimyasal oksijen İhtiyacı
AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
pH	: Suyun Asitik Bazik Derecesini belirleme
Pt-Co	: Platin- Kobalt
AAFA	: Amerikan Konfeksiyon ve Ayakkabı Derneği Tekstil Atıksu Kuralları
BSR	: Sosyal Sorumluluk İş Grubu Su Kalite Kuralları
STWI	: İsveç Tekstil Su Girişimi
IFC	: Uluslararası Finans Şirketleri Çevre Sağlık ve Güvenlik Kuralları
ZDHC	: Tekstil Sanayi Atıksu Deşarj Kalitesi Standartları, Zararlı Kimyasal Maddelerin Sıfır Boşaltımı Programı
Note A	: Avrupa Normu ENISO 7887 Renk Parametresi RES
C&A	: Uluslararası Perakende Giyim Markası
H&M	: Uluslararası Perakende Giyim Markası
Nike	: Uluslararası Spor Giyim Markası
New Balance	: Uluslararası Spor Giyim Markası
Puma Se	: Alman Spor Giyim Markası
Levi Strauss &Co.	: Amerikan Giyim Markası
Bluesign®	: İsveç Merkezli Tekstil Üretiminde Çevre Sağlığı ve Güvenliği Standartı
EPA	: Avrupa Birliği Çevre Koruma Standartı
Abs	: Absorbans
Dk.	: Dakika
RES	: Atıksuyun Farklı Dalga Boylarındaki Renklilik Sayısı
Gr	: Gram
AKM	: Askıda Katı Madde
ADMI	: Amerikan Boya Üreticileri Enstitüsü

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ülkemizde nüfus artışının hızla devam etmesi, göç alan bir ülke olmamız, beraberinde iş gücü ihtiyacı ve tüketim toplumu olmamızla sanayi kollarında sektör çeşitliliğinin artması gibi etkenlerle doğamız, doğal yaşam alanlarımız kirlenmektedir. Ekolojik denge bozulması, su kaynaklarının bilinçsiz kullanılması, tüketimlerde kısıtlamaların getirilmemesi, kısa zamanda su kaynaklarının azalmasına ve var olan kaynakların kirlenmesine neden olmaktadır. İnsan hayatının devamı için su vazgeçilmez bir yaşam kaynağıdır. Bu sebeple suyun korunması ve faydalı kullanılması esastır.

Su kaynaklarının korunup geliştirilmesi gereklidir. Suyu miktarı kadar kalitesi de önemlidir. Su kaynaklarının kullanılmayacak kadar kirletilmesi o kaynağın yok sayılması ile eşdeğerdir. Dolayısı ile çeşitli nedenlerle suyun kirletilmesinin kontrol altına alınması gereklidir. Bunun için suyu kirleten sebeplerle birlikte sudaki kirletici parametreler tariflenmiş ve bu parametrelerin sudaki konsantrasyonlarının tayini gerekmiştir. Bu parametrelerin kirleticilerin sudaki konsantrasyonlarının yanı sıra bu kirleticilerin su içindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik davranışlarının bilinmesine de ihtiyaç vardır. Bu sebeple kirletici parametrelerin neler olduğu ve suyun faydalı kullanımına zarar vermeden suda bulunabilecek miktarlarının ölçülmesi ve mevcut standartlarla karşılaştırılması gereklidir.

Sudaki kirletici parametreler fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik olarak sınıflandırılabilir. Bazı kirletici parametrelerin ölçümleri net olarak yapılabilir ve ölçüm neticeleri büyük ölçüde güvenilir olmalıdır. Bununla birlikte bazı parametrelerin kısmen subjektif olmasından kaynaklı olarak neticeler ölçüm metotlarına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu kirletici parametrelerden bir tanesi sudaki renk parametresidir. Bu nedenler sudaki rengi ölçmek için kullanılan metotların karşılaştırılması bu çalışmada inceleme konusu olarak seçilmiştir. Ayrıca

değişik ülkelerde kullanılan metot ve standartlar ülkemizde uygulama ile karşılaştırılmıştır. Sudaki renklilik, su içinde bulunan pigmentlerin ışığı kırma-yansıtma özelliğinden de kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ölçüm metotlarında seçilen dalga boyları ölçüm neticeleri üzerinde etkin olmaktadır. Ülkemizdeki sulardaki renk parametresi Platin-Cobalt(Pt-Co) olarak ölçülmektedir. Standart metot 2120 C ve TSE EN STANDART METOT 2120 C ve TSE EN ISO 7887 B Spektrofotometrik Metot ölçüm yöntemi kullanılmaktadır. Bu metotta kullanılan dalga boyu 456 Nm' dir. Bu dalga boyu bazı renkli sularda doğru netice vermekle birlikte bazı renk tonlarında hatalı sonuçlar vermektedir.

Ülkemizde "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği(SKKY)" de bütün renklerin Pt-Co ölçülmesi ve buna göre hazırlanan standartlarla karşılaştırılması belirtilmiştir. Ancak bu yönetmelik şartının bütün renkler için uygulanması doğru değildir. Bu çalışmada bu durum da irdelenecektir. Bunun için farklı renk tonlarının bulunduğu sularda değişik dalga boylarında değişik metotlarla ölçüm yapılarak karşılaştırılacaktır. Ayrıca farklı renk pigmentlerinin bulunduğu sularda farklı dalga boyları ile ölçüm yapılarak ölçüm sonuçları karşılaştırılacaktır.

Diğer ülkelerdeki renk parametresinin ölçüm parametresinin ölçüm metotları ve standartları, ülkenin sanayisine ve gelişmişlik düzeyine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde, sulardaki renk parametresinin standartları daha sıkı olurken, gelişmekte olan ülkelerde ve tekstil endüstrisinin baskın olduğu gelişmekte olan ülkelerde bu standartlar biraz daha toleranslı olabilmektedir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Renk Tanımı

Renk, ışığın objeye çarptıktan sonra yansıyarak insan gözüyle algılanması şeklinde tarif edilebilir. İnsan gözü 360 Nm ile 740 Nm arasındaki dalga boylarını algılayabilmektedir. Elektromanyetik spektrumun bu bölümünde yer alan, algıladığımız kısma görünen ışık denir. Işık olmadığında rengi algılayamadığımız gibi nesne olmadığı zaman da rengi ifade edemeyiz. Dolayısıyla rengi algılayabilmek için ışık, nesne ve kişi gerekmektedir. Görünen ışık bölgesi içindeki dalga boylarından ışığı görebiliriz; ayrıca ışık başlı başına bir renk değildir(Budak,2017).

Renk organik bileşiğin yapısında yer alan ve “kromofor grup” adı verilen grupların özelliklerine bağlı olarak görünür ışığın belli dalga boyundaki kısımlarını yutması ve geri kalan dalga boylarını yansıtması sonucunda göz tarafından karakteristik renkte görülmesi şeklinde de tanımlanabilir. Kromofor grupların görünür ışığı oluşturan dalga boylarında yuttuğu kısımlara “absorblanan renk”, yansıttığı kısımlara ise “komplementer renk” adları verilir. Örnek olarak kromofor gruplar sadece sarı-yeşil renge karşı gelen ışıklara ait dalga boyunu absorblarsa, diğer renklere karşı gelen dalga boylarını yansıtacağından menekşe renkli olarak görünür. O halde göze çarpan renk, komplementer renk, absorblanmayan kısımların bıraktığı etkidir (Vigo, 1994; Sevimli, 2000).

Fiziksel olarak, suyun rengi, ışık kaynağı, ışığın emilmesi ve yayılması ve sudaki askıda katı maddeler gibi faktörlerden etkilenir. Dünyadaki en büyük ışık kaynağı Güneş' dir. Güneş ışığı, en uzun dalga boyuna sahip kırmızı ışıktan, en kısa dalga boyuna sahip mor ışıktan farklı ışık renklerini içerir. Bir nesnenin rengi esas olarak yayılan ışığın rengine ve dalga boyuna bağlıdır(LI Sun-wai,2018).

Su ile emilim, kırmızı ışık için daha güçlü, ancak mavi ışık için daha zayıftır. Ancak bu etki sadece su tabakası makul ölçüde kalın olduğunda (1 metreyi aşan) görülür. Bu nedenle, günlük hayatta, bir bardak saf su beyaz ışık altında

renksiz görünürken, büyük bir akvaryum suyun kalınlığı boyunca mavimsi görünür.(LI Sun-wai,2018).

2.2 Renk Ölçümü

Renk ölçümü, gerçek ve görünür rengin değerlerle ifade edilmesidir. Renk ölçümü, nesnelere ve ışıkların görünümünü içeren bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Hammadde ve bitmiş ürünlerin analizi için büyük önem taşımaktadır.

Renk ölçümü, atıksuların izlenmesi, dağıtımı ve alıcı ortama deşarjı aşamalarında suyun kalitesinin belirlenmesi açısından önemlidir(URL-1).

2.2.1 Görünür ve Gerçek Renk

Görünür renk, suda bulunabilecek koloidal madde veya asılı parçacıkları uzaklaştırmadan ölçülen renktir. Suda, bulanıklılığa neden olan bu parçacıklar rengin ölçülmesinde değişikliğe neden olarak, suda iletilen ışığı dağıtabilir.

Gerçek renk, suda bulunabilecek koloidal madde veya asılı parçacıkların oluşturduğu bulanıklılık kaynaklarının giderilmesinden sonra ölçülen renktir(APHA 2005-URL1).

2.2.2 Bulanıklılık Azaltılması

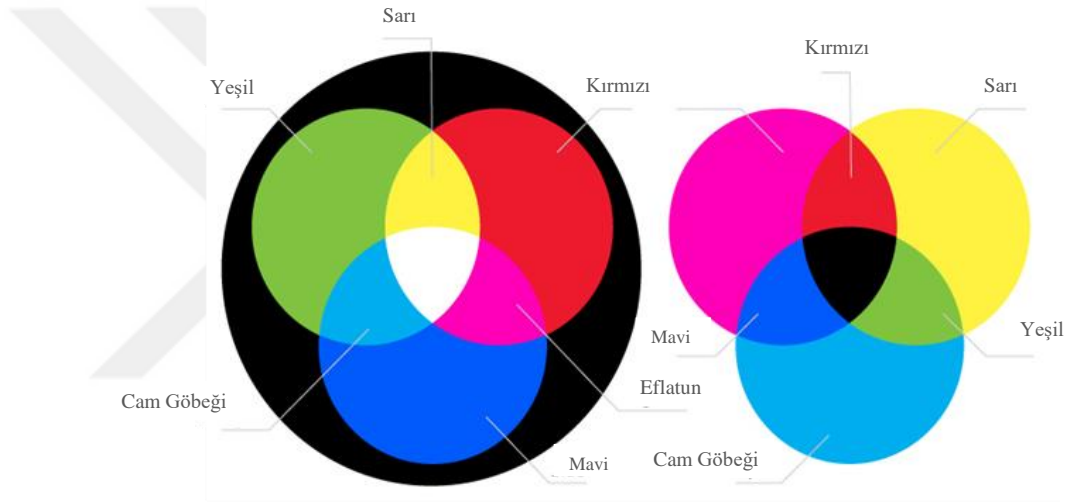
Laboratuvarlarda, atıksuda, renk analizi öncesi bulanıklılık giderilmelidir. Suda, koloidal madde ve askıda katı madde giderimi, filtre kağıdı ve santrifüjleme ile sağlanmaktadır. Bu teknikle amaç numunedeki tüm parçacıkları ve kolloidleri uzaklaştırmaktır. Genelde kullanılan 0,47 mm filtrelerdir. Filtreleme ile amaç gerçek renge ulaşmaktır(APHA 2005, URL-1).

2.2.3 Renk Ölçümünün Dalga Boyu İle İfadesi

Atıksuların gerçek rengi, atıksudaki katı maddelerin uzaklaştırıldıktan sonra ölçümleri renktir. Gerçek renk, atıksuda ton, "baskın dalga boyu" terimi ile ifade edilir.(APHA 2005, URL-1).

Tablo 1. Baskın dalga boyları, absorblanan renk-komplementer renk(Vigo, 1994), (Sevimli, 2000).

Dalga Boyu (Nm)	Absorblanan Renk	Komplementer Renk
400-435	Menekşe	Sarı-Yeşil
435-480	Mavi	Sarı
480-490	Yeşil-Mavi	Turuncu
490-500	Mavi-Yeşil	Kırmızı
500-560	Yeşil	Mor
560-580	Sarı-Yeşil	Menekşe
580-595	Sarı	Mavi
595-605	Turuncu	Yeşil-Mavi
605-700	Kırmızı	Mavi-Yeşil



Şekil 1:Renk karışımı (URL 2).

Ana ışık renkleri kırmızı, yeşil ve mavidir. Bu renkler farklı oranlarda karıştırmak, gördüğümüz ışığın tüm renklerini oluşturabilir. Tüm renklerin bir arada yansması ile beyaz renk görürüz(Şekil 1), (URL 2).

2.3. Renk Ölçüm Metotları

Atıksularda, renk ölçümüne yardımcı, kullanılmakta olan Standart metotlar ve Avrupa Normlarında EPA metotları Tablo 2' de gösterilmektedir.

Tablo 2:Renk ölçüm metotları

Sıra No	METOT	STANDART METOT NO	EPA METOTU NO
1	Görsel Karşılaştırma Metodu	2120 B	110.2
2	Tritimulus Metodu	2120 D	110.2
3	ADMİ Tritimulus Filtre Metodu	2120 E	110.1
4	Spektrofotometrik Metot	2120 C	110.3
5	RES Ölçüm Metodu		Avrupa Normu ENISO 7887

2.3.1 Görsel Karşılaştırma Metodu

Platin-kobalt metodu olarak isimlendirilmektedir. Suyun yaprak, kabuk, kök, humus ve turba malzemelerinden elde edilen organik asitler gibi doğal olarak oluşan materyallerden kaynaklanan içilebilir su ve suyun rengini karşılaştırmak için kullanışlıdır. Bu yöntem, çok renkli endüstriyel atıksular için geçerli değildir. Orijinal olarak kalibre edilmiş cam slaytlarla numune renginin eşleştirilmesiyle veya damıtılmış sudaki potasyum kloroplatinat ve kobaltöz klorürün seyreltilmelerinden elde edilen standartlarla görsel karşılaştırma ile kullanılmaktadır (URL-1, APHA 2005).

Platin Kobalt metodu (Pt-Co) 1890' lı yıllarda, halk sularının saflığının görsel bir göstergesi olarak atıksudaki kirlilik düzeylerini değerlendirmesi için kimyager ALLEN HAZEN tarafından geliştirilmiştir. Aynı renk ölçeğinde kullanılan başka ismi ise "HAZEN" ve APHA' dır. APHA (American Public Health Association), Amerikan Halk Sağlığı Derneğinin kısaltmasıdır. Amerikan kentlerinin erken gelişmesinde atık suların imalat ve kamu kanalizasyon alanlarından kirlenme derecesini doğrulamak için kullanılmıştır(URL1, URL 3).

"APHA", "Pt-Co" ve "HAZEN" aynı renk skalası için kullanılan üç isimdir (URL-2).

2.3.2 Tristimulus Metodu

Tristimulus metodu, üç spesifik dalga boyunda (590, 540 ve 438nm) yüzde transmitansın ölçümüne dayanmaktadır. Parlaklık artı üç tristimulus değeri, doğrudan üç dalga boyundaki yüzde transmitans değerlerinden hesaplanır. Sonuçlar baskın

dalga boyu (ton dalga boyu), yüzde parlaklık ve yüzde saflık cinsinden raporlanabilir(URL-1, APHA 2005).

2.3.3 ADMI Tritimulus Filtre Metodu

Bu yöntem, tristimulus yönteminin bir uzantısıdır. Adams-Nickerson Renk Farkı (DE) hesaplaması kullanılarak bir ADMI tek sayılı renk farkına dönüştürülebilir. Yöntem, Amerikan Boya İmalatçıları Enstitüsü (ADMI) üyeleri tarafından geliştirilmiştir.(URL1, APHA 2005)

2.3.4 Spektrofotometrik Metot

Bu yöntem endüstriyel proses atıksularının ve karmaşık ve değişik renk bileşenleri içeren evsel ve endüstriyel atık suların renk ölçümünde tercih edilen bir yöntemdir. Platin Kobalt(Pt-Co) olarak ifade edilir.

Baskın dalga boyları ve renk tonu ile ölçüm imkânı sunmaktadır(URL 1, APHA 2005).

2.3.5 RES Ölçüm Metodu

RES ölçüm metodunda, 436 Nm, 525 Nm ve 620 Nm dalga boyları seçilerek ölçüm yapılır. Farklı dalga boylarında elde edilen Ortalama Abs değerleri kaydedilerek aşağıdaki formüle göre RES değerleri hesaplanır (KAMAG,2013).

$$RES(\lambda) = \frac{A}{d} \cdot f \text{ (Denklem 1)}$$

A: λ dalga boyunda su numunesindeki absorbans

d: Küvet kalınlığı (mm)

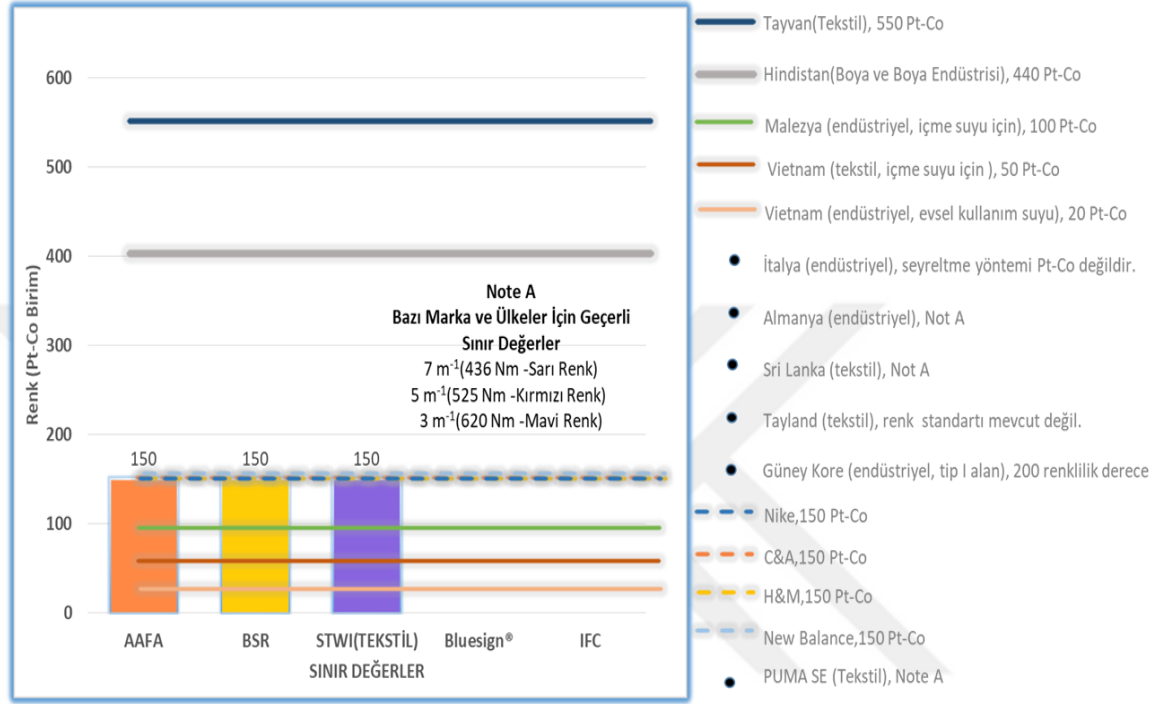
f: Spektral Absorbans değerini m^{-1} biriminde elde etmek için faktör, $f=1000$

RES(λ): λ dalga boyu renklilik sayısı(RES) değeri (m^{-1})

2.4 Ülkelerde Uygulanmakta Olan Renk Parametresi Standartları

2015 yılında, Sanayi Atıksu Deşarj Kalitesi Standartları Tehlikeli Kimyasal Maddelerin Sıfır Deşarjı Programı kapsamında, ZDHC vakfı (Zero Discharge Of Hazardous Chemicals Foundation) tarafından, “Tekstil Endüstrisi Atıksu Deşarj Standartları” adı altında 14 ülke ve uluslararası markalar üzerinde bir literatür

taraması ve birçok parametrede standart karşılaştırmaları yapılmıştır. Ülkelerde uygulanan standartlar ve her parametreye göre farklı farklı değerlendirmeler ve uygulamalar yapılmıştır. Bu parametrelerden renk parametresi ile ilgili karşılaştırma Şekil 2 'de yer almaktadır.(ZDHC, 2015)



Şekil 2: Ülkelerde alıcı ortam deşarjında kabul edilir renk parametresi uygulama sınır değerleri karşılaştırma grafiği(ZDHC, 2015)

-**Tayvan**, 2003 Atıksu Standartlarına (Taiwan Effluent Standards Dated 2003) bakıldığı zaman renk, tekstil endüstrisinde 550 Pt-Co olarak deşarj izni verildiği;

-**Almanya**, Atık Suların Alıcı Ortam Yönetmeliği (Atıksu Yönetmeliği – AbwV), (Almanya Federal Çevre, Doğa Koruma, Bina ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı , 2004) Tekstil imalat ve Terbiye ile ilgili Ek 38,minimum gereklilikleri belirler. Atık suların alıcı su ortamlarına izin verilirken Şekil 2' de görüldüğü gibi Note A şeklinde değerlendirildiği;

-**Sri Lanka**,1 Ulusal Çevre Koruma ve Kalite Yönetmeliği, 2008 (Sri Lanka Merkez Çevre Kurumu, 2008) eki, Çizelge I dahilindeki birden fazla liste, çeşitli alıcı ortamlarına atıksu limitlerini kapsamaktadır. Liste V, iç sulara deşarj edilen tekstil atıksularını kapsar(ZDHC, 2015).

Sri Lanka ve Almanya tekstil sularının alıcı ortama deşarjında renk parametresinde Avrupa Normlarında RES ölçüm değerlerini kabul etmektedir(Şekil 2).

-Hindistan, IS: 2490 İç Sularda Alıcı Suya Deşarj Edilen Endüstriyel Atıkların Tolerans Sınırları Hint Standartları, 1981.

- Bölüm I, genel limitler, çeşitli alıcı ortamlara tahliye edilen atık suları kapsamaktadır.
- Yüzde sodyum bu yönetmelikte listelenmiştir, ancak sadece merkezi kanalizasyonlarına veya sulama amaçlı toprağa deşarj şartlarını içermektedir.

Çevresel (Koruma) Kuralları (Hindistan Orman ve Çevre Bakanlığı, 1986).

Kirleticilerin deşarjı için genel standartlardır(ZDHC, 2015).

-Tayland, Fabrika Yasasına (B.E. 2535) uygun olarak çıkarılan Bakanlar Tebliği No.2 (B.E. 2539, 1996), (1992) Endüstriyel Atıksu Standardı (Tayland Doğal Kaynaklar ve Çevre Bakanlığı, Kirlilik Kontrol Müdürlüğü, 1996) yönetmelikler yer almaktadır(ZDHC, 2015).

Hindistan' da belirlenen yönetmeliklerde renk parametresi deşarj standardı 440 Pt-Co olarak kabul edilmektedir. Bu değer çok yüksektir. Tayland da ise atıksuların deşarjında bazı kirletici parametreler göz önünde bulundurulmuştur. Boyama sektörünün yoğun olduğu bu ülkede belirleyici bir renk parametresi standardı, tablolarda belirlenmemiş ve sınırlandırılmadığı görülmektedir(ZDHC, 2015).

-Güney Kore, Su Kalitesi ve Ekosistem Koruma Yasası [12519 sayılı Kanun], 2008 ve Kanalizasyon Kanunu(Kanun No.12466] (Kore Cumhuriyeti Çevre Bakanlığı, 2008). Atıksular ile ilgili bir renk parametresi standart ya da belirli bir limitle sınırlandırılmamıştır.

Ülkemizde uygulanmakta olan SKKY tablolarında renk parametresi Tablo 3' de görüldüğü gibi uygulanmakta olup, birimi Pt-Co' dır. Diğer ülkelerde proseslere göre farklı sınırlamalar, metot ve standart değerleri getirildiği görülmüştür.

Tablo 3: SKKY renk standart değerleri(24.04.2011 tarih ve 27914 sayılı resmi gazete)

Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 Saatlik(Veya Anlık)	Kompozit Numune 24 Saatlik
Renk	(Pt-Co)	280	260

Yukarıda incelediğimiz gelişmiş ũlkelerde ağırlıklı Note A RES(şekil 2) sistemi kullanılmakta olup, Avrupa Normu ENISO 7887 kabul edilen standarttır(Tablo 4).

Tablo 4: RES Avrupa Normu ENISO 7887 renk parametresi alıcı ortam standartları

RENK	Avrupa Normu RES (m⁻¹)
436 Nm (Sarı)	7
525 Nm (Kırmızı)	5
620 Nm (Mavi)	3

BÖLÜM 3

MATERYAL- METOT

Bu kısımda 13 adet numune laboratuvar ortamında çalışılmış olup, numuneler numaralandırılmıştır.

Bu numunelerden 9adeti laboratuvar ortamında hazırlanmış olup, laboratuvarda hazırlanmış numunelerin bazılarının birbiri ile benzerlik göstermesi ve yoğunluklarının daha yüksek olması nedeni ile değerleri okunamamıştır. Bu neden ile laboratuvarda hazırlanan4 adet numune ile beraber, 9 adet numune üzerinde ölçüm değerlendirme yapılmıştır. Ölçümler doğruluk açısından bir numuneden 3 defa okuma yapılmıştır.

1, 4, 6 ve 8 nolu numuneler laboratuvarda, tekstil iplik boya maddesinin saf su karıştırılarak hazırlandığından, görünen renk ve gerçek renk ölçümlerinde değer farklılıklar oluşmadığı, ölçümleri görüldüğünden, filtreleme yapılmadan görünen renk ölçümleri gerçek renk ölçümü olarak kabul edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir.

9,10 ve 11 nolu numuneler farklı proseslerden temin edilen atıksular, 12 nolu numune evsel ve endüstriyel karışık işlem görmemiş atıksu ve 13 nolu numune evsel ve endüstriyel karışık işlem görmüş atıksu numuneleri kullanılmıştır.

3.1 Tekstil Boyları İle Hazırlanan Atıksu

Tekstil firmalarından iplik boyamada kullanılan boyar maddelerle laboratuvar ortamında renk içeren sular hazırlanmıştır. Bu suların hazırlanmasında Lanazol REDC Organik Kırmızı, Lanaset RED 2B Kimyasal Kırmızı, Lanaset Blue 2RA Organik Mavi, Lanaset Navy-R Kimyasal Mavi, Lanaset Yellow 4GN Organik Sarı tipinde toz boyar maddeler(Resim 1), normal şartlarda ortam sıcaklığında saf suda belirli miktarda karıştırılarak çözdürülmüştür(Resim 2, Resim 3).



Resim 1: Temin edilen boyar maddeler



Resim 2: Hazırlanmış renkli numuneler



Resim 3: Karışım yapılan numuneler

Kullanılan renkler ana renkler olup, tekstil firmasından alınan bilgi ile değişik renk oluşumları için karışımlar yapılmış ve 7 adet renkli su numuneleri oluşturulmuştur(Tablo 5).

Karışım sonrası koyu bir renk görünümünde çeşitli renkli sular elde edilmiştir(Resim 2).

Tablo 5: Boyar madde ile hazırlanan numuneler boya konsantrasyonları

Boyalar	Konsantrasyon (mg/L)
Lanasol REDC Organik Kırmızı	1000
Lanaset RED 2B Kimyasal Kırmızı	1000
Lanaset Blue 2RA Organik Mavi	1000
LanasetNavy-R Kimyasal Mavi	1000
LanasetYellow 4GN Organik Sarı	1000
LanasetYellow 4GN Organik Sarı + Lanasol REDC Organik Kırmızı	1000(500 +500)
LanasetYellow 4GN Organik Sarı + Lanaset Blue 2RA Organik Mavi	1000(500 + 500)

3.2 Proses Ve Diğer Atıksu Numuneleri

Hazırlanan numuneler dışında, tekstil iplik boyama, polimer üretimi sonucu oluşan proses atıksuları(Resim 4), evsel ve endüstriyel karışık atıksu ve evsel ve endüstriyel atıksuyun arıtma tesisinde işlem gördükten sonra alıcı ortama deşarj numunelerinde(Resim 5) lmler gerçekleştirilmiştir.



Resim 4: Üretim sonucu oluşan proses atıksuları



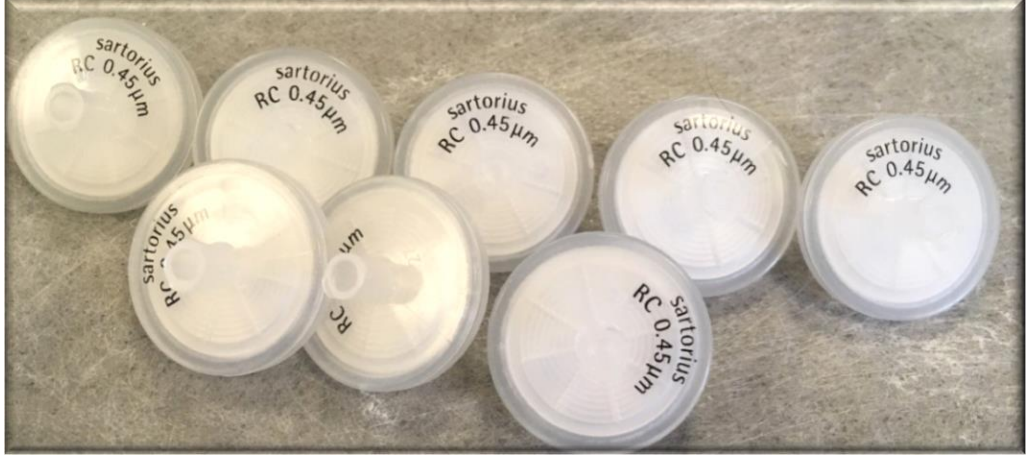
Resim 5: Evsel ve endüstriyel atıksu ve alıcı ortam deşarj numuneleri

Atıksularda renk ölçümleri yapılırken DR-6000 Hach-Lange marka spektrofotometre(Resim 6)cihaz kullanılmıştır. Ölçüm esnasında tekli dalga boyları(436 Nm, 456 Nm, 465 Nm), RESR Ölçüm metodu(436 Nm, 525 Nm, 620 Nm), ADMI metodu(720 Nm), çoklu dalga boyu(436 Nm, 456 Nm, 465 Nm) ölçümleri yapılmıştır. Atıksularda, görünen renk ve gerçek renk olarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Bu ölçümler yapılırken 10 mm cam küvet(Resim 1) ve gözenek çapı 0,45 µm filtre(Resim 2) kullanılmıştır.



Resim 6 : Hach-Lange marka DR 6000 spektrofotometre



Resim 7: 10 mm cam küvet



Resim 8: Sartorius marka 0,45 µm filtre

3.3 Deneysel Çalışma-1 Ölçüm Yapılacak Atıksu Numuneleri

Laboratuvar ortamında tekstil organik ve kimyasal boya hammaddeleri kullanılarak renkli sular hazırlanmıştır. Ayrıca bu çalışmada karışık (evsel ve endüstriyel) renkli atıksu, arıtma tesisinde işlem görmüş alıcı ortam deşarj suları ile farklı proseslerden çıkan, renkli atıksular kullanılarak renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışma-1, ölçüm yapılacak su numuneleri Tablo 6' da sıralanmıştır.

Tablo 6: Boyar madde ile hazırlanan numuneler boya konsantrasyonları

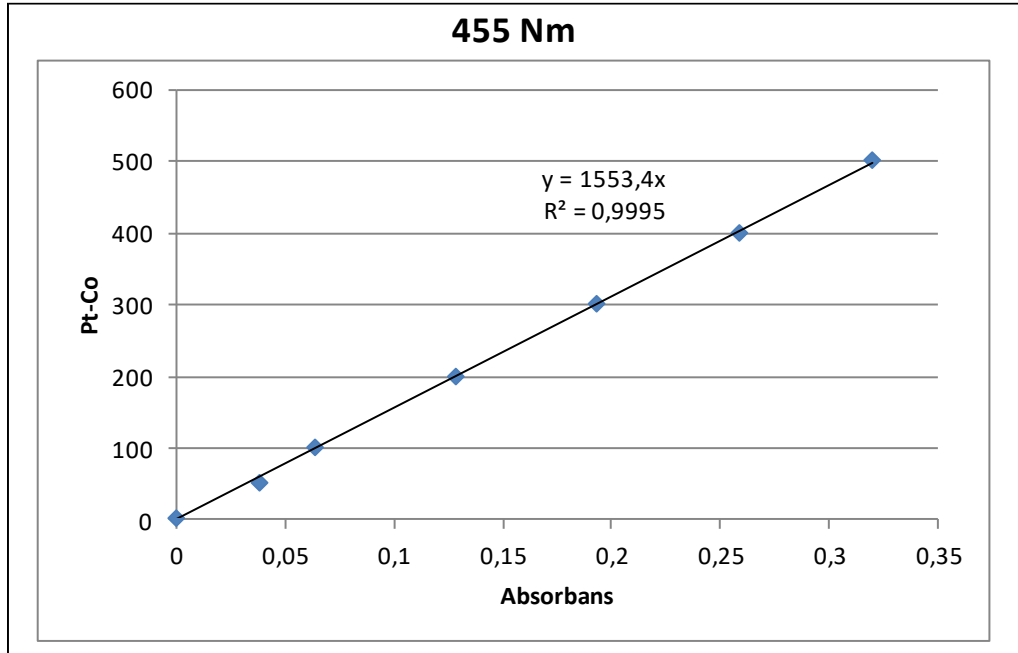
NUMUNE NO	Tablo	BOYALAR VE PROSESLER	KONSANTRASYON(mg/l)	GÖRÜNEN RENK
DENEYSEL ÇALIŞMA-1				
1	8	Lanasol REDC Organik Kırmızı	1000	Kırmızı
4	9	Lanaset Blue 2RA Organik Mavi	1000	Lacivert
6	10	LanasetYellow 4GN Organik Sarı	1000	Sarı
8	11	LanasetYellow 4GN Organik Sarı + Lanasol REDC Organik Kırmızı	1000(500 +500)	Koyu Yeşil
9	12	Tekstil İplik Boyama Prosesi		Pembemsi
9	13	Tekstil İplik Boyama Prosesi(Filtrelenmiş)		Pembemsi
10	14	Tekstil İplik Boyama Prosesi		Mavimsi
10	15	Tekstil İplik Boyama Prosesi(Filtrelenmiş)		Mavimsi
11	16	Polimer Üretimi Proses Suyu		Beyaz
11	17	Polimer Üretimi Proses Suyu(Filtrelenmiş)		Beyaz
12	18	Evsel Ve Endüstriyel İşlem Görmemiş Atıksu		Bordo Siyah
12	19	Evsel Ve Endüstriyel İşlem Görmemiş Atıksu(Filtrelenmiş)		Bordo Siyah
13	20	Evsel Ve Endüstriyel İşlem Görmüş Atıksu Deşarj Suyu		Pembemsi
13	21	Evsel Ve Endüstriyel İşlem Görmüş Atıksu Deşarj Suyu(Filtrelenmiş)		Pembemsi

3.4 Kalibrasyon Eğrisi ve Denklemi

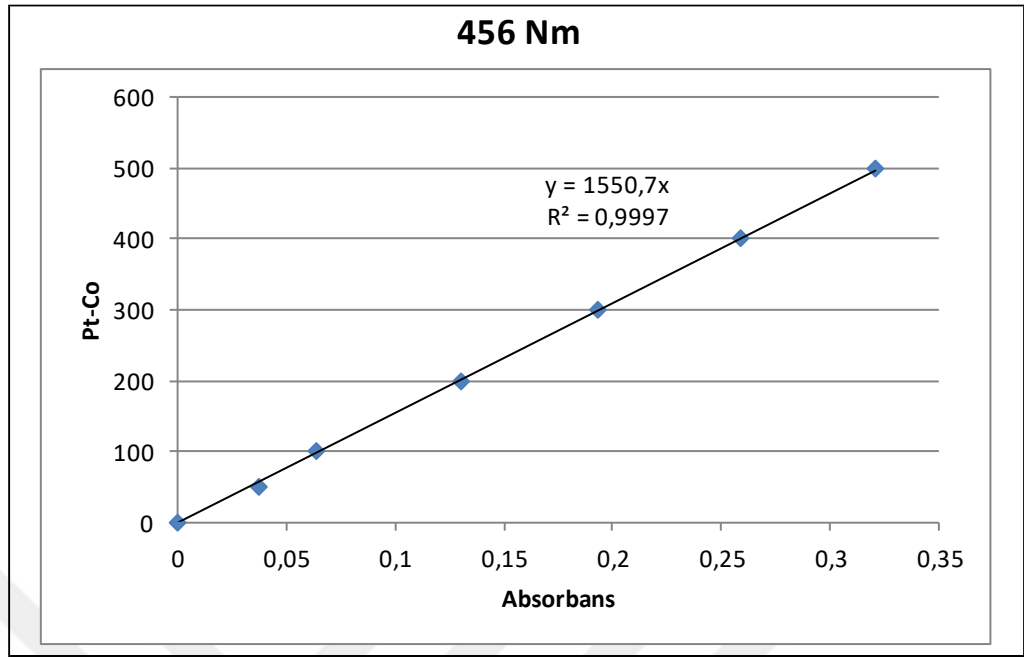
Hazır 500 Pt-Co renk birimine sahip çözelti, saf su ile seyreltilerek hazırlanmış (Tablo7), çoklu dalga boyunda (455-456-465 Nm) absorbans okumaları yapılmıştır. Bu çalışma ile kalibrasyon eğrisi ve denklemi oluşturulmuştur. Ölçüm neticeleri Tablo 7’ de kalibrasyon eğrisi (Şekil 3,4 ve5) gösterilmiştir.

Tablo 7: Ölçüm neticeleri

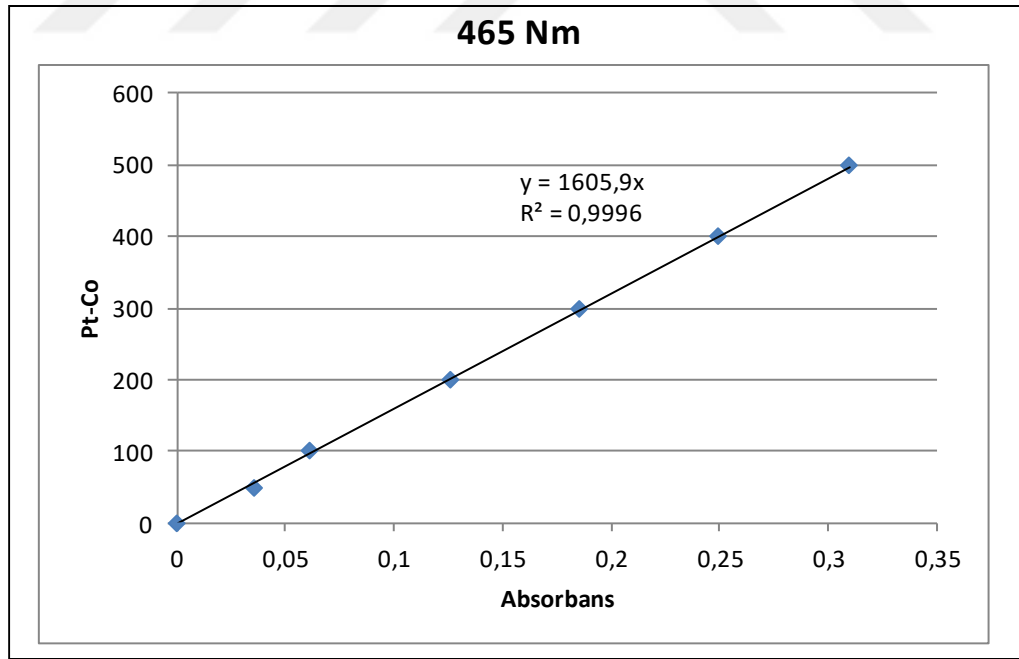
Pt-Co	Abs (455 Nm)	Abs (456 Nm)	Abs (465 Nm)
500	0,320	0,321	0,310
400	0,259	0,259	0,250
300	0,193	0,193	0,186
200	0,129	0,130	0,126
100	0,064	0,064	0,062
50	0,038	0,037	0,036
0	0	0	0



Şekil 3: 455 Nm dalga boyu kalibrasyon eğrisi ve denklemi (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



Şekil 4: 456 Nm dalga boyu kalibrasyon eğrisi ve denklemi (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



Şekil 5: 465 Nm dalga boyu kalibrasyon eğrisi ve denklemi (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Oluşturulan standartlar, 400-700Nm dalga boyları arasında çalışan spektrofotometrede, 455 Nm, 456 Nm, 465 Nm dalga boylarında absorbands değerleri okunmuştur. Belirli renk değerlerine karşılık gelen absorbands değerleri ile kalibrasyon eğrisi çizilerek kalibrasyon denklemleri oluşturulmuştur. Tablo 5’ de standartlar için yapılan absorbands ölçümleri verilmiştir. Bu lüm neticelerinde oluşturulan kalibrasyon eğrisi ve denklemleri şekil 3, şekil 4 ve şekil 5 de sunulmuştur.



BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA


4.1 Deneysel Çalışma-1

Laboratuvar ortamında, 9 adet belirlenen farklı renkler içeren atıksu numunelerinde, belirlenen metot ve dalga boyunda ölçüm sonuçları ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

4.1.2 Deneysel Çalışma-1 Bulguları ve Tartışma

Lanasol REDC Organik Kırmızı toz tekstil iplik boyası 1000 mg/l, saf su ile kırmızı renkli su numunesi hazırlanmıştır. Tablo 8' de görüldüğü gibi ölçümler yapılmıştır. Tekli dalga boyu ölçümlerinde, numene renk yoğunluğu nedeni ile 455 Nm, 456 Nm, 465 Nm dalga boyu okumalarında absorbans değeri yüksek olduğu için net sonuçlar alınamamıştır. Tekli dalga boyu ölçümünde sonuç net olarak alınamazken, ADMI metot ölçümünde 2322 ADMI ölçüm değeri, RES metodu ile yapılan ölçümlerde 525 Nm kırmızı dalga boyu okumalarında değer okunmuştur. Çoklu dalga boyu okumasında numune absorbans yüksek olduğundan okumada değer alınamamıştır.

Tablo 8: Deneysel çalışma 1 nolu numune


NUMUNE NO:	1				
Görünen Renk:	Kırmızı				
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
456	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
465	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
720	ADMI	2322			
RES					
436(Sarı)	Abs	3,364	m ⁻¹	336,4	7
525(Kırmızı)	Abs	3,847	m ⁻¹	384,7	5
620(Mavi)	Abs	0,157	m ⁻¹	15,7	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		
456	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		
465	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

Lanaset Blue 2RA Organik Mavi toz tekstil iplik boyası 1000 mg/l, saf su ile mavi renkli su numunesi hazırlanmıştır. Tablo 9’ de görüldüğü gibi ölçümler yapılmıştır. Tek dalga boyu ile yapılan ölçümlerde 3153 Pt-Co(455 Nm), 3192 Pt-Co(456 Nm) ölçüm değerleri okunmuş olup, 465 Nm tekli dalga boyu okuma absorbans değeri yüksek olduğu için okuma yapılamamıştır. Hazırlanan numunenin rengi lacivert tonunda olup, ADMI metot ölçümünde 1880 ADMI ölçüm değeri okunmuştur. RES metodu ile yapılan ölçümlerde 436 Nm (Sarı) dalga boyunda okuma yapılabilmıştır. Ancak, 525 Nm(Kırmızı) ve 625 Nm(Mavi) dalga boyu okumaları numune renk yoğunluğundan dolayı okuma yapılamamıştır. Numunenin renk yoğunluğuna rağmen Pt-Co ölçümlerinde okuma yapılabilirken, RES ölçümlerinde değer okuması alınamamıştır. Çoklu dalga boyu okumasında numune

absorbans değerleri okunmuş kalibrasyon eğrisinde hesapladığımız y katsayısı (Şekil 3, 4, 5) ile çarpılarak değerler Pt-Co çevrilmiştir.

Tablo 9: Deneysel çalışma 4 nolu numune

NUMUNE NO:	4				
Görünen Renk:	Lacivert				
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	3153	Pt-Co		280
456	Pt-Co	3192●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
720	ADMI	1880			
RES					
436(Sarı)	Abs	2,037	m ⁻¹	203,7	7
525(Kırmızı)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		5
620(Mavi)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	2,037	Pt-Co	3164,28●	280
456	Abs	2,059	Pt-Co	3192,89●	280
465	Abs	2,377	Pt-Co	3815,09●	280


*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

LanasetYellow 4GN Organik Sarı toz tekstil iplik boyası 1000 mg/l, saf su ile sarı renkli su numunesi elde edilmiştir. Tablo 10' da görüldüğü gibi, tekli dalga boyu okumaları Pt-Co ölçümlerinde, numune yoğunluğu nedeni ile absorbans yüksek olduğu için değer okunmamıştır. ADMI metot ölçümünde 2509 ADMI ölçüm değeri okunmuştur. RES metodu ölçümünde, 525 Nm(Kırmızı) ve 620 Nm(Mavi) olarak ifade edilen dalga boylarında değer okuması yapılabilmüş, 436 Nm(Sarı) dalga

boyunda absorbans yüksekliğinden okuma yapılamamıştır. Çoklu dalga boyu renk değeri okuması absorbans yüksekliğinden yapılamamıştır.


Tablo 10: Deneysel çalışma 6 nolu numune

NUMUNE NO:	6				
Görünen Renk:	Sarı				
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
456	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
465	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
720	ADMI	2509			
RES					
436(Sarı)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		7
525(Kırmızı)	Abs	0,302	m ⁻¹	30,2	5
620(Mavi)	Abs	0,138	m ⁻¹	13,8	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		
456	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		
465	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

LanasetYellow 4GN Organik Sarı (500 mg/l) ve Lanazol REDC Organik Kırmızı(500 mg/l)toz tekstil iplik boyaları karışımı ile yeşil renkli numune hazırlanmıştır. Tablo 11’ da görüldüğü gibi ölçümler yapılmıştır. Tekli dalga boylarında yapılan Pt-Co ölçümlerinde absorbans yüksek olduğu için cihaz değer okumamıştır. ADMI metot ölçümünde 1867 ADMI ölçüm değeri okunmuştur. RES metodu ve çoklu dalga boyu okumasında ölçümlerinde de absorbans yüksekliğinden dolayı değer okuması yapılamamıştır.

Tablo 11: Deneysel çalışma 8 nolu numune


NUMUNE NO:	8				
Görünen Renk:	Koyu Yeşil				
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
456	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
465	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
720	ADMI	1867			
RES					
436(Sarı)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		7
525(Kırmızı)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		5
620(Mavi)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		
456	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		
465	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

İşletmeden alınan tekstil iplik boyama proses atıksuyu numunesinde, görünen renk(Tablo12) ve gerçek renk(Tablo 13) ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde filtrelenmiş numunede gerçek renk değerlerinde, numune içerisinde bulunan AKM miktarının renk değerlerini etkilediği görülmektedir. Ayrıca tüm okunan değerler standartların üstünde değerlerdir. Tek dalga boyu ile yapılan Pt-Co okumalarda gerçek renk ölçümlerinde(filtrelenmiş numune) değerlerin %30 oranında AKM' den etkilendiği görülmüştür. Aynı etki diğer metot okumalarında da görülmektedir. ADMI metot okumasında değer 461 ADMI olduğu, RES metodunda 436 Nm(Sarı) ve 525Nm(kırmızı) dalga boyu okuma değerleri birbirine yakınlık göstermesi numunede sarı ve kırmızı renk yoğunluğunu ifade ederken, 620 Nm(Mavi) okumasının onlarda düşük olması bir miktarda mavi rengin varlığını ifade

etmektedir. Çoklu dalga boyu okumalarında ise değerlerin birbirine uyumlu olduğu görülmektedir.


Tablo 12: Deneysel çalışma 9 nolu numune

NUMUNE NO:	9				
Görünen Renk:	Pembemsi				
Tekstil İplik Boyama Proses Suyu					
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denkleml.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	995	Pt-Co		280
456	Pt-Co	1007●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	1020	Pt-Co		280
720	ADMI	699			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,662	m^{-1}	66,2	7
525(Kırmızı)	Abs	0,62	m^{-1}	62	5
620(Mavi)	Abs	0,372	m^{-1}	37,2	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,645	Pt-Co	1001,94●	280
456	Abs	0,65	Pt-Co	1007,96●	280
465	Abs	0,642	Pt-Co	1030,99●	280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Tablo 13: Deneysel çalışma 9 nolu numune(filtrelenmiş)

NUMUNE NO:	9				
Gerçek Renk♦					
Tekstil İplik Boyama Proses Suyu					
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denkleml Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	640	Pt-Co		280
456	Pt-Co	643●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	661	Pt-Co		280
720	ADMI	461			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,418	m ⁻¹	41,8	7
525(Kırmızı)	Abs	0,417	m ⁻¹	41,7	5
620(Mavi)	Abs	0,206	m ⁻¹	20,6	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,415	Pt-Co	644,661●	280
456	Abs	0,415	Pt-Co	643,541●	280
465	Abs	0,417	Pt-Co	669,66●	280

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.


♦Filtreleme işlemi yapılmıştır.

İşletmeden alınan tekstil iplik boyama proses atıksuyu numunesinde, görünen renk(Tablo14) ve gerçek renk(Tablo 15) ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde filtrelenmiş numunede gerçek renk değerlerinde, numune içerisinde bulunan AKM miktarının renk değerlerini %50 oranında etkilediği görülmüştür. Bu numuneden AKM oranın 9 nolu numuneden daha fazla olduğu görülmüştür. Her iki numunede tekstil işletmesinden kaynaklı olup, farklılık gösterebileceği görülmüştür.

Okunan değerlerde, tek dalga boyu Pt-Co ölçüm sonuçlarının standartı sağladığı, ADMI metot okuma değerinin 197 ADMI olduğu görülmüş olup, ADMI metoda ait bir standart bilinmediğinden karşılaştırma yapılamamıştır. RES metodu

ile yapılan ölçüm değerlerinde ise Avrupa Normlarında(Tablo 4) verilen standart değerlerin aşıldığı görülmüştür. Mavimsi bir renge sahip olan atıksu numunesi Pt-Co ölçümlerinde standart değerleri(Tablo 3) sağlarken, RES metot ölçümlerinde standartların(Tablo 4) üstünde değerler okuduğu görülmüştür. Çoklu dalga boyu okumalarında ise değerlerin yine Pt-Co birim olarak değerlendirildiğinde standartları sağladığı görülmektedir.


Tablo 14: Deneysel çalışma 10 nolu numune

NUMUNE NO:	10				
Görünen Renk:	Mavimsi				
Tekstil İplik Boyama Proses Suyu					
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklemler Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	536	Pt-Co		280
456	Pt-Co	533●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	536	Pt-Co		280
720	ADMI	352			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,367	m ⁻¹	36,7	7
525(Kırmızı)	Abs	0,307	m ⁻¹	30,7	5
620(Mavi)	Abs	0,278	m ⁻¹	27,8	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,45	Pt-Co	535,92●	280
456	Abs	0,44	Pt-Co	533,44●	280
465	Abs	0,336	Pt-Co	539,58●	280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Tablo 15: Deneysel çalışma 10 nolu numune(filtrelenmiş)

NUMUNE NO:	10				
Gerçek Renk♦					
Tekstil İplik Boyama Proses Suyu					
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklemler.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	272	Pt-Co		280
456	Pt-Co	271●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	273	Pt-Co		280
720	ADMI	197			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,187	m ⁻¹	18,7	7
525(Kırmızı)	Abs	0,168	m ⁻¹	16,8	5
620(Mavi)	Abs	0,166	m ⁻¹	16,6	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,175	Pt-Co	271,9●	280
456	Abs	0,175	Pt-Co	271,37●	280
465	Abs	0,172	Pt-Co	276,21●	280


*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

♦Filtreleme işlemi yapılmıştır.

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.


İşletmeden alınan polimer üretimi sonucu oluşan proses atıksuyu numunesinde, görünen renk(Tablo 16) ve gerçek renk(Tablo 17) ölçümleri yapılmış, ancak atıksu yoğunluğu filtreleme ile de giderilememiş, absorbanı yüksek olması nedeni ile değerler okunamamıştır. ADMI metot ölçümünde görünen renk(Tablo 16) ve gerçek renk(Tablo 17) ölçümlerinde, AKM gideriminin(filtrelemenin) ölçüm sonuçlarında bir değişkenliğe neden olmadığı görülmüştür. Ayrıca tüm metotlar da okuma değerleri alınmazken, ADMI ölçümünde değer okunmuştur.

Tablo 16: Deneysel çalışma 11 nolu numune

NUMUNE NO:	11				
Görünen Renk:	Beyaz				
Polimer Üretimi Proses Suyu					
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklemler Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
456	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
465	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
720	ADMI	1866			
RES					
436(Sarı)	Abs	3,5!<Absorbans	m^{-1}		7
525(Kırmızı)	Abs	3,5!<Absorbans	m^{-1}		5
620(Mavi)	Abs	3,5!<Absorbans	m^{-1}		3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
456	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
465	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

Tablo 17: Deneysel çalışma 11 nolu numune(filtrelenmiş)

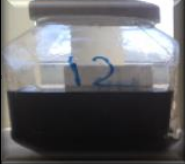
NUMUNE NO:	11				
Gerçek Renk♦					
Polimer Üretimi Proses Suyu					
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denkleml.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
456	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
465	Pt-Co	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
720	ADMI	1865			
RES					
436(Sarı)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		7
525(Kırmızı)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		5
620(Mavi)	Abs	3,5!<Absorbans	m ⁻¹		3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
456	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280
465	Abs	3,5!<Absorbans	Pt-Co		280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

Sanayi işletmelerinden ve konut kullanımından kaynaklı, arıtma tesisi girişinden alınan evsel ve endüstriyel atıksu numunesinde, görünen renk(Tablo 18) ve gerçek renk(Tablo 19) ölçümleri yapılmıştır. Filtrelenmiş atıksu numunesinde AKM miktarına bağlı olarak değerlerin %5 oranında düştüğü görülmüştür. Arıtma tesisine giriş suyu olduğundan değerler çok yüksek olup, standart değerlerin üstünde olduğu görülmüştür. Belirlenen standart(Tablo 3 ve Tablo 4) değerler alıcı ortam deşarj standartı olduğundan standart değerlendirmesi yapılmamıştır. Tekli dalga boyu okumaları ile ADMI metot okuma değerleri karşılaştırıldığında, ADMI değerinin yaklaşık % 50 oranında düşük değerde olduğu görülmüştür. RES ölçümlerinde 436 Nm(Sarı) ve 525 Nm(Kırmızı) dalga boyu okuma değerlerinin birbirine yakınlığının

yanı sıra, atıksuda 620 Nm(Mavi) dalga boyu renk okuması, atıksu da sarı, kırmızı ve mavi renklerin dağılımının olduğunu göstermektedir.


Tablo 18: Deneysel çalışma 12 nolu numune

NUMUNE NO:	12				
Görünen Renk:	Bordo Siyah				
Evsel ve Endüstriyel Atıksu					
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denkleml Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	2711	Pt-Co		280
456	Pt-Co	2608●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	2627	Pt-Co		280
720	ADMI	1363			
RES					
436(Sarı)	Abs	1,772	m^{-1}	177,2	7
525(Kırmızı)	Abs	1,525	m^{-1}	152,5	5
620(Mavi)	Abs	1,12	m^{-1}	112	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	1,685	Pt-Co	2617,5●	280
456	Abs	1,682	Pt-Co	2608,3●	280
465	Abs	1,643	Pt-Co	2638,5●	280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır

Tablo 19: Deneysel çalışma 12 nolu numune(filtrelenmiş)

NUMUNE NO:	12				
Gerçek Renk♦					
Evsel ve Endüstriyel Atıksu					
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre	Ölçüm	Denkleml.1	Kabul Edilir
		Ölçüm Değeri	Birimi	Ölçüm Değeri	Standart Değerler*
455	Pt-Co	2588	Pt-Co		280
456	Pt-Co	2558●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	2570	Pt-Co		280
720	ADMI	1342			
RES					
436(Sarı)	Abs	1,779	m ⁻¹	177,9	7
525(Kırmızı)	Abs	1,518	m ⁻¹	151,8	5
620(Mavi)	Abs	1,116	m ⁻¹	111,6	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	1,656	Pt-Co	2572,4●	280
456	Abs	1,65	Pt-Co	2558,7●	280
465	Abs	1,607	Pt-Co	2580,7●	280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.


♦Filtreleme işlemi yapılmıştır.

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuyun arıtma tesisinde işlem görmesi sonrası, alıcı ortama bırakılan su numunesinde, görünen renk(Tablo 20) ve gerçek renk(Tablo 21) ölçümleri yapılmıştır. Daha önceki değerlendirdiğimiz numunelerden farkı, bu numunede sağlanması gereken SKKY standartları(Tablo 2)' dir. Renk parametresinin ölçüm metot ve değerlerinin karşılaştırılması bu numunede önem kazanmaktadır. AKM (filtrelenmiş) giderimi yapılmış numunede, filtreleme sonrası gerçek renk okuma değerlerinde %60 oranında düşüş görülmüştür. Tekli dalga boyu ölçümlerinde Pt-Co olarak değerler, standartları(Tablo 3) sağlarken, RES metoduna

bakıldığında Avrupa normlarında(Tablo 4), 436 Nm(Sarı) ve 525 Nm(Kırmızı) dalga boylarındaki okuma değerlerinin standartları sağlamadığı görülmektedir. Çoklu dalga boyu okumasında numune absorbans değerleri okunmuş, kalibrasyon eğrisinde hesaplanan y katsayısı (Şekil 3, 4 ve 5) ile çarpılarak değerler Pt-Co çevrilmiştir.


Tablo 20: Deneysel çalışma 13 nolu numune

NUMUNE NO:	13				
Görünen Renk:	Pembemsi				
Eysel ve Endüstriyel Atıksu Arıtılması Sonrası Atıksu Alıcı Ortam Deşarj Numunesi					
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denkleml Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	284	Pt-Co		280
456	Pt-Co	269●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	259	Pt-Co		280
720	ADMI	174			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,196	m^{-1}	19,6	7
525(Kırmızı)	Abs	0,137	m^{-1}	13,7	5
620(Mavi)	Abs	0,089	m^{-1}	8,9	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,174	Pt-Co	270,29●	280
456	Abs	0,174	Pt-Co	269,82●	280
465	Abs	0,16	Pt-Co	256,94●	280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Tablo 21: Deneysel çalışma 13 nolu numune(filtrelenmiş)

NUMUNE NO:	13				
Gerçek Renk♦					
Evsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtılması Sonrası Atıksu Alıcı Ortam Deşarj Numunesi					
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	115	Pt-Co		280
456	Pt-Co	113●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	107	Pt-Co		280
720	ADMI	79			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,089	m ⁻¹	8,9	7
525(Kırmızı)	Abs	0,055	m ⁻¹	5,5	5
620(Mavi)	Abs	0,026	m ⁻¹	2,6	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,074	Pt-Co	114,95●	280
456	Abs	0,073	Pt-Co	113,2●	280
465	Abs	0,067	Pt-Co	107,6●	280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

♦Filtreleme işlemi yapılmıştır.

●Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

4.1.3 Ölçüm Sonuçları Karşılaştırma Tablosu

Yapılan ölçüm sonuçları karşılaştırılmak amaçlı görünen renk sonuçları Tablo 22’ de, gerçek renk sonuçları Tablo 23’ de ve gerçek renk sonuçları standartlarla (Tablo 3 ve Tablo 4) karşılaştırılması Tablo 24 ‘ de düzenlenmiştir.

Tablo 22: Görünen renk ölçüm sonuçları

NUMUNE NO:		1	4	6	8	9	10	11	12	13
Görünen Renk:		Kırmızı	Lacivert	Sarı	Koyu Yeşil	Pembemsi	Mavimsi	Beyaz	Bordo Siyah	Pembemsi
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri
455	Pt-Co	3,5!<Absorbans	3153	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	995	536	3,5!<Absorbans	2711	284
456	Pt-Co	3,5!<Absorbans	3192●	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	1007●	533●	3,5!<Absorbans	2608●	269●
465	Pt-Co	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	1020	536	3,5!<Absorbans	2627	259
720	ADMI	2322	1880	2509	1867	699	352	1866	1363	174
RES										
436(Sarı)	Abs	3,364	2,037	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	0,662	0,367	3,5!<Absorbans	1,772	0,196
525(Kırmızı)	Abs	3,847	3,5!<Absorbans	0,302	3,5!<Absorbans	0,62	0,307	3,5!<Absorbans	1,525	0,137
620(Mavi)	Abs	0,157	3,5!<Absorbans	0,138	3,5!<Absorbans	0,372	0,278	3,5!<Absorbans	1,12	0,089
Çoklu Dalga Boyu Okuması										
455	Abs	3,5!<Absorbans	2,037	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	0,645	0,45	3,5!<Absorbans	1,685	0,174
456	Abs	3,5!<Absorbans	2,059	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	0,65	0,44	3,5!<Absorbans	1,682	0,174
465	Abs	3,5!<Absorbans	2,377	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	0,642	0,336	3,5!<Absorbans	1,643	0,16

●Grafik 3, Grafik 4 ve Grafik 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Tablo 23: Gerçek renk ölçüm sonuçları

NUMUNE NO:		1	4	6	8	9	10	11	12	13
GERÇEK RENK		Kırmızı*	Lacivert*	Sarı*	Koyu Yeşil*	Pembemsi	Mavimsi	Beyaz	Bordo Siyah	Pembemsi
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Spektrofotometre Ölçüm Değeri
455	Pt-Co	3,5!<Absorbans	3153	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	640	272	3,5!<Absorbans	2588	115
456	Pt-Co	3,5!<Absorbans	3192●	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	643●	271●	3,5!<Absorbans	2558●	113●
465	Pt-Co	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	661	273	3,5!<Absorbans	2570	107
720	ADMI	2322	1880	2509	1867	461	197	1865	1342	79
RES										
436(Sarı)	Abs	3,5!<Absorbans	2,037	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	0,418	0,187	3,5!<Absorbans	1,779	0,089
525(Kırmızı)	Abs	3,364	3,5!<Absorbans	0,302	3,5!<Absorbans	0,417	0,168	3,5!<Absorbans	1,518	0,055
620(Mavi)	Abs	0,157	3,5!<Absorbans	0,138	3,5!<Absorbans	0,206	0,166	3,5!<Absorbans	1,116	0,026
Çoklu Dalga Boyu Okuması										
455	Abs	3,5!<Absorbans	2,037	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	0,415	0,175	3,5!<Absorbans	1,656	0,074
456	Abs	3,5!<Absorbans	2,059	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	0,415	0,175	3,5!<Absorbans	1,65	0,073
465	Abs	3,5!<Absorbans	2,377	3,5!<Absorbans	3,5!<Absorbans	0,417	0,172	3,5!<Absorbans	1,607	0,067

*İşaretili numuneler laboratuvar ortamında hazırlandığından AKM, içermediğinden görünen renk ve gerçek renk okumalarında farklılık oluşmadığından, görünen renk, gerçek renk olarak kabul edilmiştir.

●Grafik 3, Grafik 4 ve Grafik 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Tablo 24: Gerçek renk ölçüm sonuçları standartlarla karşılaştırılması

NUMUNE NO:		1	4	6	8	9	10	11	12	13	
GERÇEK RENK		Kırmızı [†]	Lacivert [†]	Sarı [†]	Koyu Yeşil [†]	Pembemsi	Mavimsi	Beyaz	Bordo Siyah	Pembemsi	
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm	Spektrofotometre	Spektrofotometre	Spektrofotometre	Spektrofotometre	Spektrofotometre	Spektrofotometre	Spektrofotometre	Spektrofotometre	Spektrofotometre	Kabul Edilir
	Birimi	Ölçüm Değeri	Ölçüm Değeri	Ölçüm Değeri	Ölçüm Değeri	Ölçüm Değeri	Ölçüm Değeri	Ölçüm Değeri	Ölçüm Değeri	Ölçüm Değeri	Standart Değerler*
455	Pt-Co		3153			640	272		2588	115	280
456	Pt-Co		3192●			643●	271●		2558●	113●	280
465	Pt-Co					661	273		2570	107	280
720	ADMI	2322	1880	2509	1867	461	197	1865	1342	79	
RES											
436(Sarı)	m ⁻¹		203,7			41,8	18,7		177,9	8,9	7
525(Kırmızı)	m ⁻¹	336,4		30,2		41,7	16,8		151,8	5,5	5
620(Mavi)	m ⁻¹	15,7		13,8		20,6	16,6		111,6	2,6	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması											
455	Pt-Co		3164,28●			644,661●	271,9●		2572,4●	114,95●	280
456	Pt-Co		3192,89●			643,541●	271,37●		2558,7●	113,2●	280
465	Pt-Co		3815,09●			669,66●	276,21●		2580,7●	107,6●	280

[†]İşaretili numuneler laboratuvar ortamında hazırlandığından AKM, içermediğinden görünen renk ve gerçek renk okumalarında farklılık oluşmadığından, görünen renk, gerçek renk olarak kabul edilmiştir.

*Tablo 2 ve Tablo 3 baz alınmıştır.

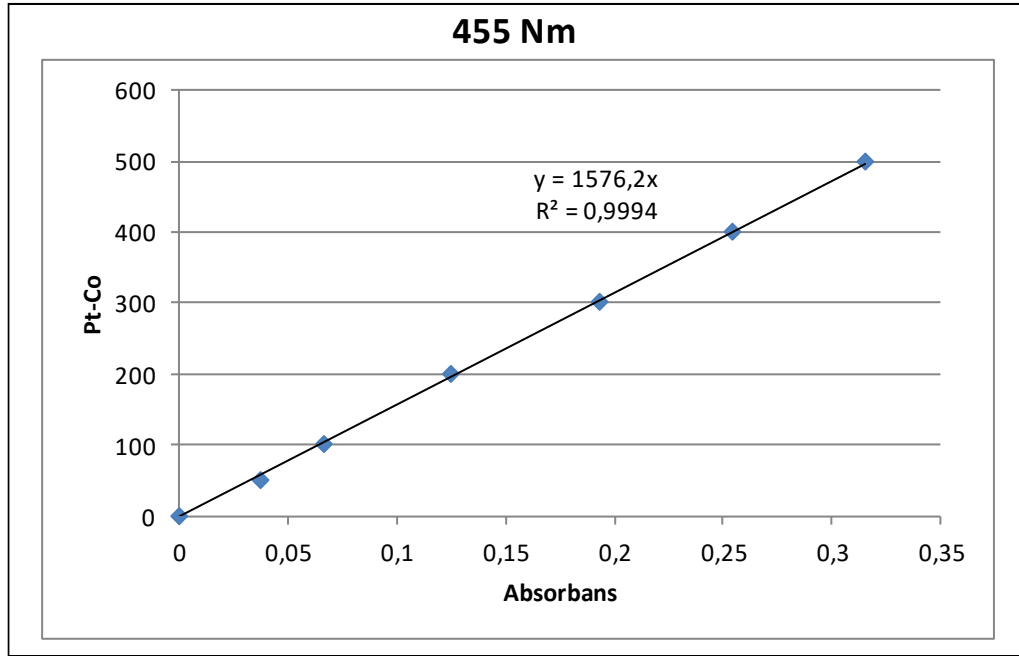
●Grafik 3, Grafik 4 ve Grafik 5 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

4.2 Çoklu Dalga boyu(Kalibrasyon Eğrisi) ve RES Metot Eğrisi ve Denklemi

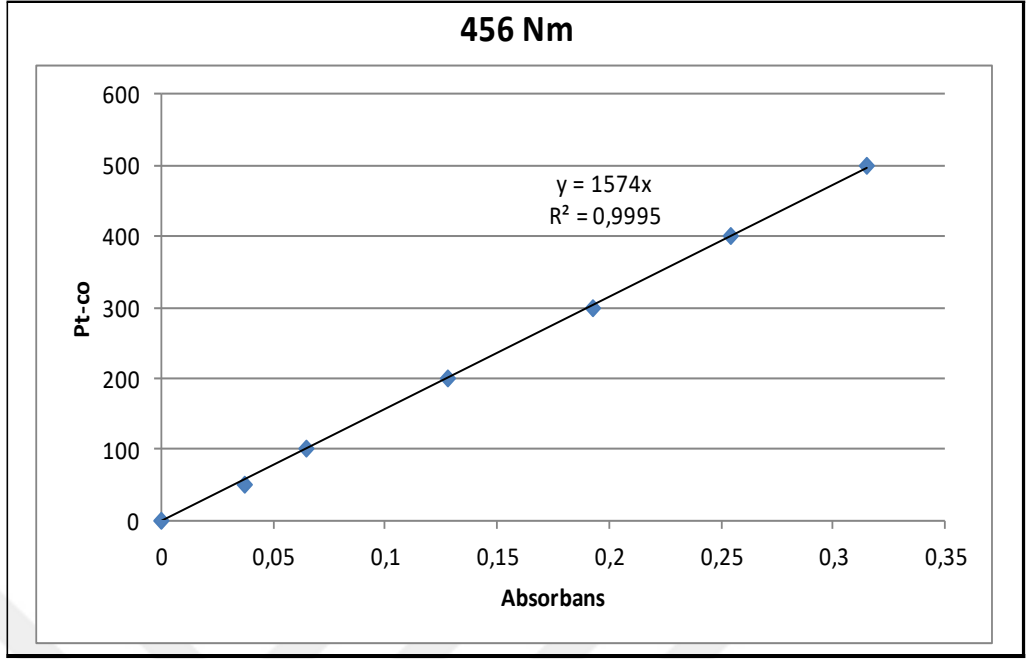
Hazır 500 Pt-Co renk birimine sahip çözelti, saf su ile seyreltmelerle hazırlanmış (Tablo 25), çoklu dalga boyunda (455-456-465 Nm) absorbans ölçümleri(Tablo 25) ve aynı çözeltide RES (436-525-620 Nm) dalga boyu okumaları(Tablo 26) yapılmıştır. Absorbans eğrisi ve denklemi oluşturulmuştur.

Tablo 25: Çoklu dalga boyu ölçümleri

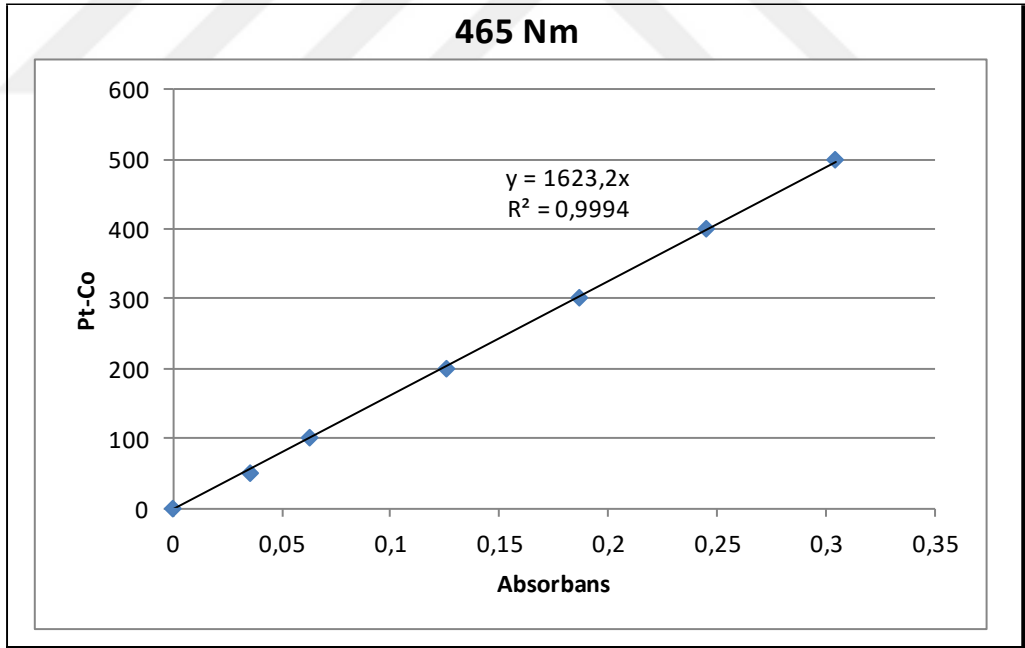
Pt-Co	Abs (455 Nm)	Abs (456 Nm)	Abs (465 Nm)
500	0,315	0,315	0,305
400	0,254	0,254	0,246
300	0,193	0,193	0,187
200	0,125	0,128	0,126
100	0,066	0,065	0,063
50	0,037	0,037	0,036
0	0	0	0



Şekil 6: 455 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



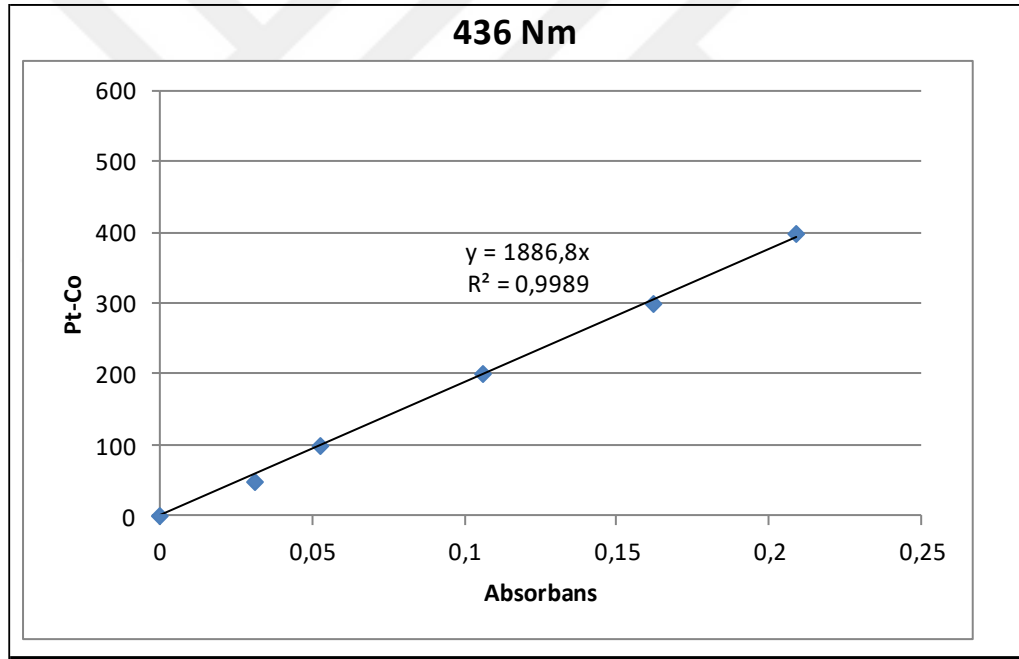
Şekil 7 : 456 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemleri (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



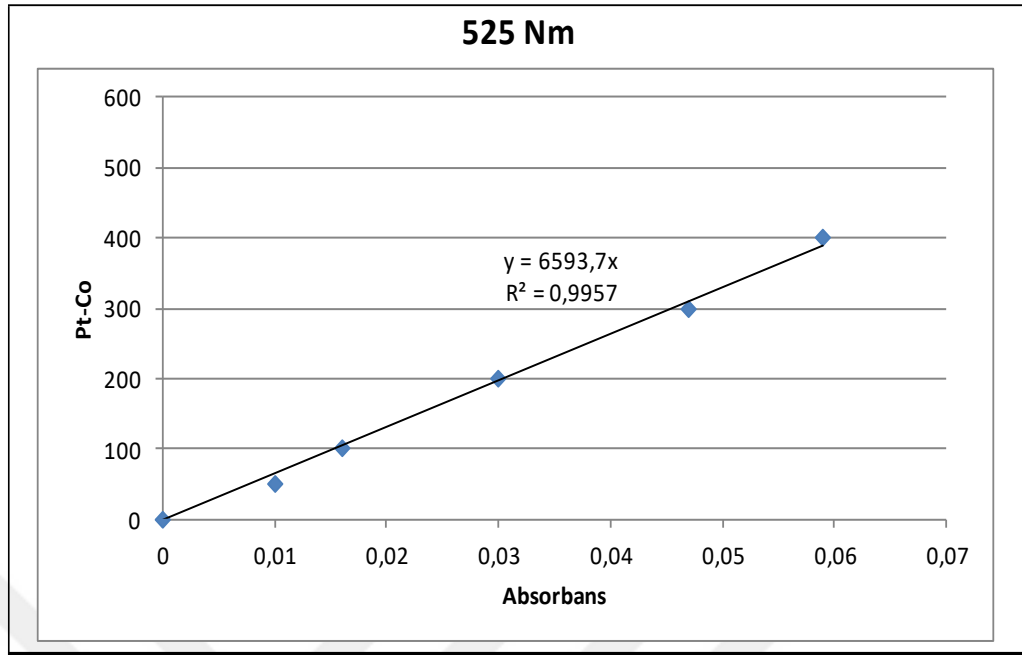
Şekil 8 : 465 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemleri (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Tablo 26: RES metot ölçümleri

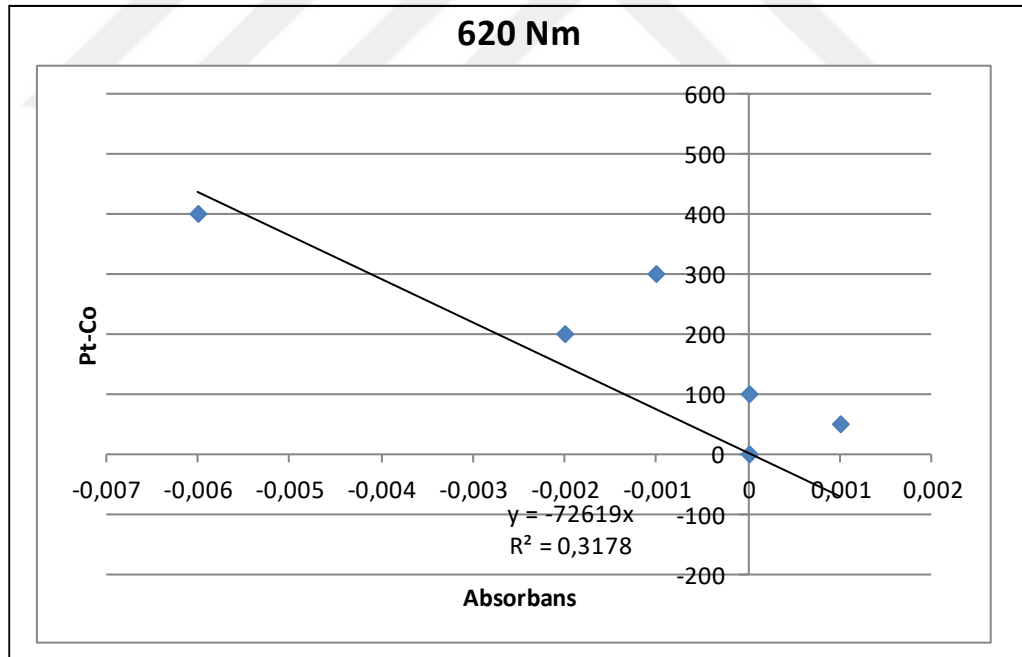
Pt-Co	Abs (436 Nm)	Abs (525 Nm)	Abs (620 Nm)
400	0,209	0,059	-0,006
300	0,162	0,047	-0,001
200	0,106	0,030	-0,002
100	0,053	0,016	0
50	0,031	0,010	0,001
0	0	0	0



Şekil 9: RES, 436Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



Şekil 10: RES, 525nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



Şekil 11:RES, 620 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

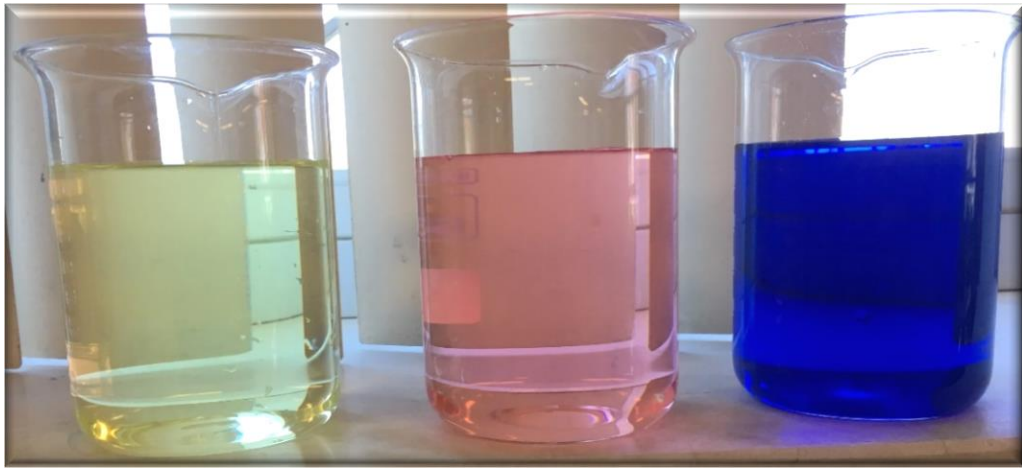
Oluşturulan standartlar, 400-700 Nm dalga boyları arasında çalışan spektrofotometrede, hazır standart çözeltilerde (500 Pt-Co), 455 Nm, 456 Nm, 465 Nm dalga boylarında ve RES 436 Nm, 525 Nm ve 620 Nm dalga boylarında değerleri

okunmuştur. Belirli renk değerlerine karşılık gelen absorbans değerleri ile eğrileri çizilerek ve denklemi oluşturulmuştur. Tablo 25 ve Tablo 26’de standartlar için yapılan absorbans ölçümleri verilmiştir. Bu ölçümler neticelerinde oluşturulan eğrisi ve denklemi Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11 da sunulmuştur.

Renk değeri bilinen 500 Pt-Co sarı renk standart çözelti üzerinden yapılan ölçümlerde, çözelti rengi olan sarı rengi ifade etmekte olan 436 Nm dalga boyu okumasının, 525 Nm ve 620 Nm dalga boyu okumalarından yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, mavi rengi ifade etmekte olan 620 Nm dalga boyu ölçümlerinde değerlerin seyreltmelerde sıfır değerlerin altına düştüğü Şekil 11 ‘ de görülmektedir.

4.3 Renkli Sularda Absorbans Eğrisi ve Denklemi

Laboratuvar ortamında, elimizde mevcut toz tekstil iplik boyaları(mavi, kırmızı ve sarı) ile 500 Pt-Co değerlerinde çözeltiler hazırlanmıştır(Resim 9). Hazırlanan çözeltiler 455 Nm, 456 Nm, 465 Nm dalga boylarında ve RES 436 Nm, 525 Nm ve 620 Nm dalga boylarında absorbans değerleri okunmuştur. Absorbans eğrileri çizilerek ve denklemi oluşturulmuştur. Deneysel çalışma verileri Tablo 27’ de verilmiştir.



Resim 9: 500 Pt-Co hazırlanmış çözeltiler(sarı-mavi-kırmızı)

Tablo 27: Deneysel çalışma-2

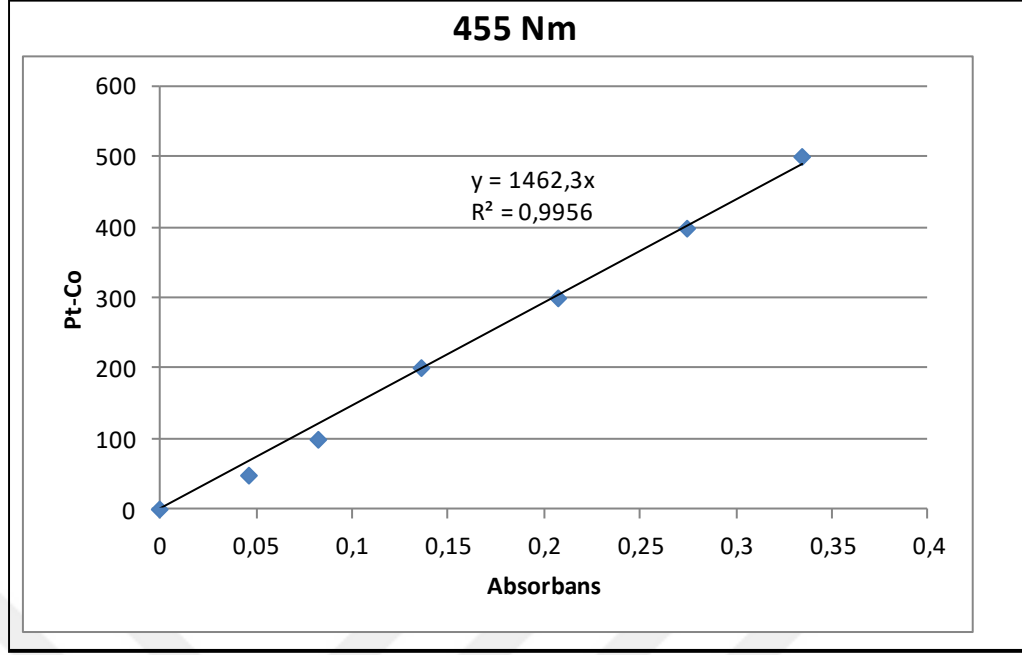
NUMUNE NO	Tablo	BOYALAR VE PROSESLER	KONSANTRASYON(mg/l)	GÖRÜNEN RENK
DENEYSEL ÇALIŞMA-2				
	28-29-30	Lanaset Blue 2RA Organik Mavi	224,2	Mavi
	31-32-33	Lanaset RED 2B Kimyasal Kırmızı	34	Kırmızı
	34-35-36	Lanaset Yellow 4GN Organik Sarı	11,6	Sarı

4.3.1 Mavi Renk Suda Absorbans Eğrisi ve Denklemi

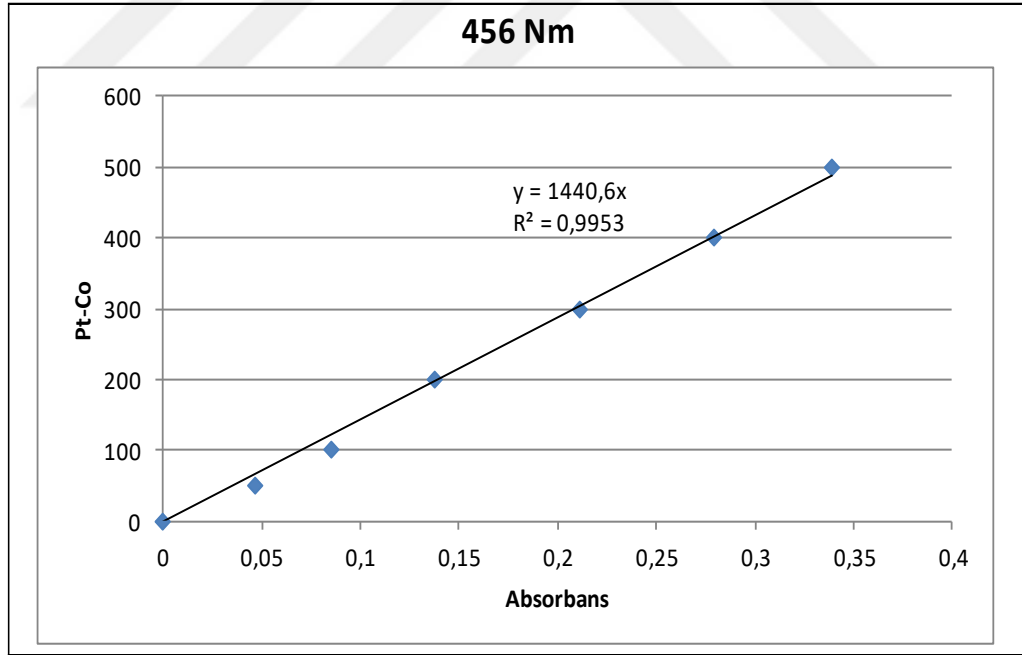
Laboratuvar ortamında, Lanaset Blue 2RA Organik Mavi toz tekstil iplik boyası ile 224,2 mg/l mavi renkli 500 Pt-Co çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti ile çoklu dalga boyu (Tablo 28), RES dalga boyu (Tablo 29) ve ADMI (Tablo 30) absorbans okumaları yapılarak absorbans eğri ve denklemi oluşturulmuştur.

Tablo 28: Çoklu dalga boyu (mavi) absorbans değerleri

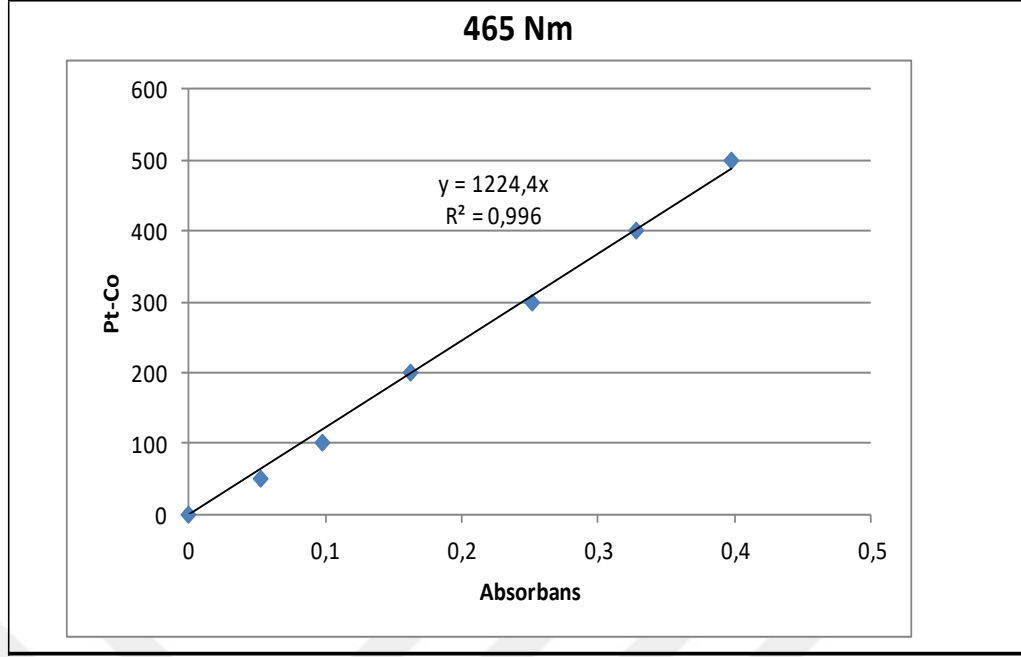
Pt-Co	Abs (455 Nm)	Abs (456 Nm)	Abs (465 Nm)
500	0,334	0,339	0,398
400	0,275	0,279	0,328
300	0,208	0,211	0,251
200	0,136	0,138	0,163
100	0,083	0,085	0,098
50	0,046	0,047	0,053
0	0	0	0



Şekil 12: 455 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(mavi)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



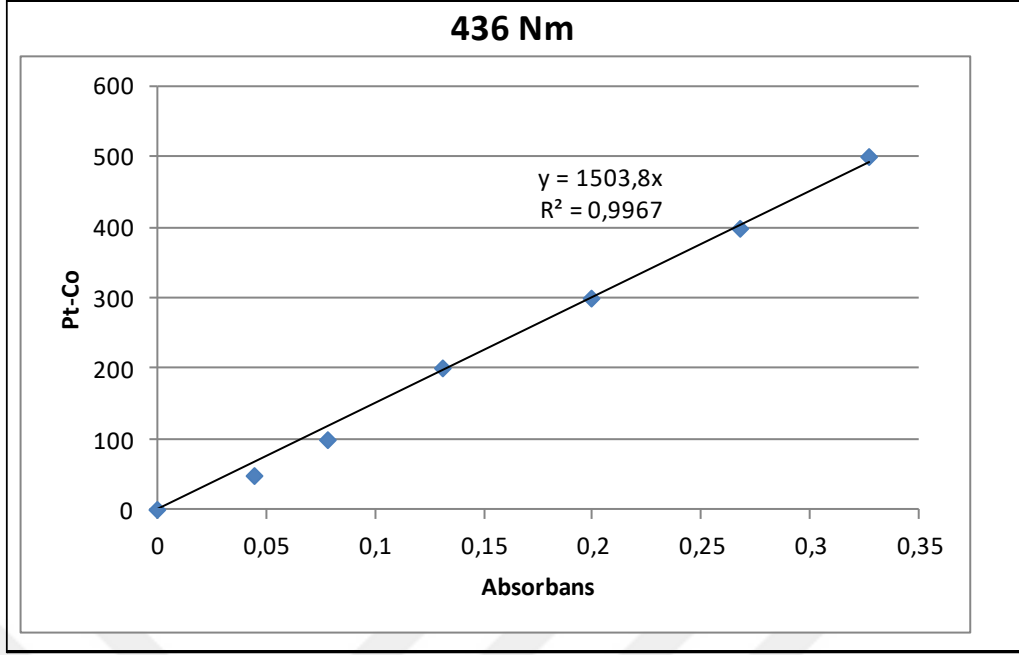
Şekil 13: 456 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(mavi)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



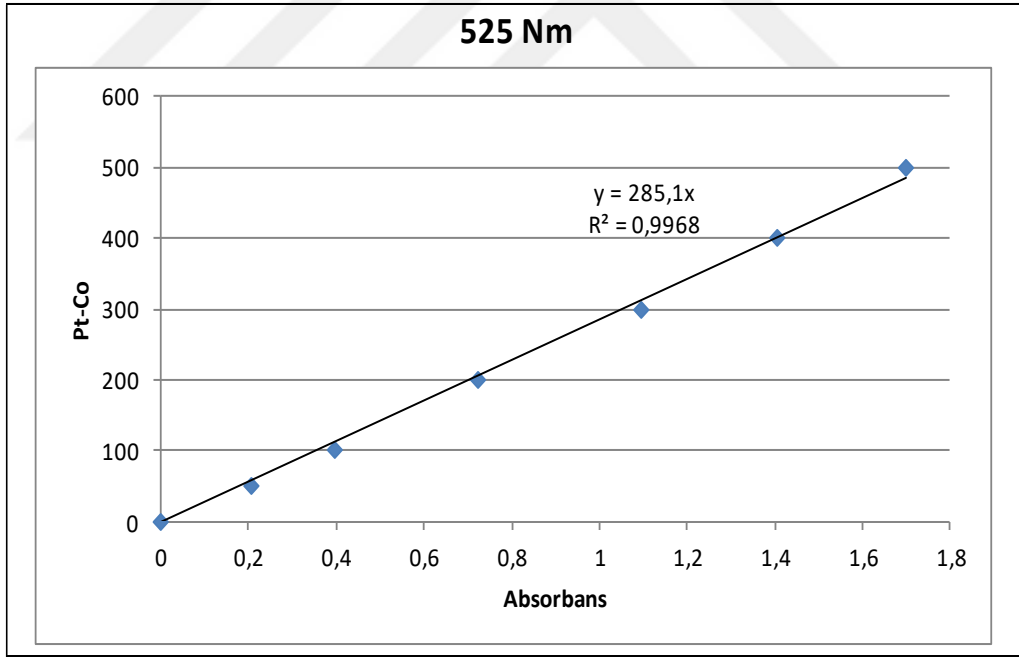
Şekil 14: 465 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(mavi)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Tablo 29: RES metot (mavi) absorbans ölçüm değerleri

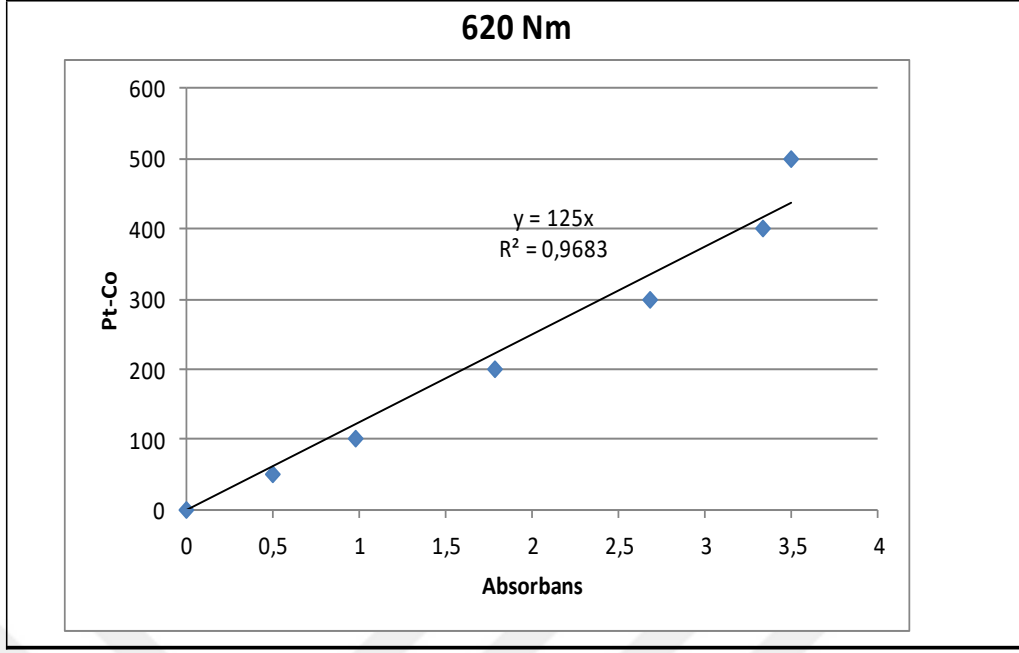
Pt-Co	Abs (436 Nm)	Abs (525 Nm)	Abs (620 Nm)
500	0,327	1,701	3,5
400	0,268	1,405	3,328
300	0,2	1,095	2,685
200	0,131	0,722	1,787
100	0,078	0,398	0,976
50	0,045	0,207	0,503
0	0	0	0



Şekil 15: RES, 436 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(mavi)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



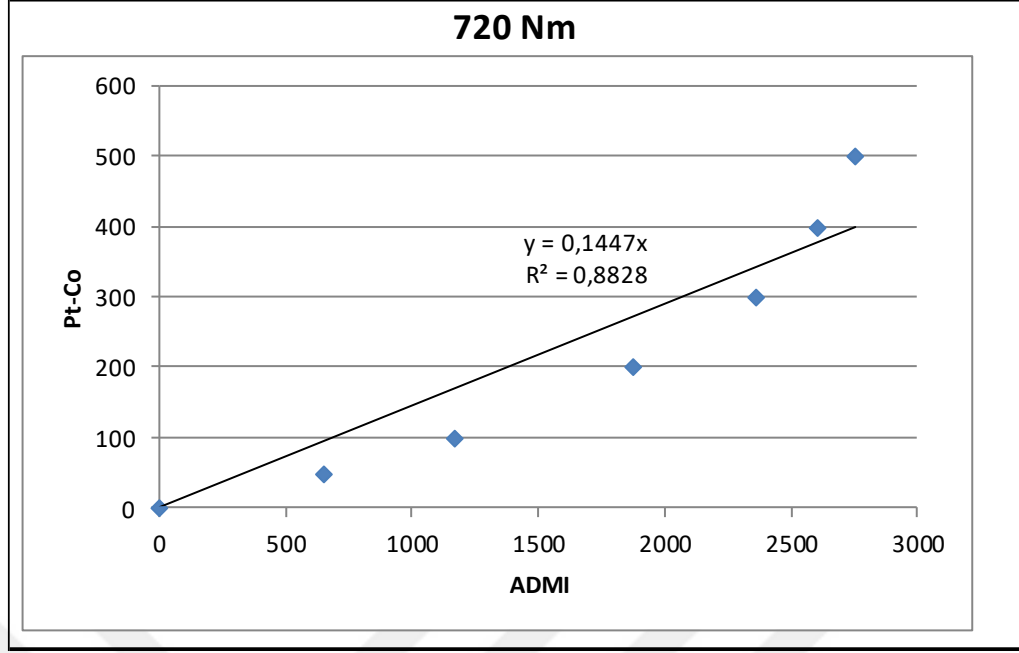
Şekil 16: RES, 525 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(mavi)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



Şekil 17: RES, 620 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(mavi) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Tablo 30: ADMI (mavi) absorbans ölçüm değerleri

Pt-Co	Abs (720 Nm)
500	2752
400	2602
300	2358
200	1878
100	1172
50	649
0	0



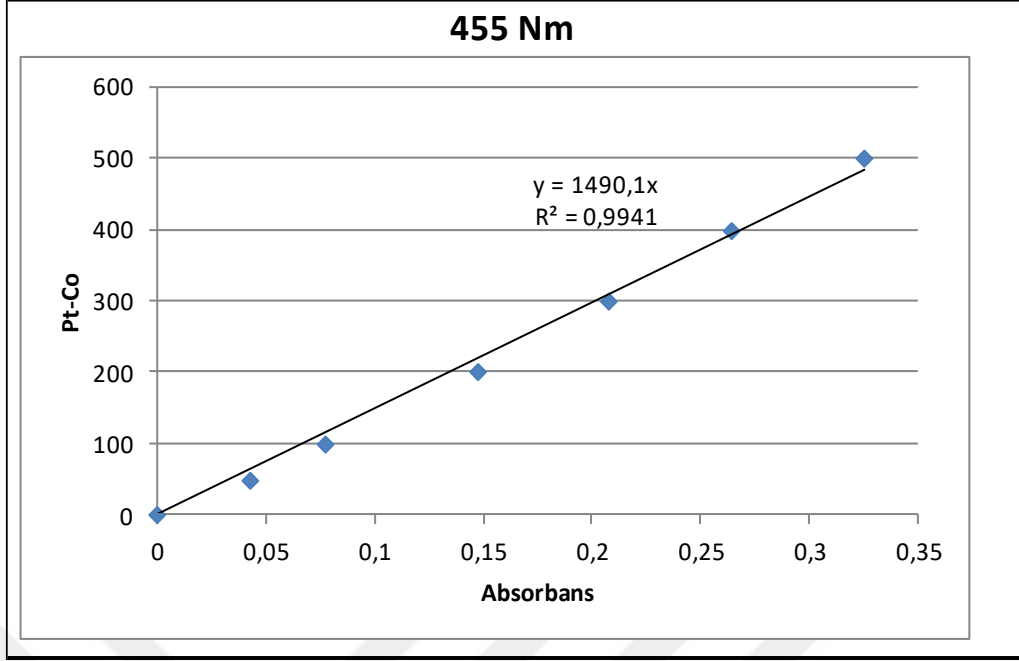
Şekil 18: ADMI, 720 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(mavi) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

4.3.2 Kırmızı Renk Suda Absorbans Eğrisi ve Denklemi

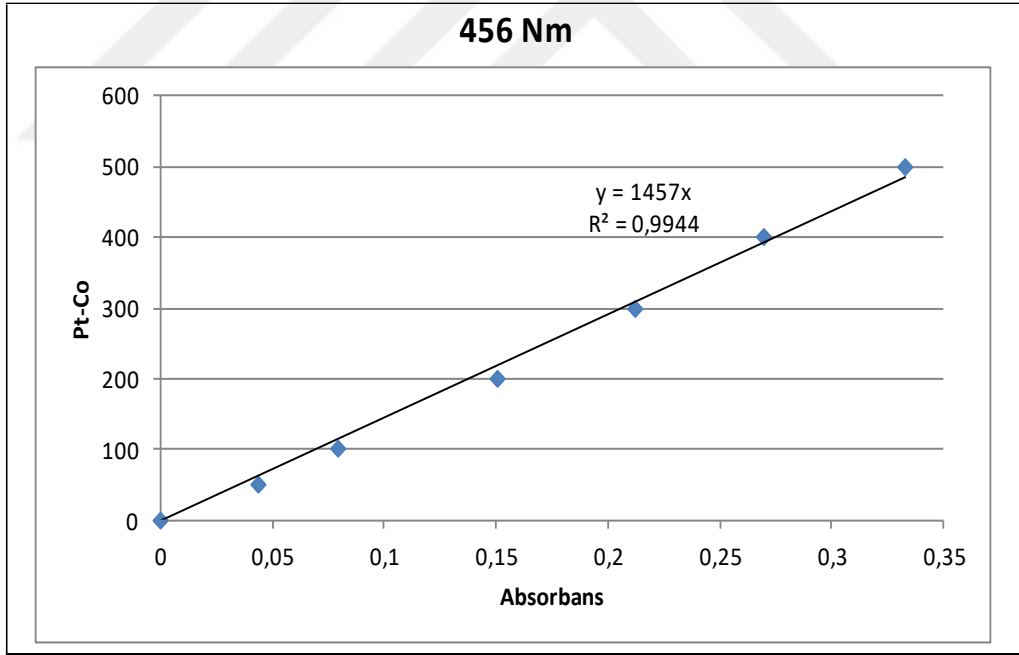
Laboratuvar ortamında, Lanaset RED 2B Kimyasal Kırmızı toz tekstil iplik boyası ile 34 mg/l kırmızı renkli 500 Pt-Co çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti ile çoklu dalga boyu(Tablo 31), RES dalga boyu (Tablo 32) ve ADMI(Tablo 33) absorbans okumaları yapılarak absorbans eğri ve denklemi oluşturulmuştur.

Tablo 31: Çoklu dalga boyu (kırmızı) absorbans değerleri

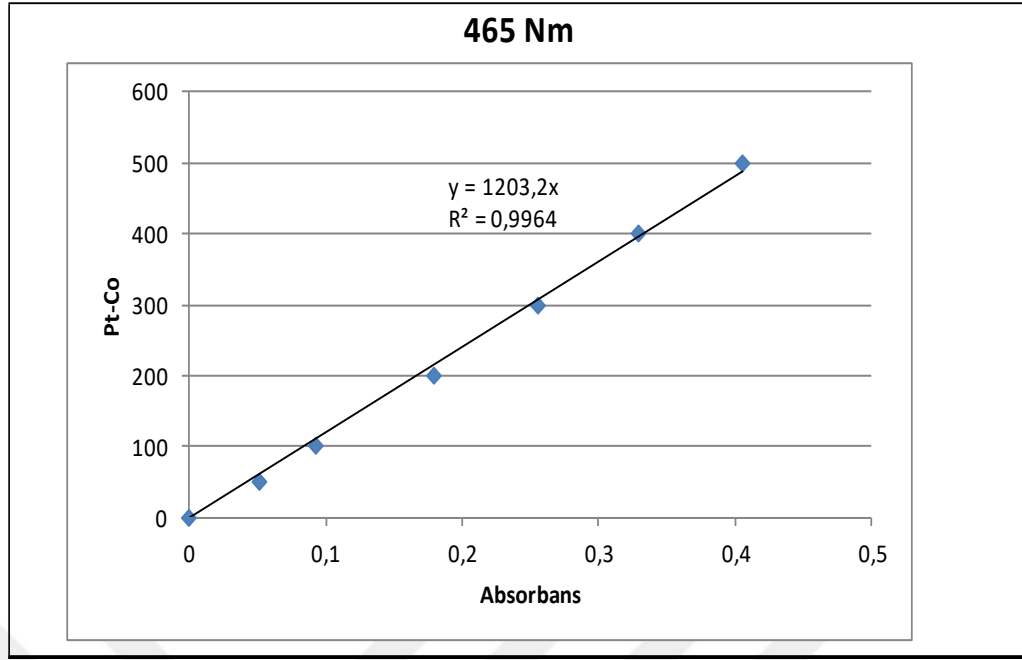
Pt-Co	Abs (455 Nm)	Abs (456 Nm)	Abs (465 Nm)
500	0,325	0,333	0,405
400	0,264	0,270	0,329
300	0,208	0,151	0,179
200	0,148	0,151	0,179
100	0,077	0,079	0,093
50	0,043	0,044	0,051
0	0	0	0



Şekil 19: 455 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(kırmızı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



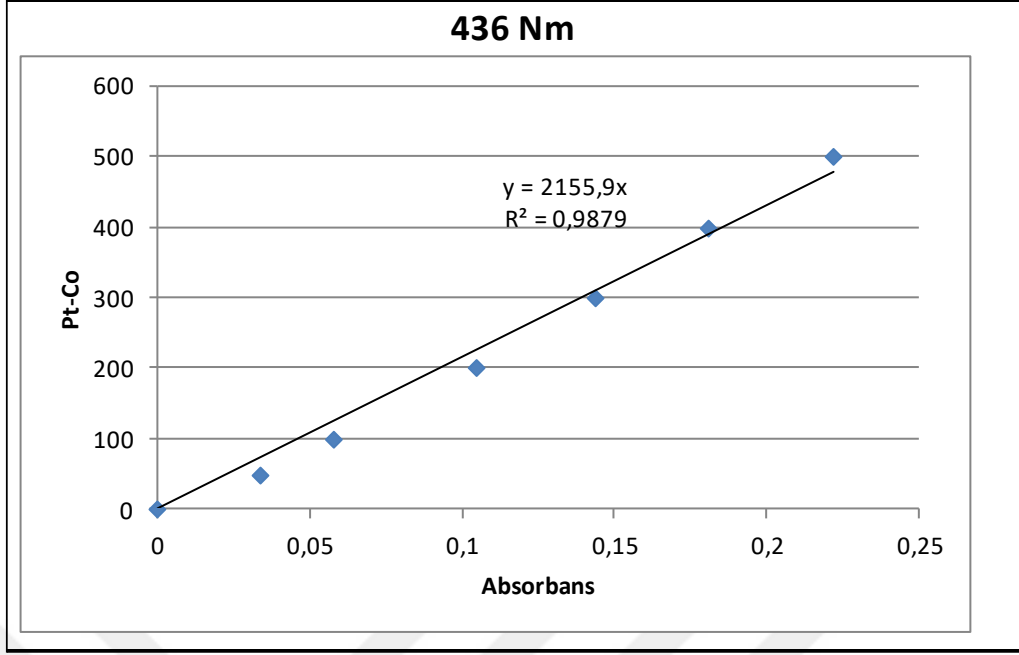
Şekil 20: 456 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(kırmızı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



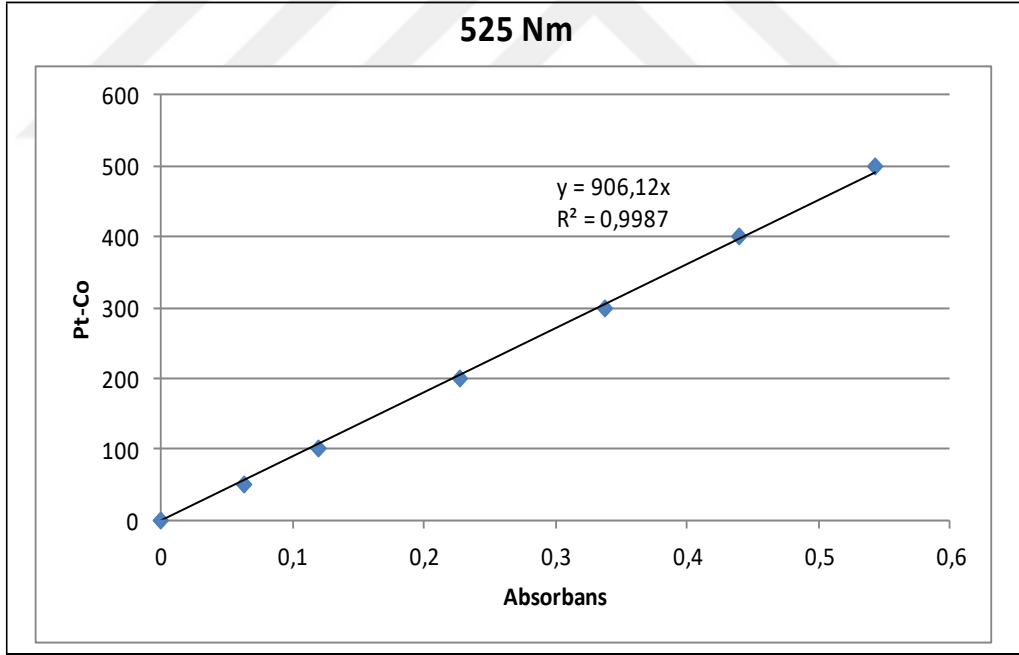
Şekil 21: 465 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(kırmızı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Tablo 32: RES metot (kırmızı) absorbans ölçüm değerleri

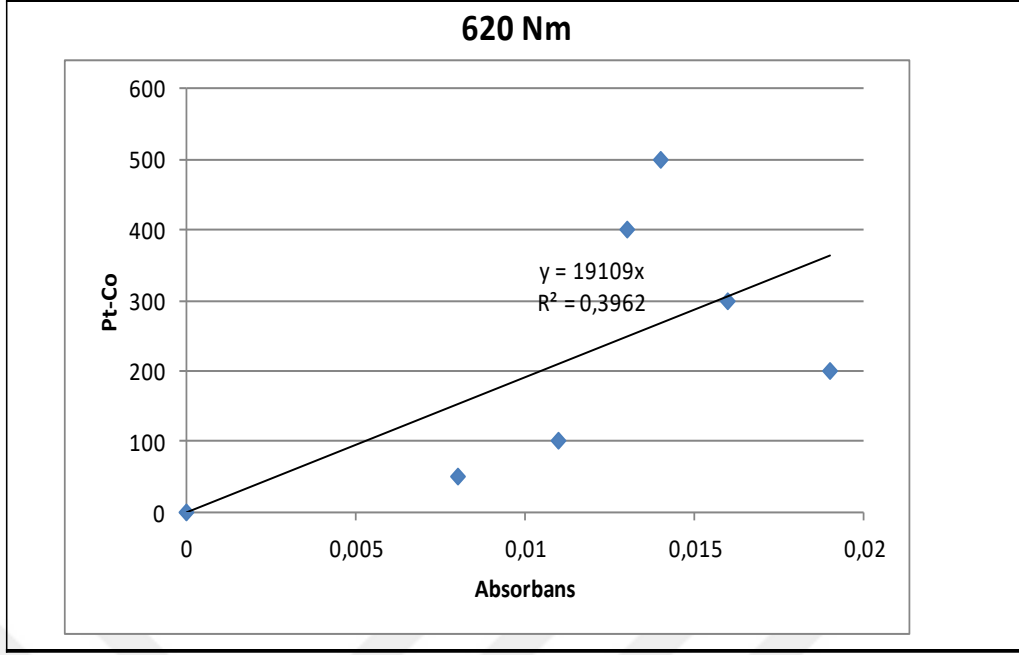
Pt-Co	Abs (436 Nm)	Abs (525 Nm)	Abs (620 Nm)
500	0,222	0,543	0,014
400	0,181	0,440	0,013
300	0,144	0,338	0,016
200	0,105	0,227	0,019
100	0,058	0,120	0,011
50	0,034	0,063	0,008
0	0	0	0



Şekil 22: RES, 436 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(kırmızı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



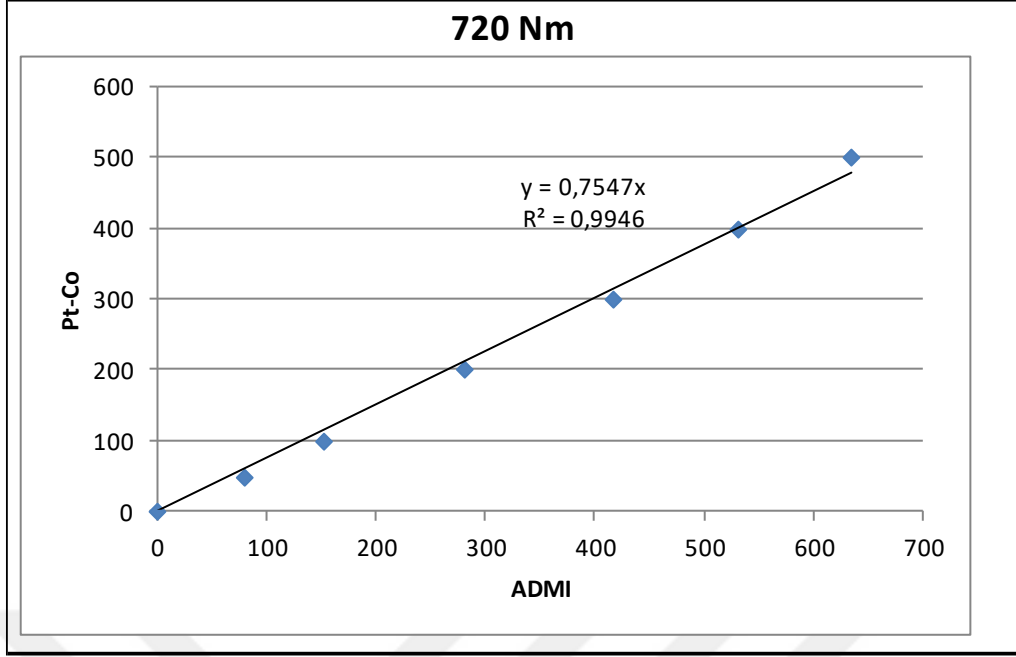
Şekil 23: RES, 525 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(kırmızı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



Şekil 24: RES, 620 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(kırmızı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Tablo 33: ADMI (kırmızı) absorbans ölçüm değerleri

Pt-Co	Abs (720 Nm)
500	635
400	531
300	417
200	282
100	152
50	79
0	0



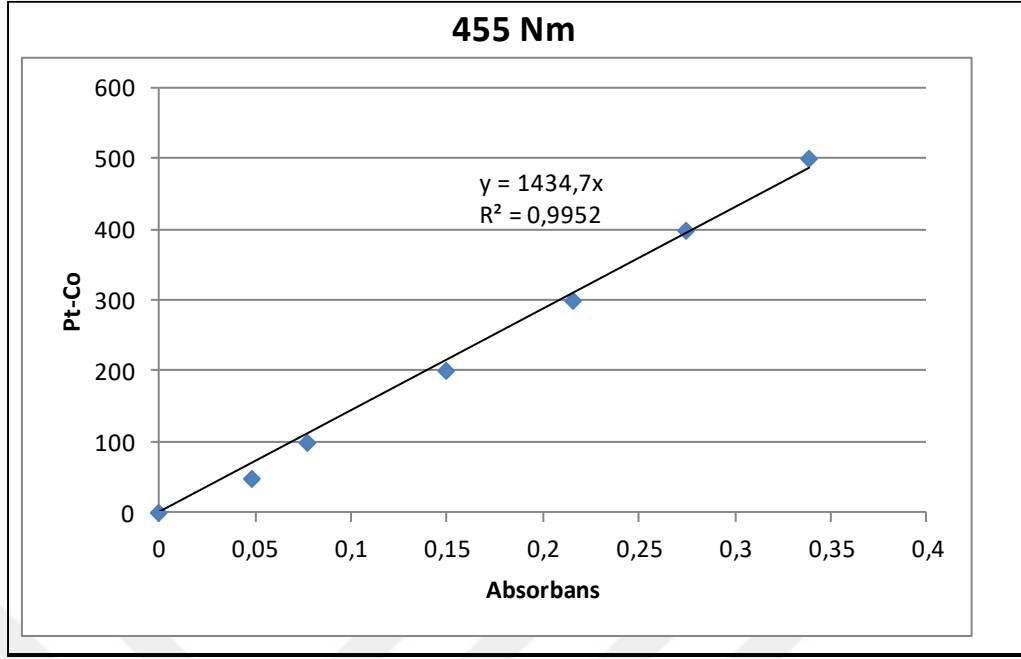
Şekil 25: ADMİ, 720 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(kırmızı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

4.3.3 Sarı Renk Suda Absorbans Eğrisi ve Denklemi

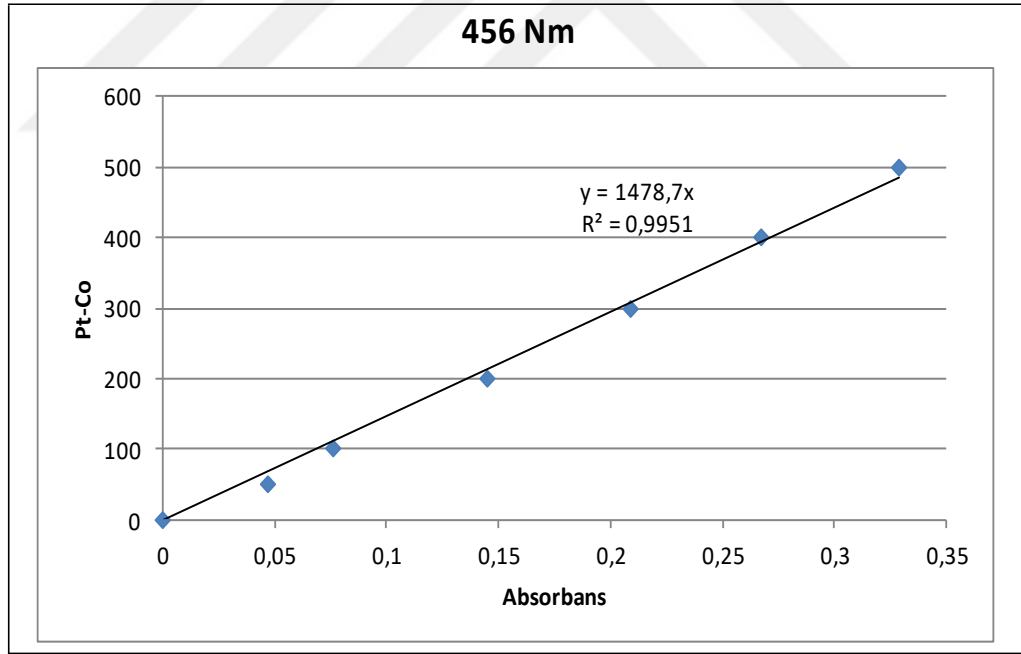
Laboratuvar ortamında, LanasetYellow 4GN Organik Sarı toz tekstil iplik boyası ile 24 mg/l sarı renkli 500 Pt-Co çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti ile çoklu dalga boyu(Tablo 34), RES dalga boyu(Tablo 35) ve ADMİ(Tablo 36) absorbans okumaları yapılarak absorbans eğri ve denklemi oluşturulmuştur.

Tablo 34: Çoklu dalga boyu (sarı) absorbans değerleri

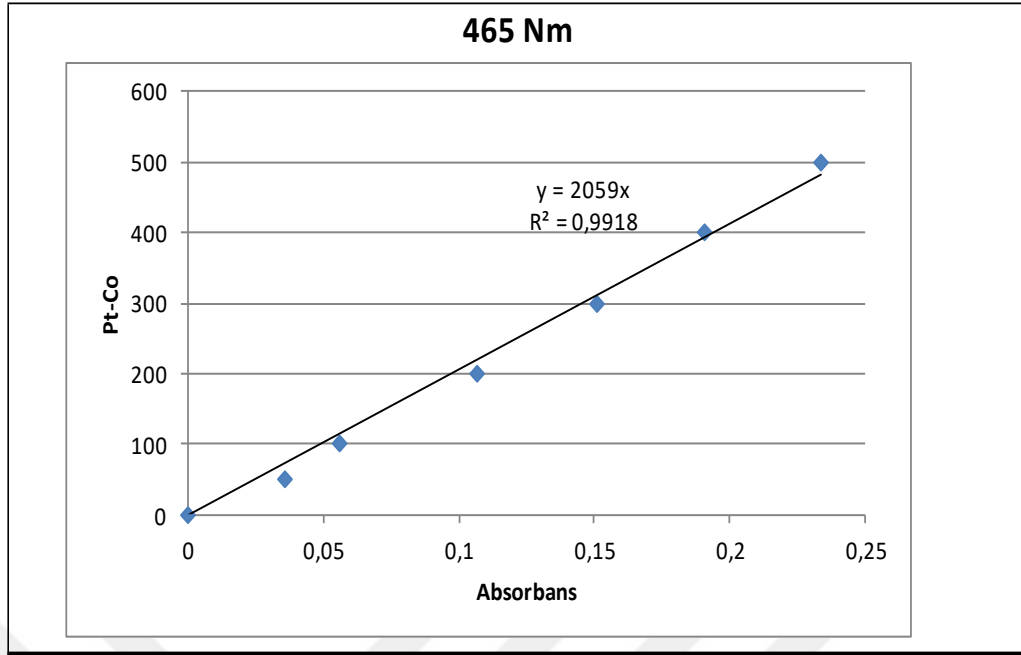
Pt-Co	Abs (455 Nm)	Abs (456 Nm)	Abs (465 Nm)
500	0,339	0,329	0,234
400	0,275	0,267	0,191
300	0,216	0,209	0,151
200	0,150	0,145	0,107
100	0,077	0,076	0,056
50	0,048	0,047	0,036
0	0	0	0



Şekil 26: 455 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sarı)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



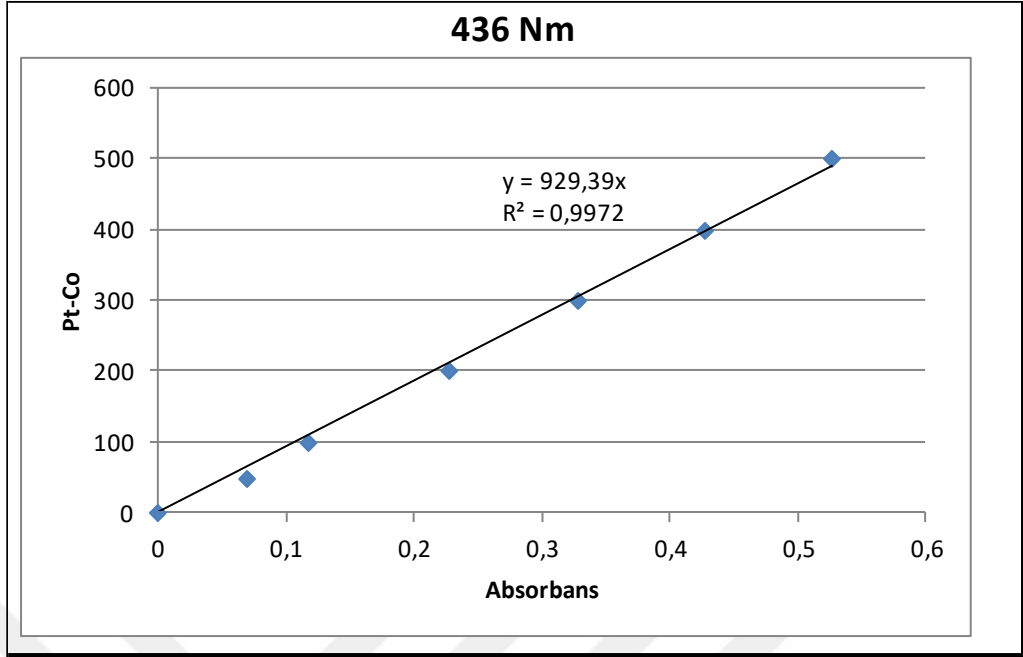
Şekil 27: 456 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sarı)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



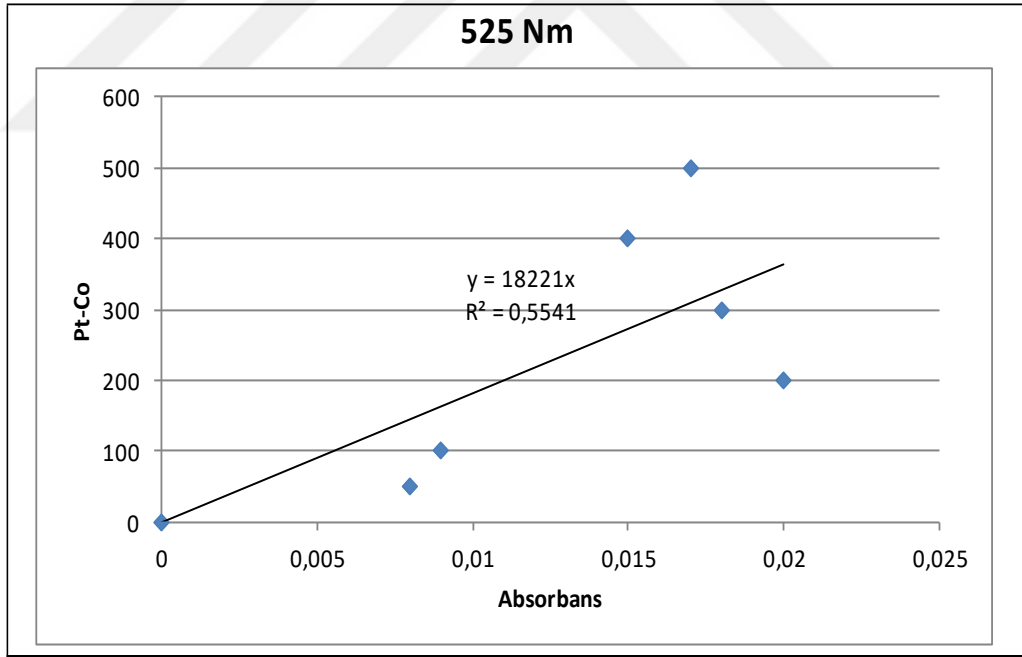
Şekil 28: 465 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemleri (sarı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Tablo 35: RES metot (sarı) absorbans ölçüm değerleri

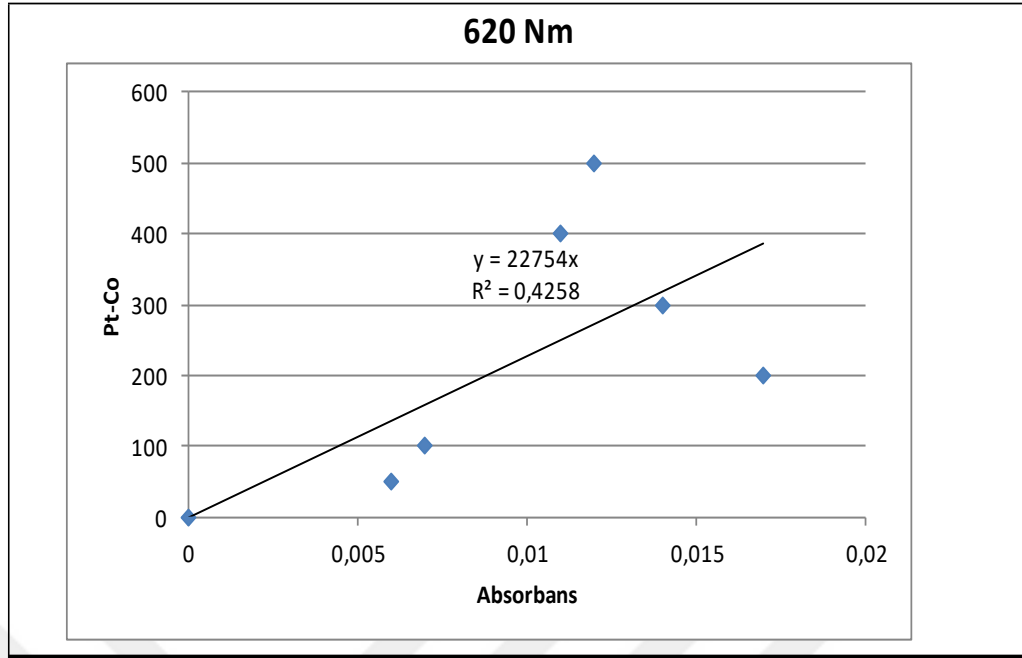
Pt-Co	Abs (436 Nm)	Abs (525 Nm)	Abs (620 Nm)
500	0,527	0,017	0,012
400	0,427	0,015	0,011
300	0,329	0,018	0,014
200	0,228	0,020	0,017
100	0,118	0,009	0,007
50	0,069	0,008	0,006
0	0	0	0



Şekil 29: RES, 436 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sarı)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



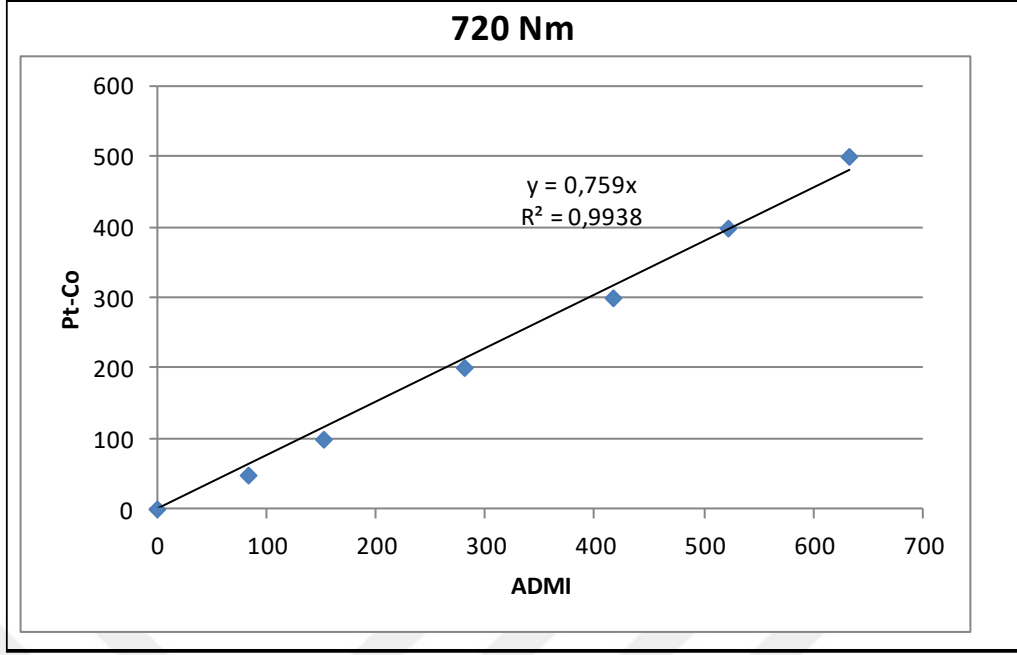
Şekil 30: RES, 525 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sarı)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)



Şekil 31: RES, 620 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemi(sarı)(sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Tablo 36: ADMI (sarı) absorbans ölçüm değerleri

Pt-Co	Abs (720 Nm)
500	633
400	522
300	417
200	282
100	149
50	84
0	0



Şekil 32: ADMI, 720 Nm dalga boyu eğrisi ve denklemleri (sarı) (sonuçlar kullanılan spektrofotometreye ve saf su kullanılarak hazırlanan standart çözeltilere özeldir.)

Tekstil boyaları ile 500 Pt-Co değerinde hazırlanan mavi, kırmızı ve sarı çözeltilerde okunan değerlere ait absorpsiyon eğrileri incelendiğinde, mavi renkli çözeltide 456 Nm dalga boyunda absorpsiyon değeri örneğin 100 Pt-Co' da 0,054 Abs değer okurken, aynı numune RES metodu ile yapılan 620 Nm (mavi) dalga boyunda 1,026 Abs değeri okunmuştur. 100 Pt-Co değeri SSKY tablo standartlarını (Tablo 3) sağlarken, 620 Nm absorpsiyon değerlerine göre RES hesaplandığında (Denklem 1) $10,26 \text{ m}^{-1}$ değeri Avrupa Norm standartlarının (Tablo 4) üstünde kalmakta olduğu görülmüştür. ADMI metodu ile karşılaştırmasına bakıldığında 100 Pt-Co değerinde mavi renkli çözeltide 1172 ADMI, kırmızı renkli çözeltide 152 ADMI, sarı renkli çözeltide 149 ADMI okuduğu görülmüştür. Burada sarı ve kırmızı renk çözeltilerde Pt-Co okuma değerleri ile ADMI değerleri yakınlık gösterirken, mavi renk çözeltide ADMI değerinin çok farklı olduğu görülmüştür.

4.4 Laboratuvar Çalışması ve Ölçüm Değerleri-2

Laboratuvar ortamında toz tekstil iplik boyası ile daha önce hazırlanmış olduğumuz numuneler, renk yoğunluğunun çok olması nedeni ile bazı metotlarda değer okuması yapılamamıştır. Tekrar daha az toz tekstil iplik boyası kullanılarak

ana renklerde(mavi-kırmızı-sarı) yeniden hazırlanmıştır. Hazırlanan renkli su numunelerine ait karışım miktarları Tablo 37’ de verilmiştir.

Ayrıca, evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra alıcı ortama verilen renkli atıksu numunelerinden de renk ölçüm sonuçları tekrarlanmıştır.

Tablo 37: Boyar madde ile hazırlanan numune karışım miktarları-2

BOYALAR	KONSANTRASYON (mg/l)
Lanaset RED 2B Kimyasal Kırmızı	8,2
Lanaset Blue 2RA Organik Mavi	11,6
Lanaset Navy-R Kimyasal Mavi	10,6
Lanaset Yellow 4GN Organik Sarı	10

4.4.1. Gerçek Renk Ölçümü-2

Bu çalışmada 6 adet numune laboratuvar ortamında çalışılmış olup, numuneler numaralandırılmıştır. Laboratuvar ortamında hazırlanan 4 adet numune(Tablo 37) ana renklerde daha az toz tekstil iplik boyası içeren renkli numuneler hazırlanmıştır. Evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisinde işlem gördükten sonra alıcı ortama bırakılan 2 adet renkli numunelerde çalışma yapılmıştır. Okunan değerler ile standartlarla (Tablo 3 ve Tablo 4) karşılaştırması yapılmıştır.

Numune hazırlama esnasında kullanılan saf su boyanın kolay çözünme sağlaması nedeni ile normal ortam şartlarında sıcaklık kabul edilerek kullanılmıştır. 1, 2, 3 ve 4 nolu numuneler laboratuvar ortamında, tekstil iplik boya maddesi saf suda çözdürülerek hazırlandığından, gerçek renk ölçümlerinde içerisinde AKM olmadığından filtreleme yapılmamıştır. Numune laboratuvar ortamında, tekstil iplik boyasının, saf suda çözdürülerek yapıldığından, görünen renk ve gerçek renk ölçümlerinde değer farklılıkları oluşmamıştır. Bundan dolayı filtreleme yapılmadan görünen renk ölçümleri gerçek renk olarak kabul edilmiştir. Deneysel çalışma verileri Tablo 38’ de verilmiştir.


Tablo 38: Deneysel çalışma-3

NUMUNE NO	Tablo	BOYALAR VE PROSESLER	KONSANTRASYON (mg/l)	GÖRÜNEN RENK
DENEYSEL ÇALIŞMA-3				
1	39	Lanasol RED 2B Kimyasal Kırmızı	8,2	Kırmızı
2	40	Lanaset Blue 2RA Organik Mavi	11,6	Mavi
3	41	Lanaset Yellow 4GN Organik Sarı	10	Sarı
4	42	Lanaset Navy-R Kimyasal Mavi	10,6	Lacivert
5	43	Evsel Ve Endüstriyel İşlem Görmüş Atıksu Deşarj Suyu(Filtrelenmiş)		Pembemsi
6	44	Evsel Ve Endüstriyel İşlem Görmüş Atıksu Deşarj Suyu(Filtrelenmiş)		Pembemsi

Lanasol RED 2BKıyasal Kırmızı, toz halde olan tekstil iplik boyası 8,2mg/l, saf su ile kırmızı renkli su numunesi elde edilmiştir.

Tablo 39' de görüldüğü gibi ölçümler yapılmıştır. Tekli dalga boyu Pt-Co ölçümlerinde okunan değerlerin, kabul edilir standart değerleri (Tablo 3) sağladığı görülmektedir. ADMI metot ölçümünde 129 ADMI ölçüm değeri okunmuş olup, Pt-Co değerlerle karşılaştırıldığında birebir yakın değer okunduğu görülmüştür. Herhangi bir standartı bilinmediğinden karşılaştırma yapılamamıştır. RES metodu ile yapılan ölçümlerde 525 Nm (kırmızı) dalga boyu suda kırmızı rengin baskın olduğunu, Avrupa normlarında kabul edilen standartlarla(Tablo 4) karşılaştırıldığında, Pt-Co ölçümlerinde standartlar sağlanırken, 525 Nm kırmızı rengin standartların çok üzerinde olduğu görülmektedir. Çoklu dalga boyu okumasında numune absorban değerleri Pt-Co değerleri ile karşılaştırıldığında yakın değerler çıktığı görülmüştür.

Tablo 39: Deneysel çalışma 1 nolu numune

NUMUNE NO:	1				
Görünen Renk:	Kırmızı				
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	130	Pt-Co		280
456	Pt-Co	132●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	154	Pt-Co		280
720	ADMI	129			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,067	m^{-1}	6,7	7
525(Kırmızı)	Abs	0,112	m^{-1}	11,2	5
620(Mavi)	Abs	0,018	m^{-1}	1,8	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,082	Pt-Co	129,25●	
456	Abs	0,083	Pt-Co	130,64●	
465	Abs	0,094	Pt-Co	152,60●	

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Lanaset Blue 2RA Organik Mavi toz tekstil iplik boyası 11,6 mg/l, saf su ile mavi renkli su numunesi elde edilmiştir.

Tablo 40' de görüldüğü gibi ölçümler yapılmıştır. Tek dalga boyu ile yapılan ölçümlerde Tablo 3' de baz alınan standartlarla karşılaştırıldığında Pt-Co okumalarında, su da rengin gözle fark edilebilecek ölçüde mavi renk olmasına rağmen, 60 Pt-Co değer standartların çok altında olduğu görülmüştür. ADMI metot ölçümünde 355 ADMI ölçüm değeri okunmuş olup, diğer sularda ADMI ve Pt-Co okuma değerleri yakın değerler çıkarken mavi renk suda % 80 fark olduğu görülmüştür. RES metodu ile yapılan ölçümlerde 620 Nm (Mavi) dalga boyu $26,9 m^{-1}$ ve 525 Nm(Kırmızı) dalga boyu $12,7 m^{-1}$ okumalarında Tablo 4'de kabul edilen

standart değerlerin çok çok üstünde olduğu görülmüştür. Hazırlanan numunede tekli dalga boyu ile yapılan ülkemizde de kabul edilmiş olan Pt-Co ölçümlerinde SKKY tablolarına uygun olarak çok çok altında sağladığı görülürken, Avrupa Normlarında RES ölçüm sonuçlarında bu değerlerin standartları aştığı görülmektedir. Çoklu dalga boyu okumasında numune absorbans değerleri Pt-Co değerleri ile karşılaştırıldığında yakın değerler çıktığı görülmüştür.

Tablo 40: Deneysel çalışma 2 nolu numune

NUMUNE NO:	2				
Görünen Renk:	Mavi				
Dalga Boyu(λ)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	60	Pt-Co		280
456	Pt-Co	61●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	70	Pt-Co		280
720	ADMI	355			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,038	m^{-1}	3,8	7
525(Kırmızı)	Abs	0,127	m^{-1}	12,7	5
620(Mavi)	Abs	0,269	m^{-1}	26,9	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,038	Pt-Co	59,89●	
456	Abs	0,039	Pt-Co	61,38●	
465	Abs	0,044	Pt-Co	71,42●	

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.


●Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

LanasetYellow 4GN Organik Sarı toz tekstil iplik boyası 10 mg/l, saf su ile sarı renkli su numunesi elde edilmiştir.

Tablo 41' da görüldüğü gibi ölçümler yapılmıştır. Tekli dalga boylarında yapılan 224 Pt-Co ölçümlerinde değerlerin standart (Tablo 3) değerleri sağladığı

görülmüştür. ADMI metot ölçümünde 289 ADMI ölçüm değeri okunmuş olup, Pt-Co değeri ile karşılaştırıldığında %20 bir fark olduğu görülmüştür. ADMI metoda ait herhangi bir standart bilinmediğinden karşılaştırma yapılamamıştır. RES metodu ölçümünde, 525 Nm kırmızı ve 620 Nm mavi olarak ifade edilen dalga boylarında değer okumaları standart(Tablo 4) değerleri sağlarken, sarı rengi ifade eden 436 Nm dalga boyu okumasında 22,4 m⁻¹standartların(Tablo 4) üstünde olduğu görülmüştür. Ülkemizde kabul edilen Pt-Co okumaları standartları(Tablo 3) sağlıyor görünmesine rağmen, RES metot okumalarında standartları(Tablo 4) 436 Nm dalga boyunda sağlamadığı görülmektedir. Çoklu dalga boyu okumasında numune absorbans değerleri Pt-Co değerleri ile karşılaştırıldığında yakın değerler çıktığı görülmüştür.

Tablo 41: Deneysel çalışma 3 nolu numune

NUMUNE NO:	3				
Görünen Renk:	Sarı				
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	224	Pt-Co		280
456	Pt-Co	220●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	159	Pt-Co		280
720	ADMI	289			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,224	m ⁻¹	22,4	7
525(Kırmızı)	Abs	0,009	m ⁻¹	0,9	5
620(Mavi)	Abs	0,006	m ⁻¹	0,6	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,142	Pt-Co	223,82●	
456	Abs	0,138	Pt-Co	217,21●	
465	Abs	0,098	Pt-Co	159,07●	


*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Lanaset Navy-R Kimyasal Mavi toz halde olan tekstil iplik boyası 10,6 mg/l, saf su ile koyu mavi renkli su numunesi elde edilmiştir.

Tablo 42' de görüldüğü gibi ölçümler yapılmıştır. Tek dalga boyu ile yapılan 229 Pt-Co ölçümlerinde, gözle belirgin bir renge sahip su da standart(Tablo 3) değerlerin altında değerler okunduğu görülmektedir. ADMI metot ölçümünde 458 ADMI ölçüm değeri okunmuş olup, Pt-Co okumaları ile karşılaştırıldığında %50 bir fark olduğu görülmüştür. RES metodu ile yapılan ölçümlerde Tablo 40' daki mavi renkli su ölçümünden farklı olarak, 436Nm(sarı), 525 Nm(kırmızı) ve 620 Nm(mavi) dalga boyu ölçüm değerlerinin standartların(Tablo 4) üstünde olduğu görülmektedir. Bu da bize iplik boyasının sarı, kırmızı ve mavi renklerin karışımından oluştuğunu, ancak 620 Nm (mavi) dalga boyu okumasının diğerlerinden yüksek olması mavi rengin baskınlığını göstermektedir. Pt-Co değerlerinde standartlar(Tablo 3) sağlanırken, RES ölçümlerinde ölçümlerin standartları(Tablo 4) sağlamadığı görülmüştür. Çoklu dalga boyu okumasında numune absorbans değerleri Pt-Co değerleri ile karşılaştırıldığında yakın değerler çıktığı görülmüştür.

Tablo 42: Deneysel çalışma 4 nolu numune

NUMUNE NO:	4				
Görünen Renk:	Lacivert				
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklem.1 Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	229	Pt-Co		280
456	Pt-Co	232●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	249	Pt-Co		280
720	ADMI	458			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,144	m ⁻¹	14,4	7
525(Kırmızı)	Abs	0,273	m ⁻¹	27,3	5
620(Mavi)	Abs	0,3	m ⁻¹	30	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,147	Pt-Co	231,70●	
456	Abs	0,148	Pt-Co	232,95●	
465	Abs	0,157	Pt-Co	254,84●	

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.


●Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

Evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuyun arıtma tesisinde işlem görmesi sonrası, alıcı ortama bırakılan su numunelerinde, gerçek renk (Tablo 43 ve Tablo 44) ölçümleri yapılmıştır. Daha önceki yapmış olduğumuz çalışmadan farkı bu numunelerin standartları (Tablo 3) sağlaması gereken numunelerdir. Renk parametresinin ölçüm metot ve değerlerinin karşılaştırılması bu numunede önem kazanmaktadır.

Tablo 43 ve Tablo 44' deki numunelerde, AKM giderimi için filtreleme yapılmıştır. Tekli dalga boyu ölçümlerinde Pt-Co olarak değerler, her iki numunede de standartları (Tablo 3) sağlarken, RES metoduna bakıldığında 436 Nm (sarı), 525

Nm (kırmızı) ve 620 Nm(mavi) dalga boylarında standartların (Tablo 4) sağlanmadığı görülmektedir. Çoklu dalga boyu okumasında numune absorbans değerleri Pt-Co değerleri ile karşılaştırıldığında yakın değerler çıktığı görülmüştür.

Tablo 43: Deneysel çalışma 5 nolu numune


NUMUNE NO:	5				
Gerçek Renk♦					
Evsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtılması Sonrası Atıksu Alıcı Ortam Deşarj Numunesi					
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre	Ölçüm	Denklemler	Kabul Edilir
		Ölçüm Değeri	Birimi	Ölçüm Değeri	Standart Değerler*
455	Pt-Co	134	Pt-Co		280
456	Pt-Co	135●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	128	Pt-Co		280
720	ADMI	94			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,102	m ⁻¹	10,2	7
525(Kırmızı)	Abs	0,065	m ⁻¹	6,5	5
620(Mavi)	Abs	0,031	m ⁻¹	3,1	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,087	Pt-Co	137,13●	280
456	Abs	0,086	Pt-Co	135,36●	280
465	Abs	0,081	Pt-Co	131,48●	280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

♦Filtreleme işlemi yapılmıştır.

Tablo 44: Deneysel çalışma 6 nolu numune

NUMUNE NO:	6				
Gerçek Renk♦					
Evsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtılması Sonrası Atıksu Alıcı Ortam Deşarj Numunesi					
Dalga Boyu(Å)	Ölçüm Birimi	Spektrofotometre Ölçüm Değeri	Ölçüm Birimi	Denklemler Ölçüm Değeri	Kabul Edilir Standart Değerler*
455	Pt-Co	206	Pt-Co		280
456	Pt-Co	207●	Pt-Co		280
465	Pt-Co	195	Pt-Co		280
720	ADMI	142			
RES					
436(Sarı)	Abs	0,157	m ⁻¹	15,7	7
525(Kırmızı)	Abs	0,099	m ⁻¹	9,9	5
620(Mavi)	Abs	0,048	m ⁻¹	4,8	3
Çoklu Dalga Boyu Okuması					
455	Abs	0,132	Pt-Co	208,06●	280
456	Abs	0,131	Pt-Co	206,19●	280
465	Abs	0,122	Pt-Co	198,03●	280

*Tablo 3 ve Tablo 4 baz alınmıştır.

●Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8 dalga boylarına ait y katsayısı ile çarpılmıştır.

♦Filtreleme işlemi yapılmıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ekolojik denge, bitki, hayvan ve insanın doğal ortam da yaşamını sürdürmesidir. Bu dengeyi tek bozan etken insanlardır. İnsanlarımızın yarınını düşünmeden kaynakları bilinçsizce tüketmesi, korumaması dengeyi bozmaktadır. Bu dengenin en önemli halkalarından biri su kaynaklarıdır. Su olmazsa yaşam olmaz. İnsanlar su kaynaklarını sürekli tüketiyor. Su kaynaklarımızı korumalıyız. Kullanılan kaynakları doğaya temiz bırakmalıyız.

Bu çalışmada kirlenen su kaynaklarının farklı renklerde doğaya bırakılan, renkli atıksu numunelerinde değişik metotlarda renk ölçümü yapılmıştır. İlk önce Pt-Co metodu uygulanmıştır. Tekli dalga boyu(456 Nm) ile çalışılan Pt-Co ölçümlerinde standart değerlerin sağlandığı, özellikle mavi rengin hakim olduğu atıksu numunelerinde standartların çok altında değerlerin sağlandığı tespit edilmiştir. Aynı numuneler renk ölçümleri ADMI metot ile tekrarlanmıştır. ADMI metodu ile ölçüm neticelerinin Pt-Co metodu ile elde edilen neticelerden genelde %30 daha düşük, mavi renkli sularda %80 daha düşük olduğu görülmüştür. Bununla beraber aynı numunelerin RES metodu ile ölçüm sonuçları Pt-Co metodu ile ölçülen sonuçlarla karşılaştırıldığında Avrupa Normlarında belirtilen standartları sağlamadığı görülmüştür.

Ülkemizde renk ölçümü genel olarak bütün tesislerde ve her renk ölçümü 456 Nm tekli dalga boyunda Pt-Co metodu ile yapılmaktadır. Bu metodun bütün renklerde kullanılması, diğer metotlarla ölçülen değerler karşılaştırıldığında birbirine uyum sağlamadığı ve neticelerin farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle değişik proseslerden kaynaklanan kullanılmış sulardaki farklı renklerin ölçülmesine uygun farklı ölçüm metotları ile ölçülmesi ve standartlarda bu şekilde ifade edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde tek metotla bütün renklerin ölçülmesi yanlış neticeler verecektir. Ülkemizdeki yönetmeliklerde belirtilen renk standartlarının yeniden gözden geçirilmesi önerilmektedir.

Renk parametresi ülkemizde kirlilik parametresi olarak 2011 yılında SKKY tablolarına eklenmiştir. Renk parametresinin ölçüm şartlarının oluşturulması, ölçümü hassas olup tek bir dalga boyu ile her türlü numunenin ölçümünün yapılması irdelenmelidir. Aynı zamanda atıksu türüne ve içeriğine uygun metotlar seçilmelidir.

Atıksuyun filtreleme işlemi sonuçları etkileyeceğinden özenle yapılmalı, diğer ülkelerdeki uygulama ve ölçümler incelemelidir.

Diğer ülkelerde uygulanmakta olan metot ve standart limitleri incelediğimizde (Şekil 2), boyama yapılan ülkelerde standartların yüksek tutulduğu, boyamanın az yapıldığı ya da hiç yapılmadığı ülkelerde düşük değerlerde limitlerin kabul edildiği tespit edilmiştir. Ülkemizde verilen limitler bu değerlerin arasında kalmaktadır. Ancak SKKY tablolarında kabul edilmiş olan 280 Pt-Co değeri, Tablo 43 ve Tablo 44 deki deneysel çalışmalarda da görüldüğü gibi, limit değerinin altında kalsa bile su da ki renk tamamen kaybolmamaktadır.

Diğer ülkelerde uygulanmakta olan deşarj standartlarına bakıldığında, renk parametresinin ciddi anlamda incelenmesi gerektiğini, özellikle tekstil endüstrilerinden kaynaklı renkli proses atıksularının deşarjında, atıksu oluşumlarına göre düzenlemeler ve yaptırımlar oluşturulabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

APHA, American Public Health Association 2005, Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, Washington, USA

EPA. Environmental Protection Agency, 2009. <http://water.epa.gov/drink/contaminants/upload/mcl-2.pdf> Europa Norm, 1994. EN ISO 7887. Guatemala Acuerdo Gubernativo (2006). <http://www.elaw.org/node/3734>

Dilek İlhan Budak, 2017. Turkchem Kimya Sanayi Haber Portalı-Sayısal İfadelerle Renk Tanımı ve Renk Ölçüm Metotları İstanbul, 03.05.2017.

LI Sun-wai,2018. The Government Of The Hong Kong Special Andministrative Region, Hong Kong,

http://www.weather.gov.hk/education/edu06nature/ele_water_e.htm,

Resmi Gazete, 2011, 24.04.2011 tarih ve 27914 sayılı, 2011.

Resmi Gazete, 1999, 01 Temmuz 1999 tarih ve 23742 sayılı, 1999.

Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği (TSEKÖKT), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (CSB). (2011), Resmi Gazete, Ankara

Sevimli M.F., 2000. Tekstil Endüstrisi atıksularından ozonlama ile renk giderimi ve ozonlamanın biyolojik arıtılabilirliğe etkisi. Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

TÜBİTAK KAMAG 2013, Boyar Madde İçeren Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesine Yönelik El Kitabı, Ankara 2013.

URL-1;[https:// www.asaanalytics.com/color_analysis.html](https://www.asaanalytics.com/color_analysis.html), Erişim Tarihi: 15.08.2018

URL-2;<https://www.hunterlab.com/blog/color-and-appearance-theory/apha-pt-co-hazen-color/>, Erişim Tarihi: 20.08.2018

URL-3;<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/47-colours-of-light>, Erişim Tarihi: 21.08.2018

Vigo, T. L. 2013. Textile processing and properties: Preparation, dyeing, finishing and performance(Vol. 11). Elsevier. Amsterdam

ZDHC, Zero Discharge Of Hazardous Chemicals Programme 2015. Textile Industry Wastewater Discharge Quality Standards, LiteratureReviewRev1, Amsterdam.

