

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**MODİFİYE NİŞASTALARIN TEKSTİL ENDÜSTRİSİ**  
**ATIKSULARINDAN RENK GİDERİMİNDE KULLANIMININ**  
**ARAŞTIRILMASI**

**MURAT CAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri :** Prof. Dr. Ahmet GÜNAY (Tez Danışmanı)  
Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖZMETİN  
Dr. Öğr. Üyesi Hüdaverdi ARSLAN

**BALIKESİR, OCAK - 2020**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Murat CAN tarafından hazırlanan “MODİFİYE NİŞASTALARIN TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSULARINDAN RENK GİDERİMİNDE KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 17 Ocak 2020 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

**Danışman**

Prof. Dr. Ahmet GÜNAY

Balıkesir Üniversitesi

**Üye**

Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖZMETİN

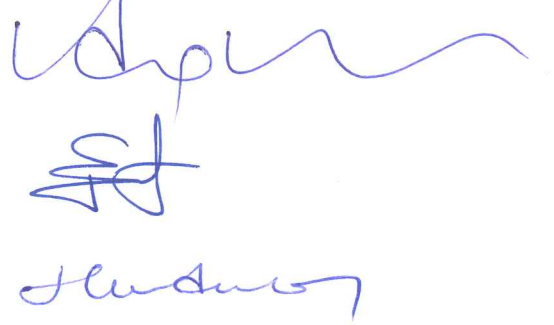
Balıkesir Üniversitesi

**Üye**

Dr. Öğr. Üyesi Hüdaverdi ARSLAN

Mersin Üniversitesi

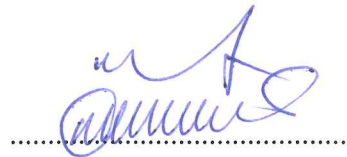
İmza



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR



## ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Modifiye Nişastaların Tekstil Endüstrisi Atıksularından Renk Gideriminde Kullanımının Araştırılması**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

  
Murat CAN

## ÖZET

**MODİFİYE NİŞASTALARIN TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSULARINDAN  
RENK GİDERİMİNDE KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MURAT CAN  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR.AHMET GÜNAY)  
BALIKESİR, OCAK - 2020**

Tekstil endüstrisinde elde edilen ürünleri renklendirme ve koruma amacı ile çeşitli boyar maddeler kullanılmaktadır. Endüstrideki proseslerden kaynaklanan atıksudaki bu kirleticiler insan sağlığı ve çevre açısından birçok probleme yol açmaktadır. Bu sebepten dolayı tekstil endüstrisi atıksularının arıtımı ve renk giderimi önemli bir konu haline gelmiştir. Atıksu arıtma işleminde farklı arıtma teknikleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Asit Red 88 (AR 88) ve Reaktif Black 5 (RB 5) boyar maddelerinin katyonik patates nişastası (KPN) kullanarak kimyasal arıtımının optimizasyonu incelenmiştir. Optimizasyon yöntemi olarak Response Surface Methodology (RSM)'nin Merkezi Kompozit Tasarımı (MKT) kullanılmıştır. Koagülasyon flokülasyon prosesinde bağımsız değişken olarak boyar madde konsantrasyonu, pH, KPN dozu ve polielektrolit dozu, bağımlı değişken olarak ise renk giderim verimi seçilmiştir. Her iki boya için giderim verimlerinin hesaplanabileceği denklemler türetilmiş, parametreler arasındaki ilişkileri gösteren grafikler elde edilmiştir. AR 88 için renk giderimini maksimum yapan şartlar; boya konsantrasyonu 68 mg/L, pH 8, KPN dozu 5,57 mg/L, polielektrolit dozu 2mL/L olarak belirlenmiş bu şartlarda %90,30 renk giderimi elde edilmiştir. RB 5 için renk giderimini maksimum yapan şartlar; boya konsantrasyonu 118 mg/L, pH 4, KPN dozu 6,54 mg/L olarak tespit edilmiş bu şartlarda %90,42 renk giderimi bulunmuştur. Optimum şartlarda ortama tuz ilave edilerek giderim verimlerinin nasıl değiştiği gözlemlenmiş, tuz ilavesi yapıldığında renk giderim verimi düşmüştür. AR 88 ve RB 5 için en iyi renk giderimin belirlendiği şartlarda sırası ile %100 ve % 61,37 KOİ giderim verimleri elde edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Koagülasyon, reaktif black 5, asit red 88, katyonik patates nişastası, renk giderimi, optimizasyon

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF USING OF MODIFIED STARCHES IN COLOR REMOVAL FROM TEXTILE INDUSTRY WASTES**

**MSC THESIS**

**MURAT CAN**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: PROF.DR.AHMET GÜNAY )**

**BALIKESİR, JANUARY - 2020**

Various dyestuffs are used for the purpose of coloring and protecting the products obtained in the textile industry. These pollutants in wastewater from industrial processes cause many problems for human health and the environment. For this reason, textile industry wastewater treatment and color removal has become an important issue. Different treatment techniques are used in wastewater treatment. In this study, optimization of chemical treatment of Acid Red 88 (AR 88) and Reactive Black 5 (RB 5) dyes commonly used in textile industry using cationic potato starch (KPN) was investigated. Central Composite Design (MCT) of Response Surface Methodology (RSM) was used as the optimization method. In the coagulation flocculation process, dye concentration, pH, KPN dose and polyelectrolyte dose were selected as independent variables and color removal efficiency was selected as the dependent variable. Equations from which the removal efficiencies can be calculated for both dyes were derived and graphs showing the relationships between the parameters were obtained. The conditions that maximize color removal for AR 88; dye concentration was 68 mg / L, pH 8, KPN dose was 5.57 mg / L and polyelectrolyte dose was determined as 2mL / L. Conditions for maximizing color removal for RB 5; dye concentration 118 mg / L, pH 4, KPN dose was determined as 6.54 mg / L 90.42% color removal was found under these conditions. It was observed how the removal efficiencies changed by adding salt to the environment under optimum conditions, and the color removal efficiency decreased when salt was added. 100% and 61.37% COD removal efficiencies were obtained for AR 88 and RB 5, respectively.

**KEYWORDS:** Coagulation, reactive black 5, acid red 88, cationic potato starch, color Removal, optimization

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>8</b>
1.1 Tekstil Endüstrisi.....	8
1.2 Boyar Maddeler.....	10
1.3 Tekstil Endüstrisi Atıksu Arıtım Yöntemleri.....	12
1.4 Koagülasyon ve Flokülasyon.....	13
1.5 Optimizasyon.....	15
1.6 Literatür Özeti.....	16
<b>2. MATERYAL METOD</b> .....	<b>21</b>
2.1 Boyar Maddelerin Hazırlanması.....	21
2.2 Katyonik Patates Nişastası (KPN).....	23
2.3 Kullanılan Kimyasallar.....	23
2.4 Kullanılan Cihazlar.....	24
2.5 Deney Tasarımı.....	27
2.6 Deneylerin Yapılışı.....	29
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>32</b>
3.1 Asit Red 88 Giderim Çalışmaları.....	32
3.2 Reaktif Black 5 İle İlgili Giderim Çalışmaları.....	42
<b>4. SONUÇ</b> .....	<b>53</b>
<b>5. KAYNAKLAR</b> .....	<b>55</b>
<b>6. EKLER</b> .....	<b>61</b>
EK A: KPN'nin malzeme güvenlik bilgi formu.....	61
EK B: Tekstil sanayisinde oluşan atıksuların üretim cinslerine göre deşarj limitleri. ....	66
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>70</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1: Asit red 88 kimyasal yapısı .....	21
Şekil 2.2: AR88 için kalibrasyon grafiği .....	21
Şekil 2.3:RB5 kimyasal yapısı .....	22
Şekil 2.4: Reaktif Black 5 kalibrasyon eğrisi.....	23
Şekil 2.5: Jar ünitesi .....	24
Şekil 2.6: Manyetik karıştırıcı.....	24
Şekil 2.7: Hassas terazi .....	25
Şekil 2.8: Ph metre .....	25
Şekil 2.9: Santrifüj cihazı.....	26
Şekil 2.10: Termoreaktör cihazı .....	26
Şekil 2.11: Spektrofotometre .....	27
Şekil 2.12: AR 88 boyasının giderim deneyi .....	30
Şekil 2.13: RB 5 boyasının giderim deneyi .....	30
Şekil 3.1: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-pH contour grafiği .....	35
Şekil 3.2: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-pH surface grafiği .....	35
Şekil 3.3: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-kpn dozu contour grafiği.....	36
Şekil 3.4: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-kpn dozu surface grafiği .....	36
Şekil 3.5: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-polielektrolit contour grafiği ...	37
Şekil 3.6: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-polielektrolit surface grafiği....	37
Şekil 3.7: Asit red 88 renk giderim verimi pH-kpn dozu contour grafiği .....	38
Şekil 3.8: Asit red 88 renk giderim verimi pH-kpn dozu surface grafiği .....	38
Şekil 3.9: Asit red 88 renk giderim verimi pH-polielektrolit contour grafiği.....	39
Şekil 3.10: Asit red 88 renk giderim verimi pH-polielektrolit surface grafiği .....	39
Şekil 3.11: Asit red 88 renk giderim verimi kpn dozu-polielektrolit contour grafiği .....	40
Şekil 3.12: Asit red 88 renk giderim verimi kpn dozu-polielektrolit surface grafiği .....	40
Şekil 3.13: Asit red 88 boyası için optimum şartlar .....	41
Şekil 3.14: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-pH contour grafiği .....	45
Şekil 3.15: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-pH surface grafiği.....	45
Şekil 3.16: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-kpn dozu contour grafiği	46
Şekil 3.17: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-kpn dozu surface grafiği .	46
Şekil 3.18: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-polielektrolit contour grafiği.....	47
Şekil 3.19: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-polielektrolit surface grafiği.....	47
Şekil 3.20: Reaktif black 5 renk giderim verimi ph-kpn dozu contour grafiği.....	48
Şekil 3.21: Reaktif black 5 renk giderim verimi ph-kpn dozu surface grafiği .....	48
Şekil 3.22: Reaktif black 5 renk giderim verimi ph-polielektrolit contour grafiği .....	49
Şekil 3.23: Reaktif black 5 renk giderim verimi ph-polielektrolit surface grafiği.....	49
Şekil 3.24: Reaktif black 5 renk giderim verimi kpn dozu-polielektrolit contour grafiği...50	
Şekil 3.25: Reaktif black 5 renk giderim verimi kpn dozu-polielektrolit surface grafiği ...50	
Şekil 3.26: Reaktif black 5 boyası için optimum şartlar.....	51

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1:</b> Deney tasarımında kullanılan parametreler ve seviyeleri .....	27
<b>Tablo 2.2:</b> Deney tasarım matrisi.....	28
<b>Tablo 3.1:</b> Asit red 88 boyar maddesi için yapılan deneysel çalışma ve sonuçlar .....	32
<b>Tablo 3.2:</b> Asit Red 88 boyar maddesinin giderimi için varyans analizi .....	34
<b>Tablo 3.3:</b> Optimum şartlarda giderim verimi.....	41
<b>Tablo 3.4:</b> Asit Red 88 boyasına tuz ilavesi sonucu renk giderim verimi tablosu .....	42
<b>Tablo 3.5:</b> Reaktif black 5 boyar maddesi için yapılan deneysel çalışma ve sonuçlar .....	42
<b>Tablo 3.6:</b> Reaktif Black 5 boyar maddesinin giderimi için varyans analizi .....	44
<b>Tablo 3.7:</b> Optimum şartlarda giderim verimi .....	52
<b>Tablo 3.8:</b> Reaktif Black 5 boyasına tuz ilavesi sonucu renk giderim verimi tablosu.....	52



## **SEMBOL LİSTESİ**

**AR 88** : Asit Red 88

**DOC** :Çözünmüş organik karbon

**DTÖ** : Dünya Ticaret Örgütü

**KOİ** : Kimyasal oksijen ihtiyacı

**KPN** : Katyonik patates nişastası

**L** :Litre

**mg** : Miligram

**MKT** : Merkezi kompozit tasarımı

**mL** : Mililitre

**nm** : Nanometre

**RB 5** : Reaktif Black 5

**RSM** : Response Surface Methodology

**SKKY** : Su kirliliği kontrol yönetmeliği

**TÜİK** : Türkiye İstatistik Kurumu

## ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında bilgi ve tecrübelerini aktaran danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet GÜNAY'a teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmalarımın başından sonuna kadar bütün aşamalarda desteğini hiç bir zaman esirgemeyen tezin yazılması aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üy. Elif ÖZMETİN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamın laboratuvar da yapmış olduğum deneysel çalışmalarda yardımcı olan Arş. Gör. Yeliz SÜZEN, Arş. Gör. Mustafa KORKMAZ ve Arş. Gör. Elif ÇALGAN'a teşekkür ederim.

Çalışmamın devam sürecinde süre temini ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen başta Altıeylül Belediye Başkanı Sayın Hasan AVCI'ya, Başkan Yardımcısı Fikretin KOCAMAN'a, Temizlik İşleri Müdürü İsmail BERBER'e, Kontrolör Mehmet GÜNDOĞAN'a ve diğer mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmamda maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen anneme, babama, kardeşlerime, kayınvalideme ve kayınpederime teşekkür ederim.

Eğitim- öğretim hayatım boyunca, deney çalışmalarımda, tez yazım işlemlerimde ve hayatımın büyük bir kısmında beni hiçbir durumda yalnız bırakmayan ve desteklerini hiç esirgemeyen sevgili eşim DT. Makbule CAN ve biricik oğlumuz Meriç CAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

**Balıkesir, 2020**

**MURAT CAN**

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Tekstil Endüstrisi

Tekstil endüstrisi doğal ve sentetik elyaf hammaddeler kullanılarak kumaş ve diğer tekstil ürünlerinin üretildiği bir endüstri dalıdır. Bu endüstride sentetik ve doğal ipliklerin üretilmesi, örme, dokuma veya benzer yöntemlerle kumaş, kıyafet, halı gibi tekstil ürünlerine dönüştürülür (Volskay, Leslie Grady,1988).

Bu endüstrinin kullandığı malzemeler, evsel, endüstriyel ve ticari pazarlar için üretilen ürünlerden meydana gelmektedir. Üretim proseslerinin başlangıcında ve devam eden basamaklarında uygulanan yöntem ve işlemlere bağlı olarak ürün türleri de değişebilmektedir.

Tekstil endüstrisinin kullandığı malzemeler, evsel, endüstriyel ve ticari pazarlar için üretilen ürünlerden meydana gelmektedir (Anonim, 2002). Tekstil endüstrisi üretim sürecinde bulunan faaliyet ve işlemler, işlenen elyafa bağlı kalmaksızın tanımlama olarak birbirine benzerler (Kırdar, 1995). Endüstride, üretim proseslerinin başlangıcında ve devam eden süreçlerinde uygulanan yöntem ve işlemlere bağlı olarak ürün türleri de değişebilmektedir (Anonim, 2002). Bu endüstride uygulanan ana basamaklar; haşılama, haşıl sökme, merserizasyon, ağartma, apreleme ve boyama olarak sıralanabilir (Kırdar, 1995).

Ülkemizde tekstil endüstrisi ekonomik değişimlere bağlı olarak ihracatın artışında etkin rol alan en önemli sektörlerden birisidir. Türkiye’de tekstil endüstrisinin gelişimi Cumhuriyetin ilk yıllarına dayanmaktadır. Daha önceleri içe dönük olan tekstil sektöründe giderek, pamuk ve pamuk ipliği ihracatı artmış ve 1970’li yılların sonunda Türkiye, Avrupa Birliği ülkelerine pamuk ipliğinin önemli tedarikçisi durumuna gelmiştir (Kınacı, Germirli, Babuna, Görgün, Sözen ve Büyükdere, 2006).

Hazır giyim ve tekstil sektörü geçmiş yıllarda daha çok geleneksel ürünler için üretim yapan bir sektörken daha sonraki yıllarda diğer sektörlerle de girdi sağlayan bir sektör haline dönüşmüştür. Ticaret Örgütü (DTÖ)’nün 2013 yılı verilerine göre, tekstil ve hazır giyim sektöründeki 766,15 milyar Dolar olan dünya toplam ihracatının 27,6 milyar Dolar kısmı Türkiye’ye aittir. Çin, İtalya, Hindistan, Almanya ve Hong Kong tekstil ve hazır

giyim sektöründe en yüksek ihracat hacmine sahip olan ülkeler arasında gösterilmektedir. Türkiye tekstil ihracatında beşinci sırada hazır giyim ihracatında ise altıncı sırada kendisine yer bulabilmektedir. 2015 yılında tekstil sanayinde üretimin bir önceki yıla göre azaldığı hazır giyim sanayinde ise arttığı kaydedilmiştir. Ancak 2016 yılının Ocak - Ağustos dönemi için tekstil sanayinde üretimin bir önceki yılın aynı dönemine göre arttığı, giyim sanayinde ise artışın tekstil sektöründen çok daha fazla olduğu ve söz konusu artışın düzeyinde gerçekleştiği gözlenmiştir. 2006 - 2014 yılları arasında imalat sanayi yılda % 3,5 büyürken, tekstil sektörü üretimi % 0,4 küçülmüş ve hazır giyim sektörü 69 ise % 0,3 büyümüştür. Dolayısıyla tekstil ve hazır giyim sektörünün söz konusu dönem için imalat sanayi içindeki payının düştüğünü söylemek mümkündür. Tekstil ve hazır giyim sektöründe istihdam edilenlerin sayısı 2009 - 2013 yılları itibarıyla artış göstermiştir. Son on yıl için Türkiye'nin dış ticaret ve cari dengesinde en önemli rol oynayan sektörlerden birisinin tekstil ve hazır giyim sektörü olduğu sonucuna varılmaktadır. Diğer sektörler ile kıyaslandığında, Türkiye en önemli ihracatçı ve net ihracatçı ülke olma konumundadır. 2004 - 2013 yılları itibarıyla tekstil ve hazır giyim sektörü hem ihracat hem de net ihracat rakamları bakımından ilk sırada yer almaktadır. En yüksek ihracat yaptığı ülke Almanya iken ihracat hacminin en düşük olduğu ülke Hollanda'dır. Bunların sonucunda, tekstil ve hazır giyim sektörünün dış ticaret üzerinde ve istihdama olan katkısı gözlenmektedir (TÜİK ve Ulusal İstihdam Stratejisi, 2014).

Tekstil endüstrisi üretim prosesinde bulunan boyama, baskı ve apreleme faaliyetlerinde oldukça fazla miktarda su kullanılmaktadır. Ülkemizde tekstil fabrikalarının oldukça yoğun olması, hacim ve kirletici yükü oldukça fazla olan bu endüstri atıksularının arıtılmasını önemli hale getirmiştir. Ayrıca, bu proseslerden kaynaklanan atıksular fazla renk içerdiğinden rengin uygun değerlere kadar düşürülmesi hem alıcı ortam hem de estetik açıdan gereklidir (Edwards, 2000, Shu, Huang ve Chang, 1994).

Tekstil endüstrisinden ortaya çıkan renkli atıksular renk giderilmeden alıcı ortama deşarj edilmesi durumunda ciddi çevresel sorunlar oluşturabilmektedir. Bunlar; suyun estetik karakterini kötüleştirilmesi, suyun ışık geçirgenliğini azaltarak ekosistemi bozması, alıcı ortamın oksijenlenme kapasitesini düşürmesi ve toksik-kanserojenik özellikteki boyarmaddelerin su içerisindeki organizmalara olan olumsuz etkileri olarak sayılabilir (Nassar ve Magdy, 1997, Rodrigues, Maderira ve Boaventura, 2009). Tekstil endüstrisi, üretim sürecinde kimyasal direnci fazla olan boya kullanılmakta olup, bu boyanın belirli

kısmı suyun içinde çözünerek atıksu olarak çevreye salınmaktadır. Ayrıca bir yıllık kullanım için planlanan boya miktarının %20 lik kısmı boyama işlemi sırasında atık olarak meydana gelmektedir ( Mahamuni ve Adewuyi, 2010).

Genelde renkli atıksularının arıtımı konvansiyonel arıtma sistemlerinden olan koagülasyon, flokülasyon ve filtrasyon yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir (Owen, Bandi, Howell ve Churchouse, 1995). Diğer taraftan atıksulardaki rengi konvansiyonel metotlar ile gidermek oldukça zordur ve maliyetlidir (Edwards, 2000, Shu vd., 1994).

## **1.2 Boyar Maddeler**

Renklendiriciler, ürünlerde renklendirme veya koruma maksadıyla kullanılan kimyasal bileşiklerdir ve bunlar genel olarak boyarmadde ve pigmentler olarak sınıflandırılır. Boyama işlemlerinin yapıldığı alanda kullanılan çözünebilen ürünler boyarmadde olarak tanımlanır (Tutak, 2006).

Pigmentler ise daha çok sulu ortamda çözünmemeleri ile karakterize edilirler. Suda tamamen çözünebilen boyar maddeler ise saç, deri, tırnak ve tekstil materyalleri gibi ürünlere uygulanırlar. Boyar maddeleri pigmentlerden ayıran en büyük özellik, boyaların maddelere özel bir ilgi göstermesidir (Zollinger, 1991).

Günümüzde endüstriyel olarak yaklaşık 10,000 farklı boya ve pigment üretilmektedir. Dünya çapında bu boyaların yıllık üretimi  $7 \times 10^5$  tonun üzerindedir. Bu boyaların % 10-15'i boyama prosesleri sonucunda atık su ile alıcı ortama deşarj edilmektedir (Shreve ve Brink, 1977). Bunun yanında, dünyada boyar maddeye duyulan ihtiyaç ve kullanımı ise her geçen gün artmaktadır.

Boyar maddelerin 400-700 nm dalga boyu aralığında olan görünür bölge ışığını absorbe edebilme özellikleri vardır ve bu sayede renkli görünürler. Çok farklı yapılarda olan ve değişik alanlarda kullanılan bu bileşikler için farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Bir sınıflandırmaya göre boyar maddeler iki ana gruba ayrılmaktadır.

- i- İnorganik boyar maddeler
- ii- Organik boyar maddeler (Zollinger, 1991).

Ayrıca boyarmaddeler, kaynağına, kimyasal yapısına, kullanım alanına, molekül yapısına ve buna benzer çeşitli karakteristik özelliklerine göre de sınıflandırılabilir (Al-Degs, Khraisheh, Allen ve Ahmad, 2000).

Buna göre boyarmaddeler;

a-Kaynağına göre sınıflandırma:

- Doğal ve sentetik boyarmaddeler

b-Çözünürlüklerine Göre Sınıflandırma

- Suda çözünen boyarmaddeler
- Suda çözünmeyen boyarmaddeler

c-Kimyasal yapısına göre sınıflandırma

- Azo boyarmaddeleri
- İndigoid
- Nitro ve nitrozo boyarmaddeleri
- Polimetin boyarmaddeleri
- Arilmetin boyarmaddeleri
- Azo boyarmaddeleri
- Karbonil boyarmaddeleri
- Kükürt boyarmaddeleri
- Metal-kompleks boyarmaddeler
- Ftalasiyonin boyarmaddeler

d-Uygulama yöntemlerine göre sınıflandırma

- Bazik (katyonik) boyarmaddeler
- Asidik (anyonik) boyarmaddeler
- Direkt (substantif) boyarmaddeler
- Mordan boyarmaddeler
- Reaktif boyarmaddeler
- Küp boyarmaddeler
- İnkişaf boyarmaddeler
- Dispersiyon boyarmaddeleri
- Pigment,
- Solvent
- Optik beyazlatıcılar

olarak sınıflandırılır (Çelik, 2019).

Asidik (anyonik) boyarmaddeler genellikle naylon, elyaf, kâğıt, deri ve benzeri maddelerin boyanma işleminde kullanılırlar. Bunların asidik boyarmadde olarak adlandırılmasının sebebi, işlemin asidik banyoda uygulanması ve önemli bir kısmının organik asitlerin tuzlarından oluşmasıdır. Asidik boyarmaddelerle elyafın birleşimi iyonik bağlarla meydana gelir (Başer ve İnanıcı, 1990).

Asidik boyarmaddeler, düşük veya nötral pH seviyelerinde 60–80 °C sıcaklıklarda kullanılır (Gezergen, 1998). İlk asidik boyarmadde 1862 yılında Nicholson tarafından anilin mavisinin sülfolanmasıyla elde edilmiştir (Özcan, 1978). Bazik boyarmaddelerin en belirgin bir şekilde ortaya çıkan özellikleri parlak olması ve renk şiddetidir. Tekstil boyama işleminde kullanılan bazik boyarmaddeler, asetat tuzu ve klorür şeklinde olmaktadır. Pamuk boyama işleminde gün geçtikçe bazik boyarmaddelerinin kullanım miktarı azalmış olup, sebebi ise reaktif boyaların pamuk üzerinde daha parlak renk göstermesi olarak belirtilir. Su içerisinde çözünen boyalar pozitif yük ile yüklenmesinden dolayı katyonik boyalar olarak da adlandırılmaktadır (Süzen, 2015).

Reaktif boyarmaddeler çoğunlukla pamuk, keten ve benzeri selülozik elyafların boyanmasının yanı sıra yün, ipek, naylon ve deri boyamasında da kullanılmaktadır. Reaktif boyarmaddelerde bazik ve asidik boyarmaddelerin aksine renkler parlak ve çeşitlidir. Bu maddeler anyonik boyar maddelerdir, bu nedenle boyama bazik ortamda gerçekleştirilir (Gözükızıl, 2013).

### **1.3 Tekstil Endüstrisi Atıksu Arıtım Yöntemleri**

Tekstil endüstrisinde üretilen ürün yelpazesi çok geniş olduğundan bu endüstriden kaynaklanan atıksularda bulunan kirleticilerde oldukça fazla çeşitlilik göstermektedir. Bu kirleticilerin çeşitliliği atıksu arıtımı için farklı arıtma yöntemlerinin kullanımını gerektirecektir (Köseoğlu, 2004).

Tekstil endüstrisi atıksularının alıcı ortamlara verilmeden önce deşarj standartlarını sağlaması gerekir ve bu sebeple karmaşık kimyasal yapıları ve sudan ayrılması zor olan organik kirleticilerin arıtımı için çoğunlukla birçok proses uygulanmak zorundadır. Tekstil endüstrisi atıksularının arıtımında kullanılan yöntemler;

## Kimyasal Yöntemler

- Oksidasyon
- Elektrokimyasal
- Koagülasyon ve Flokülasyon

## Fiziksel Yöntemler

- Adsorbsiyon
- Membran Prosesler
- İyon Değişimi

## Biyolojik Yöntemler

- Aerobik
- Anaerobik
- Biyosorpsiyon
- İleri Aktif Çamur

yöntemler olarak sıralanabilir (Doğru, 2003).

Tekstil endüstrisinde cinslerine ayrılan kollarda oluşan atıksuların deşarj kriterleri Ek B'de verildi (SKKY, 2004).

### **1.4 Koagülasyon ve Flokülasyon**

Koagülasyon ve flokülasyon işlemi su arıtma sistemlerinin başlıca bileşenlerindedir (Toröz, 2015). Bu yöntemde atıksuda bulunan kirleticilerin, tanecik yüzeyinde adsorplanan toksik bileşenlerin ve dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumuna neden olabilen bileşenlerin giderilmesi ve suyun içilebilir seviyeye getirilmesi amaçlanır (Davis, 2010).

Kirleticileri gidermek üzere koagülant olarak kullanılan organik veya inorganik kimyasalların ortama eklenerek kolloid taneciklerin kararsızlaştırılması ve çökemeyen taneciklerin bir araya gelerek kolayca çökebilecek gruplar haline dönüştürülmesi işlemlerinin bütününe koagülasyon (pıhtılaşma) denir. Flokülasyon ise pıhtılaşmış taneciklerin kümeler halinde bir araya gelerek çökebilir büyüklüğe erişmesidir (Sengul ve Kucukgul, 1995).

Sulu ortamda bulunan tanecik özellikleri;

- Elektriksel özellikler
- Elektriksel çift tabaka
- Zeta potansiyeli
- Tanecik kararlılığı



ile belirlenebilir. Zeta potansiyeli, yüklü bir tanecik elektriksel alana yerleştirildiğinde, zıt yüklü kutba doğru ilerler. Bu hareket elektroforez olarak adlandırılır. Tanecik hareketinden dolayı tanecik yüzeyine yakın olan su da tanecikle birlikte hareket eder. Bu hareket iyon bulutunun da yerini değiştirmesine sebep olur. Kesme düzlemi ve ana çözelti arasındaki elektriksel potansiyele zeta potansiyeli denilmektedir (Toröz, 2015).

Bir sıvı içerisinde bulunan katı tanecikler, taneciklerin birbirini itmesine neden olan bir yüzey elektrik yüküne ve zeta potansiyeline sahiptir (Celik ve Ersoy, 2004). Tanelerin biraraya gelmesini engelleyen sebeplerden birisi de tanecik yüzeyinde bulunan su tabakasıdır. Bu su tabakası da tanelerin Van der Waals çekim kuvvetlerini azaltarak tanelerin birlikte durmalarına engel olur (Gregory, 1989). Atıksuya ilave edilen kimyasal maddeler yardımıyla gerçekleştirilen flok oluşumu sayesinde kolloidler ve çözülmüş maddelerin giderimi sağlanabilir (Kocaer ve Alkan, 2002).

Atıksu arıtımında organik katyon koagülantlar ve inorganik koagülantlar kullanılmaktadır.

Organik katyon koagülantlar

- Epiklorohidrin dimetilamin
- Polidiallil dimetil amonyum klorür

İnorganik koagülantlar

- Alüminyum sülfat
- Sodyum aluminat
- Alüminyum klorür
- Polialuminyum klorür
- Polialuminyum sülfat
- Polidemir klorür
- Demir-3 klorür
- Demir-3 sülfat

Bu prosesin yaygın olarak kullanılmasının temel sebebi; kolay uygulanabilmesi, yüksek giderim verimi elde edilebilmesi, ekonomik verimliliği ve aynı zamanda alternatif teknolojilere göre daha az enerji gerektirmesi olarak sayılabilir (Szygula, Guibal, Palacin, Ruiz ve Sastre, 2009).

Uygulamada genellikle koagülant olarak  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $FeSO_4$  ve kireç kullanılmaktadır (Kocaer ve Alkan, 2002). Koagülasyon işleminde pH, boyarmadde tür ve konsantrasyonu, tuz konsantrasyonu ve sıcaklık renk giderimini etkileyen başlıca parametrelerdir. Yumaklaştırma ve çöktürme ile optimum koşullar altında %80-90 verim elde edilebilmektedir (Arıcı, 2000).

Koagülasyon işlemiyle boya ile birlikte önemli miktarda AKM, çözünmüş madde, tuz ve metal içeren tekstil atıksulardan etkili bir biçimde renk ve KOİ giderimi sağlanabilmektedir (Joo, Shin, Choi, Choi, Kim, Han, Ha ve Kim, 2007).

Günümüzde konvansiyonel yöntemle çalıştırılan tekstil endüstrisi atıksu arıtma tesislerinin çıkış sularında SKKY standartlarında öngörülen deşarj kriterlerini sağlamada sorunlar yaşanmaktadır. Mevcut arıtma tesislerine entegre edilebilecek veya yeni kurulacak tesislerde planlanabilecek verimli ve ekonomik bir metod bu sorununun çözümüne büyük katkı sağlayabilecektir.

### **1.5 Optimizasyon**

Optimum deneme tasarımlarını belirleyebilmek için pek çok farklı istatistiksel ölçüt kullanılmıştır. Tüm bu ölçütlerin eş zamanlı olarak yorumlanması ile sonuca ulaşma hedeflenmiştir. Kullanılan ölçütler, veri sayısı, modelin tahmin gücü, hataların kareleri toplamı, uyumluluk Model içerisindeki toplam kestirici sayısı (kayma dâhil), toplam başarılı ölçüt, Akaike bilgi kriteri, düzeltilmiş Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri, Amemiya türetim, maliyet ve güven aralığıdır (Akaike, 1974).

Süreçlerin ve sistemlerin performansı için genellikle deneysel çalışmalar kullanılmaktadır. Bu çalışmalardaki problemlerin çözümünde temelde deneme yanılma metodu kullanılarak çözüme ulaşılmak hedeflenmektedir (Salkım ve Yılmaz, 2010).

Gelenekçi deney tasarım yöntemleri pahalı, kaynak ihtiyacı olan ve zaman gerektiren yöntemlerdir. Bu yüzden belirtilen parametreleri minimum seviyelere çekebilmek için istatistiksel deney tasarımı da araştırmalar için, gelenekçi yöntemlere göre yeni bir yaklaşıma doğru kayılmaktadır (Gökçe ve Taşgetiren, 2009).

Response Surface Methodology (RSM); tepki (response) değişenini etkileyen bir den fazla parametrenin olması halinde; problemlerin çözümlenmesi ve modellenmesi sırasında kullanılan istatistiksel yöntem ve matematiksel gösterimlerin tümüne denir (Montgomery, 2001). RSM verileri, bir modele uydurmak amacıyla deneysel tasarım yöntemi olan merkezi kompozit tasarım (MKT) metodunu kullanır. Sunulan modelin yeterliliği kontrol testlerinden olan varyans analizi (ANOVA) gibi testler ile test edilir (Ahmadi, Vahabzadeh, Bonakdarpour, Mofarrah ve Mehranian, 2005).

Bu çalışmada tekstil endüstrisinde boyamada kullanılan asidik ve reaktif boyaları (Asit Red 88 ve Reaktif Black 5) içeren sentetik çözeltilerden modifiye nişasta kullanılarak koagülasyon flokülasyon yöntemi ile renk gideriminin optimizasyonu incelenmiştir. Optimizasyon yöntemi olarak RSM kullanılmıştır.

## 1.6 Literatür Özeti

Tekstil endüstrisi atık sularının arıtılması için arıtma yöntemlerinden pıhtılaşıma işlemini kullanan bir çalışmada, gerçek tekstil endüstrisi atıksularında Reactive Magenta boyasının giderimi için, Mannar Körfezi kıyı bölgesinden bir deniz kahverengi algı olan *Sargassum sp.*'den çıkarılan etkili bir yeni biyopolimerik pıhtılaştırıcı aljinat kullanılmıştır. Atık sularda bulunan Reaktif Macenta boyası, pıhtılaştırıcı olarak aljinatlı konvansiyonel jar testi kullanılarak giderilmiştir. Ham aljinat ve boya yüklü aljinat, Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi ve taramalı elektron mikroskopu teknikleri ile karakterize edilmiştir. Aljinat dozu, kalsiyum dozu ve temas süresinin etkisi araştırılmış, 30 mg / L aljinat dozu, 4 g / L kalsiyum dozu ve nötr pH'ta optimum koşullar elde edilmiş maksimum % 92.7'lik renk gideriminin sağlandığı görülmüştür. Bu çalışmaya dayanarak, kahverengi alg *Sargassum sp.*'den ekstrakte edilmiş doğal bir biyopolimerik bir bileşik olan aljinatın, gerçek tekstil atık suyundan Reaktif Macenta boyasının çıkarılması için etkili bir pıhtılaştırıcı kullanılabileceği doğrulanmıştır (Vijayaraghavan ve Shanthakumar, 2018).

Yapılan diğer bir çalışmada sırasıyla koagülasyon - UVA / MgO nanoparçacıkları prosesi kullanılarak fotokatalitik bozunma ile Asit Red 73 (AR73) boyasının giderimi ve daha sonra gerçek bir tekstil atık suyunun arıtılması incelenmiştir. Sentetik atık sularda pH, pıhtılaştırıcı ve fotokatalizör dozu içeren etkili operasyonel parametreler incelenmiş ve proses gerçek atık su için uygulanmıştır. 200 mg / L'lik pıhtılaştırıcı dozajda ve 6 pH değerinde, boya konsantrasyonu 200'den 31 mg / L'ye düşmüş, AR73'ün tamamen

giderilmesi, 0.8 g / L MgO nanoparçacıkları, pH 5 ve 60 dakikalık reaksiyon süresi ile gözlenmiştir. Gerçek tekstil atık sularında, pıhtılaşma-UVA / MgO nanopartikülleri fotokatalitik degradasyon sekansı, 300 dakika sonra sırasıyla % 98.3 ve % 86.9'lük önemli miktarda toplam KOİ ve TOK giderimi sağlamıştır (Jorfi vd., 2016).

FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O kullanılarak yapılan pıhtılaşma / yumaklaşma işlemi kullanılmış olan bir çalışmada; pamuk, akrilik ve polyester boyama atıksularını simüle eden sentetik atıklardan organik bileşiklerin ve rengin giderilmesi değerlendirilmiştir. Pıhtılaşma dozu, sıcaklık, pH, karıştırma hızı ve çözünmüş organik karbonun (DOC) uzaklaştırılmasını maksimize eden karıştırma süresi, her bir atık su için renk ve pıhtılaşma işlemi için araştırılmıştır. Karıştırma hızının, karıştırma süresinin ve topaklaştırıcı dozu (Magnafloc 155 veya Superfloc C-573) topaklanma aşaması üzerindeki etkisi, daha önce belirlenmiş olan optimum koşullarda pıhtılaşma ile ön işleme tabi tutulan atık maddeler için değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, her bir atık su için optimum çalışma koşullarının farklı olduğunu ve bir bütün olarak işlemlerin renk giderme açısından etkili olduğunu göstermiştir (pamuk için yaklaşık % 91, akrilik atıklar için yaklaşık % 94; atık, pratik olarak renksizdir). Bununla birlikte, gözlemlenen DOC uzaklaştırması yüksek bulunmamıştır (polyester için yaklaşık% 33, pamuk için yaklaşık% 45 ve akrilik atıklar için yaklaşık% 28) (Rodrigues vd. , 2013).

Katyonik nişasta ile ilgili giderim çalışmalarında, nişasta yapısında bulunan çeşitli kuaterner amonyum tuzu gruplarından oluşan katyonlaşmış nişasta bazlı pıhtılaştırıcı maddelerin, kaolin ve iki farklı bakteri türünden (E. coli ve S. aureus) oluşan kirletici içeren beş farklı atıksuların farklı pH koşullarında flokülasyon ile giderdiğini ve bu işlemde etkili sonuç gösterdiğini tespit etmiştir. StCTA güçlü elektrostatik etkileşim ile bakteri hücre duvarına tutunup duvar yapısını bozarak etkili bir antibakteriel aktivite gösteren quaterner amonyum tuzlarının sayesinde E. coli ve S. Aurus'a etki gösterdiği tespit edilmiştir. Daha az maliyetli ve zararlı akrilamid monomerlerinin salınmaması, su arıtımında önemli yeri olan amfoterik nişasta bazlı folikulanta (CMS-g-APAM) ve katyonik nişastaya (St-g-PDMC) göre daha üstün özelliklere sahip olduğu tespit edilmiş (Liu ve Li, 2017).

Yonga levha endüstrisi atıksularının koagülasyon yöntemi kullanılarak arıtıldığı bir çalışmada, odun külleri ve nişasta kullanılmıştır. Çalışmada KOİ ve AKM giderimini etkileyen parametreler ve aralıkları belirlemek için RSM optimizasyon yönteminden yararlanılmıştır. Deneylere göre; katyonik patates nişastasası (KPN) ile KOİ ve AKM giderimini maksimum olmasını sağlayan değerler; pH: 4, polialüminyum klorür (PAK-17) dozu: 4 mL/L, KPN dozu: 16 mL/L, odun külü : 8 g/L olarak elde edilmiş, bu değerlerde giderim verimleri; KOİ için % 67,2, AKM için %99,22 olarak elde edilmiştir. Anyonik patates nişastasası (APN) ile KOİ ve AKM giderimini maksimum yapan değerler; pH:4, PAK-17 dozu: 0 mL/L, KPN dozu: 24 mL/L, odun külü dozu: 8 g/L olarak bulunmuş, KOİ %84,31 ve AKM %96,36 oranında giderilmiştir. Arıtımda APN' nin KPN' ye göre KOİ giderim veriminde %20,3 daha yüksek, AKM giderim veriminde ise %2,88 daha düşük verim sağladığı görülmüştür. Maliyet hesabı yapıldığında toplam maliyetin KPN için 2,11 \$/m<sup>3</sup> ; APN için ise 0,56 \$/m<sup>3</sup> olduğu hesaplanmıştır (Saim, 2019).

Doğal kil minerali ile Asit Kırmızısı 88 'in adsorpsiyon özellikleri başlangıç pH'sı, başlangıç boya konsantrasyonu, adsorban miktarı, kolon iç çapı ve akış hızı gibi koşullarda araştırılmış, maksimum adsorpsiyon kapasitesi 1133,10 mg g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En fazla boyarmadde gideriminin pH 2'de olduğu görülmüş, sürekli sistemde gerçekleştirilen çalışmalarda, doğal kilin atıksu ortamındaki uygulamalarda da etkili olacağı öngörülmüştür (Uysal, 2010).

Yüzey aktif kimyasalların bulunduğu çözeltilerde, sodyum hipokloritle renklerin gideriminin azo boyar maddeler üzerindeki etkinliği çalışmış ve renk giderimi gözlenmiştir (Hamada vd. , 1998).

Diğer bir çalışmada, *C. tropicalis* ile yapılan biyoakümüilasyon çalışmasında, 50 mg/L Reaktif Black 5 (RB5) boyarmaddesi kullanarak pH 3'te 25 °C'de 22. gün sonunda % 99 giderim, 50 mg/L RB5 boyarmaddesi kullanılarak PH 6'da 30°C'de 3. günde *C. tropicalis* mayası ile CTAB surfaktanlı ortamda ise % 85 giderim sağlanmıştır. Bu da CTAB surfaktan ile mayanın giderim kapasitesini azalttığı göstermiş (Dönmez, 2002).

Gülyüz çalışmasında fotokatalitik oksidasyon prosesi ile organik kirleticileri CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O gibi ürünlere parçalayarak Reactive Black 5' in renk giderim ve TOC (Toplam Organik Karbon) giderimini incelemiştir. Hava beslemeli fotoreaktör, UV-C ışık kaynağından ve TiO<sub>2</sub> ve ZnO fotokatalizörleri kullanılmış, çalışmada pH etkisi, başlangıç konsantrasyonu, TiO<sub>2</sub> ve ZnO katalizör miktarları, hava akış hızı, sıcaklık ve karıştırma hızlarının değişimi, renk giderimi ve degradasyon incelenmiştir (Gülyüz, 2019).

Gökkuş tekstil endüstrisinde oluşan atıksuların giderimi için fenton prosesi ve kimyasal koagülasyon yöntemini kullanmış, yapılan deneyler sonucunda Fenton prosesi ile Everzol Yellow, Syndirect, Synacid Red için optimum şartlarda renk ve KOI giderimini değerlendirmiştir. Diğer taraftan kimyasal çöktürme uygulamalarında Everzol Yellow, Syndirect Blue ile Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>) ve Synacid Red ile Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> koagulantı kullanılarak renk ve KOI giderimini incelemiştir. Çalışmalar sonucu fenton prosesi ile etkin bir biçimde renk giderimi ve KOI giderimi sağlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Gökkuş, 2009).

Guida ve arkadaşları belediye atık suyunda KOİ ve AKM gideriminde koagülasyon yöntemini kullanmıştır. Yapılan deneylerde 150 - 450 mg/L alüminyum kullanmış, hızlı karıştırma 1 dakika 100 rpm, yavaş karıştırma 20 dakika 30 rpm ve çökeltme için 30 dakikada şartlarında (4 ile 10 arasındaki pH değerinde ve oda sıcaklığında) çalışmıştır. Flokülasyonda anyonik polielektrolitden faydalanmıştır. Çalışmada, atık su kaynağı, pH ve farklı alüminyum dozları ile KOİ ve AKM giderimleri arasında değişken ilişki değerleri değerlendirilmiş, koagülasyon işleminin pH ve alüminyum değerlerinin değişimine bağlı olduğu görülmüştür (Guida vd., 2006).

Yapılan başka bir çalışmada koagülasyon etkinliğinin boyanın kromofor çeşidinden kaynaklandığını düşünmüşler, polimer ile reaktif ve asit boyaların koagülasyon ile renk giderimi incelenmiş ve giderim için bir sıralama yapmışlardır: azo > xanthene ve ftalosiyanın > antrakinin. Değişik kromoforlar ile birlikte 12 asit boyası üzerinde çalışmış asit amfoterik yüzey-tipi boyalarının koagülasyonunun daha zorlu olduğu görülmüştür (Osterman vd., 2004).

Bu çalışmada, asidik bir boya olan AR 88 ve reaktif bir boya olan RB 5'in kimyasal arıtımının maliyeti dūřuk ve organik bir madde olan katyonik patates nişastası ile arıtımı amaçlanmıştır. Prosesi optimize etmek amacıyla endüstride sıkça kullanılan RSM'nin merkezi kompozit tasarımı kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL METOD

### 2.1 Boyar Maddelerin Hazırlanması

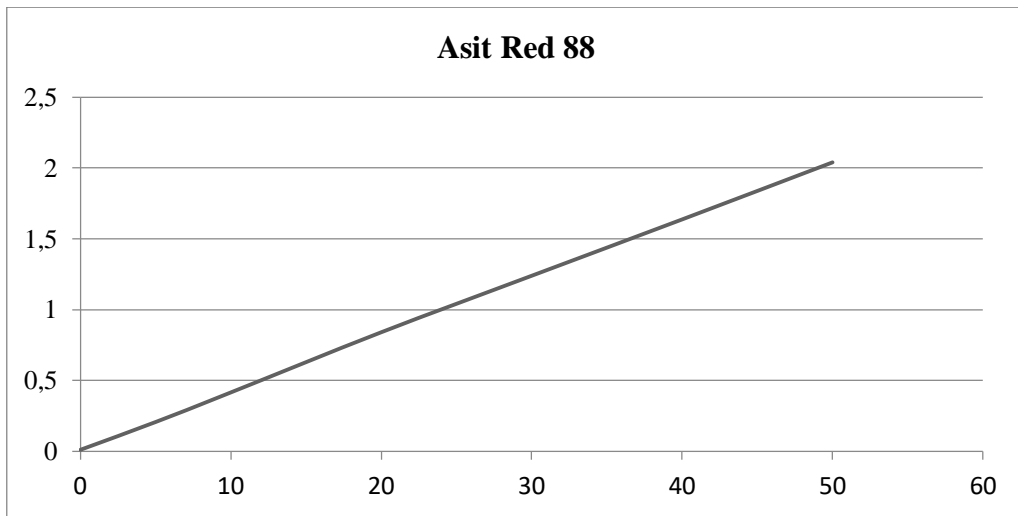
#### A. Asit Red 88

Asit red 88 (AR 88) boyası, molekül ağırlığı 400,38 g/mol ve kimyasal formülü  $\text{HOC}_{10}\text{H}_6\text{N}=\text{NC}_{10}\text{H}_6\text{SO}_3\text{Na}$  olan asidik bir boyadır. AR88'in kimyasal yapısı Şekil 2.1'de verilmiştir(<https://www.sigmaaldrich.com>).



Şekil 2.1: Asit red 88 kimyasal yapısı.

AR 88'in 1000 ppm'lik stok çözeltisi hazırlandı, kalibrasyon ve deneylerde gerekli seyreltmeler yapılarak kullanıldı. Stok çözeltiden seyreltme yolu ile 5,10,20,30,40 ve 50 ppm çözeltiler hazırlandı ve 503 nm dalga boyunda spektrofotometrede kalibrasyon işlemleri gerçekleştirildi. Kalibrasyon grafiği Şekil 2.2'de gösterildiği gibidir.  $R^2 = 0,9998$

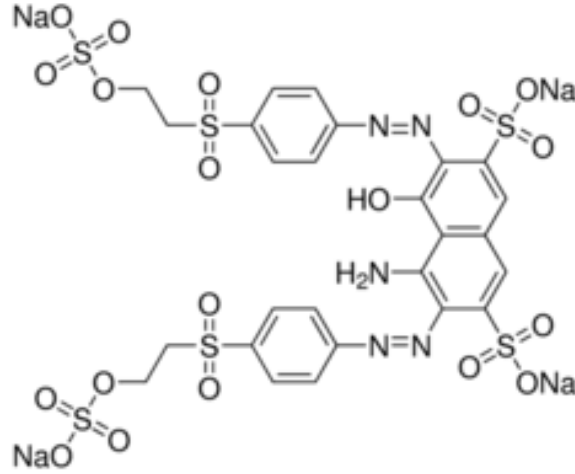


Şekil 2.2: AR88 için kalibrasyon grafiği.



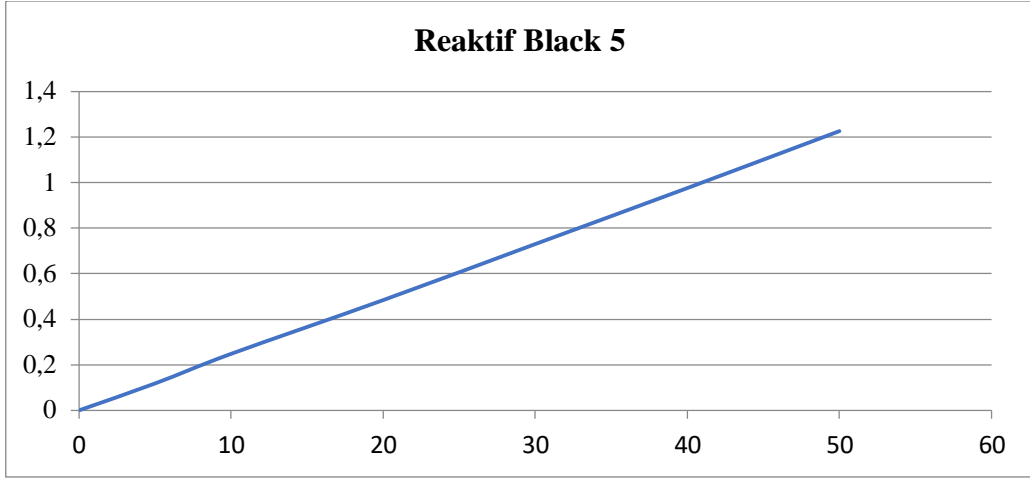
## B. Reaktif Black 5

Reaktif black 5 (RB 5) , molekül ağırlığı 991,82 g/mol, kimyasal formülü  $C_{26}H_{21}N_5Na_4O_{19}S_6$  şeklinde olan reaktif grubu bir boyadır. Boyanın kimyasal yapısı Şekil 2.3'te gösterildi (<https://www.sigmaaldrich.com>).



Şekil 2.3:RB5 kimyasal yapısı.

RB 5 boyasının 1000 ppm lik stok çözeltileri hazırlanarak gerekli seyreltmeler yapıldı ve kalibrasyon ve deneylerde bu çözeltiler kullanıldı. Stok çözeltiden 5,10,20,30,40 ve 50 ppm seyreltik çözeltiler hazırlanarak 597 nm dalga boyunda kalibrasyon yapıldı. Kalibrasyon grafiğinin  $R^2$ 'si 0,9999 bulundu ve grafik Şekil 2.4'te gösterildi.



**Şekil 2.4:** Reaktif Black 5 kalibrasyon eğrisi.

## 2.2 Katyonik Patates Nişastası (KPN)

Kasyonik patates nişastası satın alınarak % 5 (w/V) lik çözeltiler seyreltme yoluyla hazırlandı. Deneylerde kullanılan KPN günlük olarak hazırlanıp bekletilmeden kullanıldı. KPN'nin malzeme güvenlik bilgi formu Ek A'da verildi.

## 2.3 Kullanılan Kimyasallar

- Asit Red 88 (Sigma) kullanıldı.
- Reaktif Black 5 (Sigma) kullanıldı.
- pH ayarlamalarında 0,1 M HCL (Merck) ve 0,1 M NaOH (Merck) kullanıldı.
- Koagülant olarak kasyonik patates nişastası kullanıldı.
- Flokülant olarak polielektrolit kullanıldı.
- KOİ analizinde potasyum dikromat , gümüş sülfat ve sülfürik asit kullanıldı.
- Tuz ilavesi olarak NaCl kullanıldı.

## 2.4 Kullanılan Cihazlar

Bu çalışmada koagülasyon ve flokülasyon işlemlerini gerçekleştirmek için Şekil 2.5'te gösterilen Velp Scientifica FC6S markalı jar test cihazı kullanıldı.



Şekil 2.5: Jar ünitesi.

Boyar madde çözeltilerinin hazırlanmasında numuneleri karıştırmak için Şekil 2.6'da gösterilen MTOPS Ms300 Hs marka ısıtıcılı manyetik karıştırıcı kullanıldı.



Şekil 2.6: Manyetik karıştırıcı.

Bu çalışmada gerekli tartımlar Şekil 2.7’de gösterilen Precisa XB220A markalı hassas terazide yapıldı.



**Şekil 2.7:** Hassas terazi.

pH ayarlamaları için Şekil 2.8’de gösterilen WTW inolab 720 markalı pH metre kullanıldı.



**Şekil 2.8:** Ph metre.

Boyar maddelerin arıtım işlemlerinden sonra santrifüjü için Şekil 2.9’da gösterilen Ohaus frontier 5706 markalı santrifüj cihazı kullanıldı.



**Şekil 2.9:** Santrifüj cihazı.

Bu çalışmada KOİ analizleri için gerekli olan kaynatma işlemi Şekil 2.10’da gösterilen WTW markalı termoreaktörde yapıldı.



**Şekil 2.10:** Termoreaktör cihazı.

Bu çalışmada numunelerin renk ve KOİ değerlerinin tespitinde Şekil 2.11’de gösterilen Spectroquant Pharo 300 markalı spektrofotometre kullanıldı.



**Şekil 2.11:** Spektrofotometre.

## 2.5 Deney Tasarımı

Boyar maddelerin KPN ile gideriminde optimizasyon yöntemi olarak RSM'nin Merkezi Kompozit Tasarımı (MKT) kullanıldı. Bağımsız değişken olarak başlangıç boyar madde konsantrasyonu, pH, KPN dozu ve polielektrolit dozu, bağımlı değişken olarak ise boya giderim verimi seçildi. Proses üzerinde etkili olan parametrelerin aralıklarını belirleyebilmek amacıyla ön denemeler yapıldı. Ön denemelere göre belirlenen parametreler ve seviyeleri Tablo 2.1'de gösterildiği gibidir.

**Tablo 2.1:**Deney tasarımında kullanılan parametreler ve seviyeleri.

Faktörler	Konsantrasyon (ppm)	pH	KPN dozu (mL/L)	Polielektrolit (mL/L)
-1	50	4	4	0
0	100	6	6	1
1	150	8	8	2

Minitab programı kullanılarak parametreler ve seviyelerine göre dört faktör, üç seviye ve yedi tekrar deneyi olmak üzere 31 deney tasarlandı. Deney tasarım matrisi Tablo 2.2'de gösterildi. AR 88 ve RB 5 için karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla aynı parametreler ve seviyeleri kullanıldı.

**Tablo 2.2:** Deney tasarım matrisi.

Deney No	A	B	C	D
1	-1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1	-1
3	-1	1	-1	-1
4	1	1	-1	-1
5	-1	-1	1	-1
6	1	-1	1	-1
7	-1	1	1	-1
8	1	1	1	-1
9	-1	-1	-1	1
10	1	-1	-1	1
11	-1	1	-1	1
12	1	1	-1	1
13	-1	-1	1	1
14	1	-1	1	1
15	-1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	-1	0	0	0
18	1	0	0	0
19	0	-1	0	0
20	0	1	0	0
21	0	0	-1	0
22	0	0	1	0
23	0	0	0	-1
24	0	0	0	1
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0

## 2.6 Deneilerin Yapılışı

Deneiler deney tasarımında belirlenen şartlarda altı bölmeli jar testi düzeneğinde gerçekleştirildi. Öncelikle stok çözeltiden istenilen konsantrasyonlarda boyar madde çözeltileri hazırlanarak matrikste belirtilen pH'ya ayarlandı. Jar test ünitesine yerleştirilen numunelere katyonik patates nişastası eklendi, 3 dakika 150 rpm de hızlı karıştırma işlemi sonrasında numunelere polielektrolit ilave edilerek 30 dakika 30 rpm yavaş karıştırma işlemi gerçekleştirildi. 30 dakika bekletme işleminden sonra otomatik pipet yardımı ile numuneler çekilerek 5 dakika 5000 rpm'de ile santrifüj edildi. Gerekli seyreltmeler yapılarak spektrofotometrede renk konsantrasyonları okundu. Numunelerin yüzde giderim verimleri denklem 2.1'e göre hesaplandı.

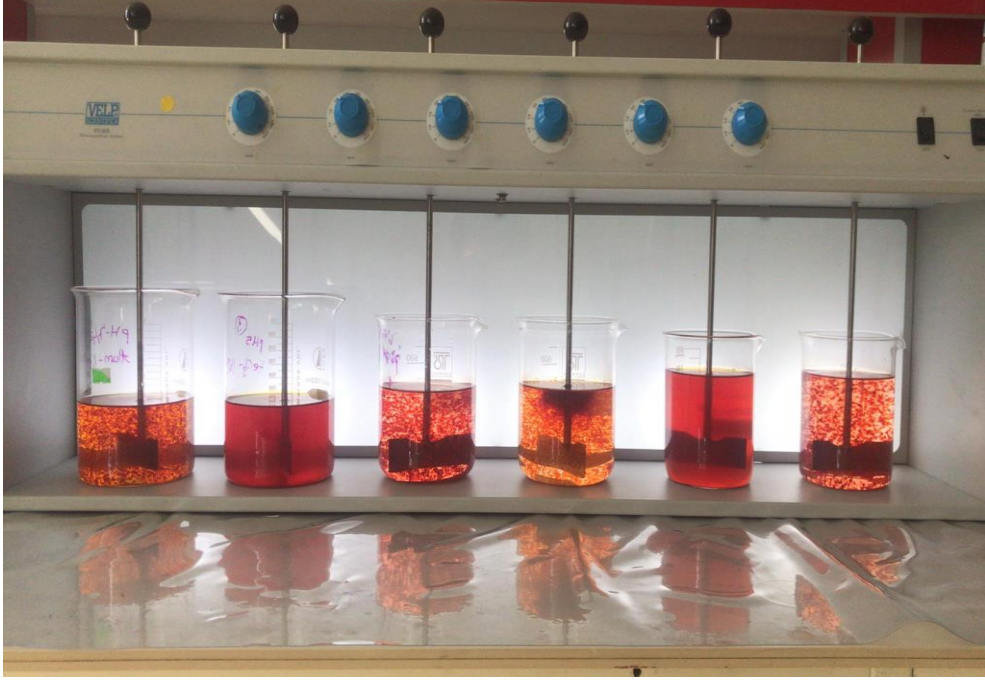
$$\% \text{Boya giderim verimi} = (C_0 - C) \times 100 / C_0 \quad (2.1)$$

$C_0$ :Başlangıç boya konsantrasyonu (mg/L),

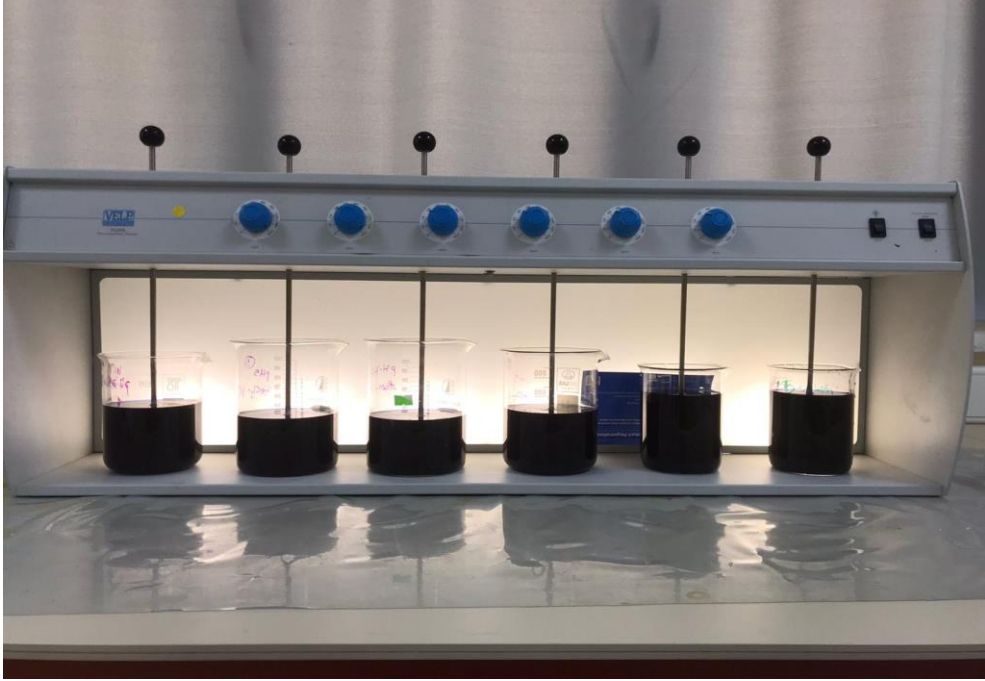
$C$ :Deney sonunda ortamda kalan boya konsantrasyonu (mg/L)

Deneysel çalışmalarda kullanılan deney düzeneğine ait görüntü Şekil 2.12 ve 2.13.de gösterildiği gibidir.





Şekil 2.12: AR 88 boyasının giderim deneyi.



Şekil 2.13: RB 5 boyasının giderim deneyi.

### **KOİ deneylerinin yapılışı**

Optimum şartlarda KOİ gideriminin araştırılması amacıyla, deney sonunda alınan numuneler santrifüj edilerek kapalı refluks metoduna göre analiz edildi. Analiz sonuçlarına göre yüzde KOİ giderim verimi Denklem 2.1'e göre hesaplandı.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 Asit Red 88 Giderim Çalışmaları

Asit red 88 boyar maddesinin kimyasal arıtımı MKT’de belirlenen şartlarda, oda sıcaklığında yapılan deneylerle gerçekleştirildi.

Deney şartları ve bu şartlarda elde edilen deneysel sonuçlar ile modelin öngördüğü sonuçlar Tablo 3.1’de verildi.

**Tablo 3.1:** Asit red 88 boyar maddesi için yapılan deneysel çalışma ve sonuçlar.

Deney No	Konsantrasyon (ppm)	pH	KPN dozu (mL/L)	Polielektrolit dozu (mL/L)	Deneysel % verim	Model % verim
1	50	4	4	0	87,24	84,9637
2	150	4	4	0	38,04	36,2924
3	50	8	4	0	86,44	84,4274
4	150	8	4	0	38,38	36,3387
5	50	4	8	0	67,96	69,2146
6	150	4	8	0	72,66	73,6359
7	50	8	8	0	68,84	69,1409
8	150	8	8	0	71,89	74,1446
9	50	4	4	2	89,35	87,1013
10	150	4	4	2	36,83	35,0775
11	50	8	4	2	90,32	87,8925
12	150	8	4	2	37,7	36,4513
13	50	4	8	2	68,75	69,3398
14	150	4	8	2	68,39	70,4085
15	50	8	8	2	68,84	70,5935
16	150	8	8	2	71,42	72,2448
17	50	6	6	1	70,42	75,4863
18	150	6	6	1	51,26	51,9763
19	100	4	6	1	78,03	81,2163
20	100	8	6	1	79,27	81,8663
21	100	6	4	1	45,48	61,2352
22	100	6	8	1	81,23	71,2574
23	100	6	6	0	77,92	81,2118
24	100	6	6	2	78,84	81,3307
25	100	6	6	1	78,01	75,5703

**Tablo 3.1:** (devam)

<b>Deney No</b>	<b>Konsantrasyon (ppm)</b>	<b>pH</b>	<b>KPN dozu (mL/L)</b>	<b>Polielektrolit dozu (mL/L)</b>	<b>Deneysel % verim</b>	<b>Model % verim</b>
26	100	6	6	1	77,41	75,5703
27	100	6	6	1	78,52	75,5703
28	100	6	6	1	77,9	75,5703
29	100	6	6	1	78,29	75,5703
30	100	6	6	1	77,6	75,5703
31	100	6	6	1	78,61	75,5703

Asit Red 88 boyarmaddesi ile yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre modelden türetilen denklem Denklem 3.1’de verildi, deneysel çalışma ve model arasındaki uyumu gösteren regresyon katsayısı ( $R^2$ ) değeri 0,9321 olarak elde edildi.  $R^2$  değerinin 1’e yakın olması model ile deneysel çalışmanın uyumlu olduğunu göstermektedir.

**% Asit Red 88 renk giderim verimi =**

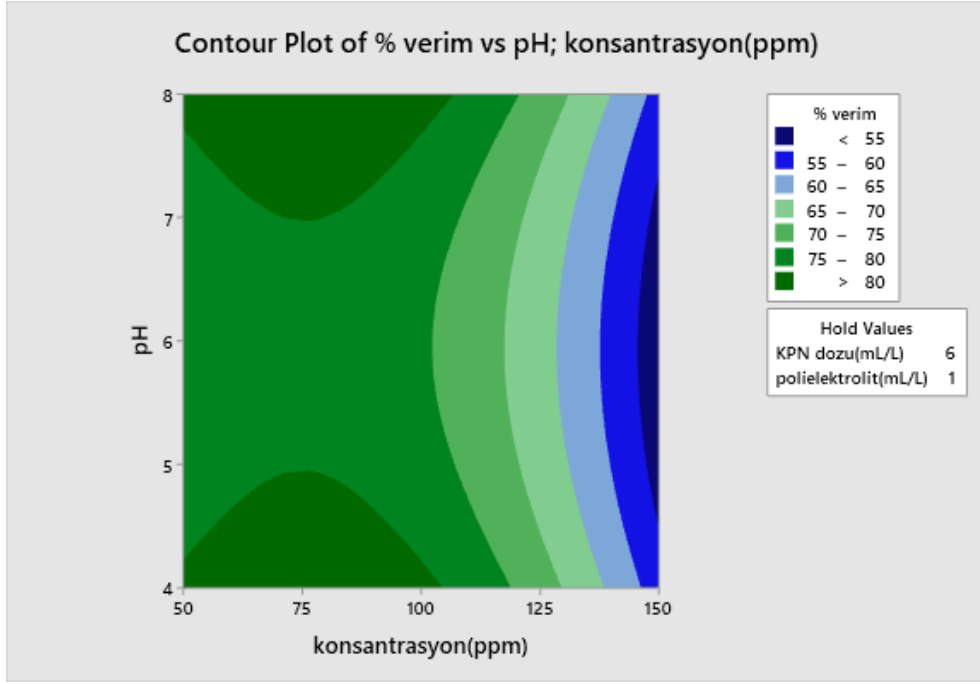
$$\begin{aligned} & 90,5 - 0,076 \text{ konsantrasyon(ppm)} - 18,2 \text{ pH} + 17,3 \text{ KPN dozu(mL/L)} - \\ & 9,15 \text{ polielektrolit(mL/L)} - 0,00474 \text{ konsantrasyon(ppm)} * \text{konsantrasyon(ppm)} \\ & + 1,493 \text{ pH} * \text{pH} - 2,331 \text{ KPN dozu(mL/L)} * \text{KPN dozu(mL/L)} \\ & + 5,70 \text{ polielektrolit(mL/L)} * \text{polielektrolit(mL/L)} \\ & + 0,0015 \text{ konsantrasyon(ppm)} * \text{pH} + 0,1327 \text{ konsantrasyon(ppm)} * \text{KPN dozu(mL/L)} \\ & - 0,0168 \text{ konsantrasyon(ppm)} * \text{polielektrolit(mL/L)} + 0,029 \text{ pH} * \text{KPN dozu(mL/L)} \\ & + 0,166 \text{ pH} * \text{polielektrolit(mL/L)} - 0,252 \text{ KPN dozu(mL/L)} * \text{polielektrolit(mL/L)} \end{aligned} \quad (3.1)$$

AR 88 gideriminde hangi parametrelerin etkili olduğunu incelemek amacıyla ANOVA analizinden yararlanıldı. P değeri 0,05’in altında olan parametreler proses üzerindeki etkili parametrelerdir. P değeri sıfıra ne kadar yakın ise anlamlılık o derece yükselmektedir. Yapılan çalışmada P değeri konsantrasyon ve KPN dozu için anlamlı olup, pH ve polielektrolit için anlamlı gözükmemektedir. ANOVA analizine ait sonuçlar Tablo 3.2’de verilmiştir.

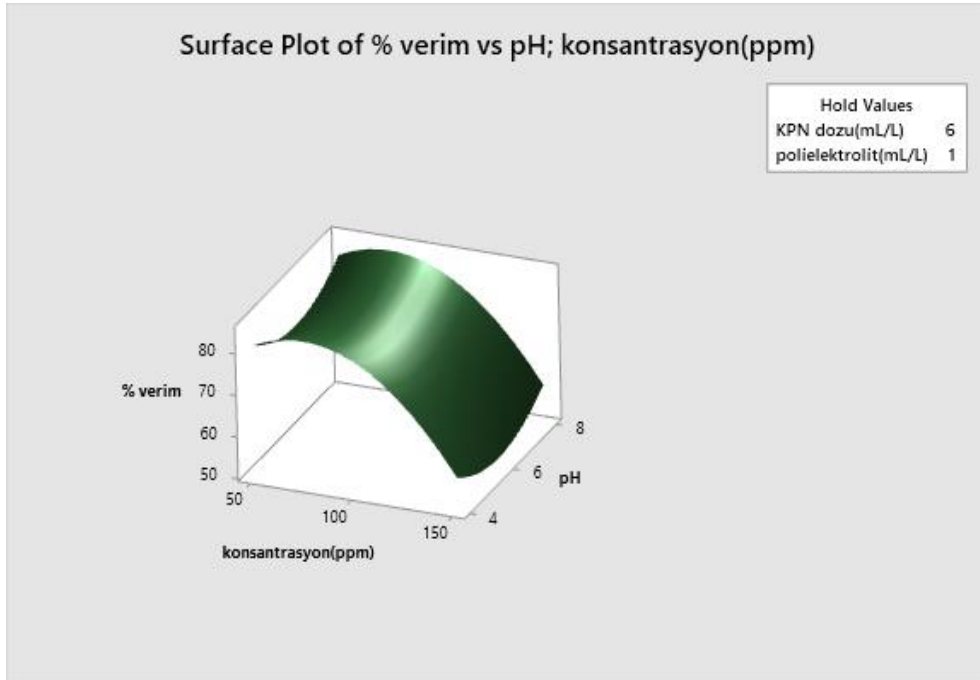
**Tablo 3.2:** Asit Red 88 boyar maddesinin giderimi için varyans analizi.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	14	6867,940	490,570	15,700	<b>0,000</b>
Linearr	4	2941,210	735,300	23,530	0,000
Konsantrasyon (ppm)	1	2487,240	2487,240	79,600	<b>0,000</b>
Ph	1	1,900	1,900	0,060	0,808
KPN dozu(mL/L)	1	452,000	452,000	14,470	<b>0,002</b>
polielektrolit(mL/L)	1	0,060	0,060	0,000	0,965
square	4	1090,310	272,580	8,720	0,001
Konsantrasyon (ppm)*konsantrasyon (ppm)	1	363,740	363,740	11,640	<b>0,004</b>
Ph*Ph	1	92,520	92,520	2,960	0,105
KPN dozu(mL/L)*KPN dozu(mL/L)	1	225,620	225,620	7,220	<b>0,016</b>
polielektrolit(mL/L)*polielektrolit(mL/L)	1	84,350	84,350	2,700	0,120
2-Way Interaction	6	2836,420	472,740	15,130	0,000
Konsantrasyon (ppm)*pH	1	0,340	0,340	0,010	0,918
Konsantrasyon (ppm)*KPN dozu(mL/L)	1	2818,810	2818,810	90,220	<b>0,000</b>
Konsantrasyon(ppm)*polielektrolit(mL/L)	1	11,240	11,240	0,360	0,557
pH*KPN dozu(mL/L)	1	0,210	0,210	0,010	0,935
pH*polielektrolit(mL/L)	1	1,760	1,760	0,060	0,815
KPN dozu(mL/L)*polielektrolit(mL/L)	1	4,050	4,050	0,130	0,724

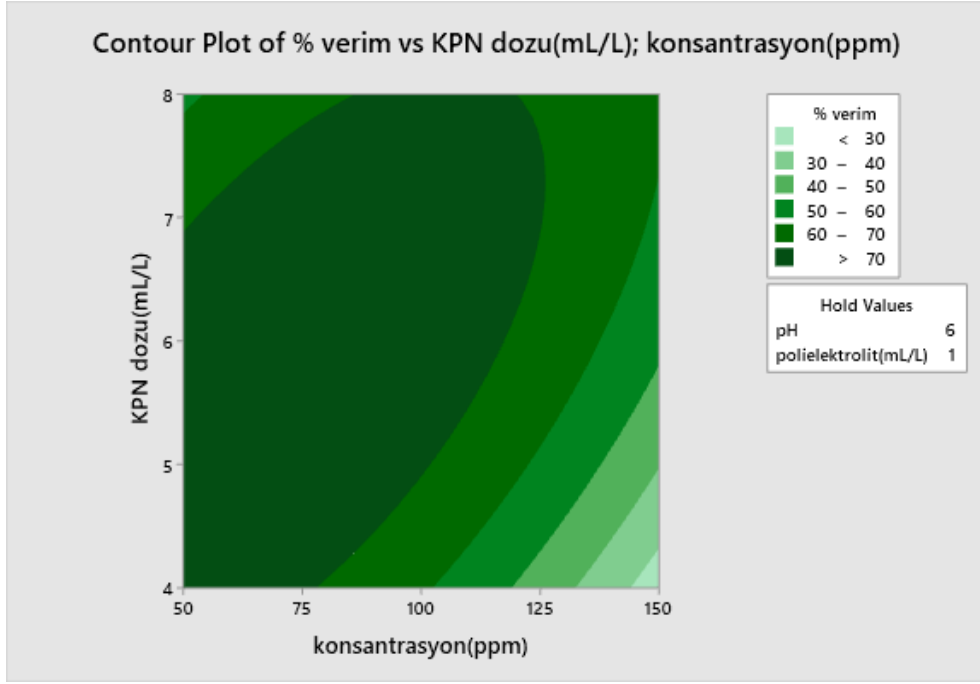
AR 88 gideriminde parametreler arasındaki ilişkiyi gösteren contour ve surface grafikleri Şekil 3.1- Şekil 3.12'de gösterildiği gibidir. Grafiklerden hem parametrelerin etkileşimi hem de giderim verimlerinin aralıkları görülebilir.



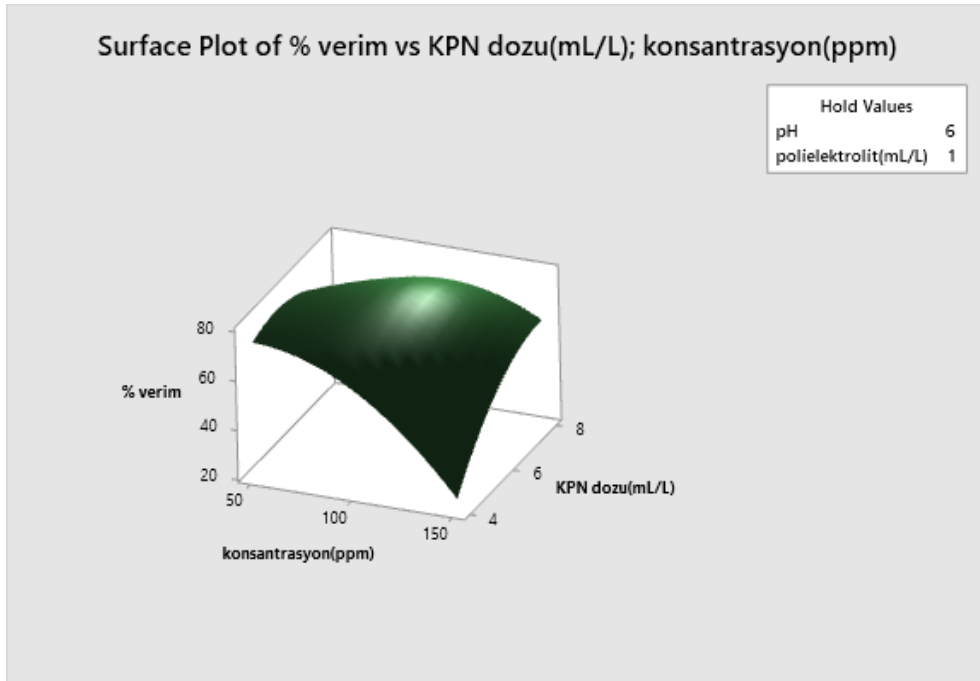
Şekil 3.1: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-pH contour grafiği.



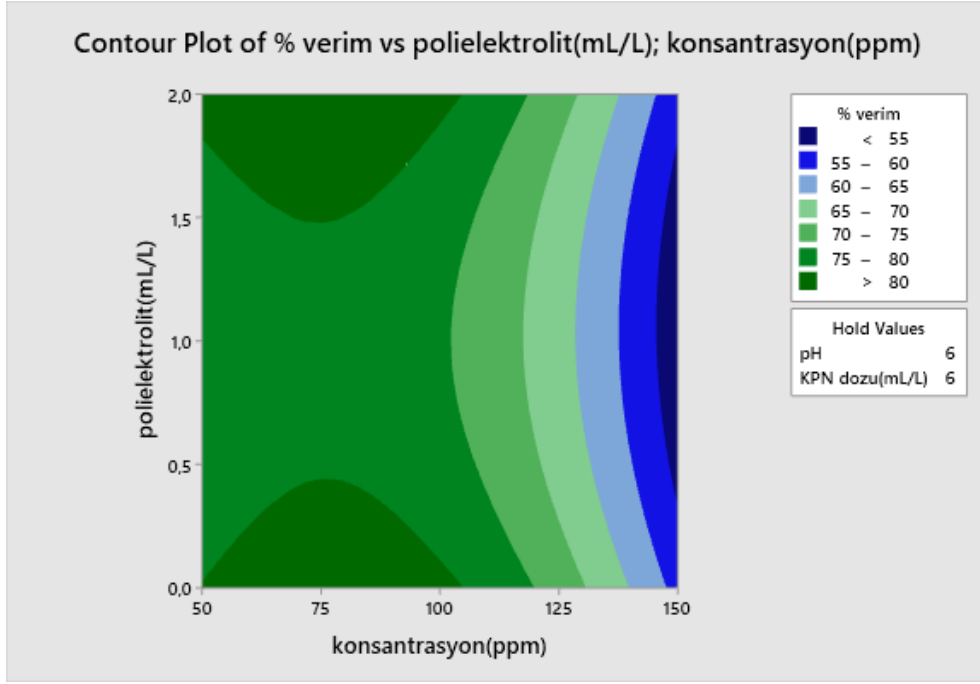
Şekil 3.2: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-pH surface grafiği.



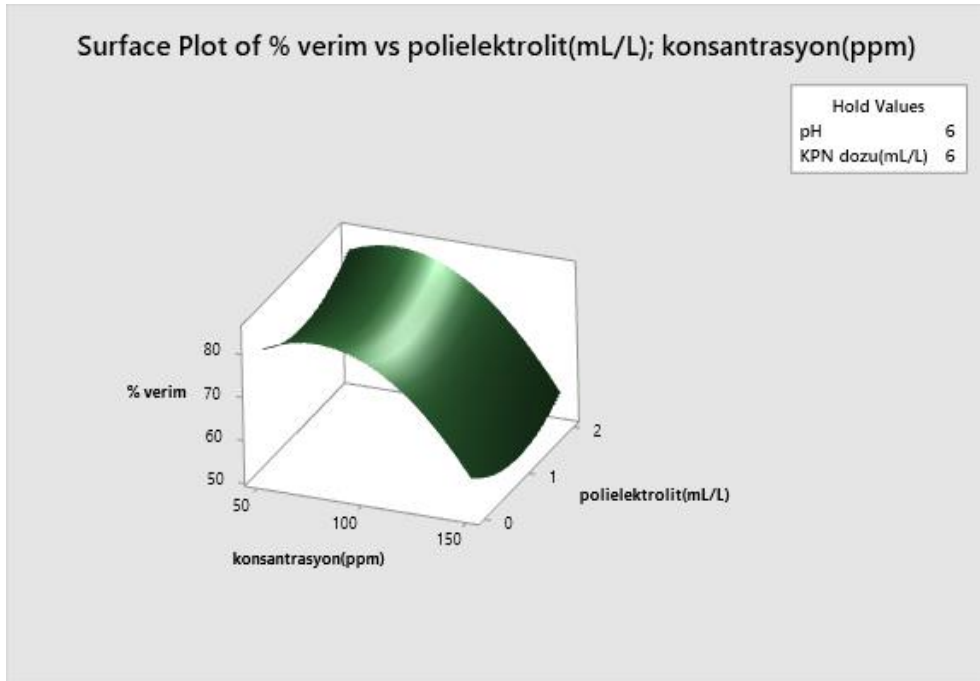
Şekil 3.3: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-kpn dozu contour grafiği.



Şekil 3.4: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-kpn dozu surface grafiği.

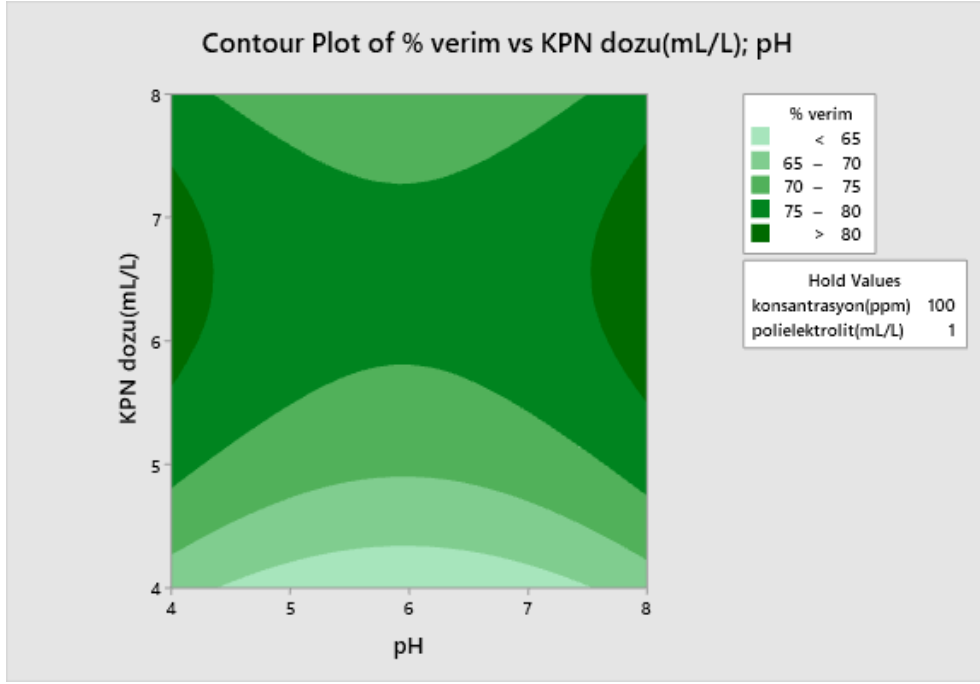


Şekil 3.5: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-polielektrolit contour grafiği.

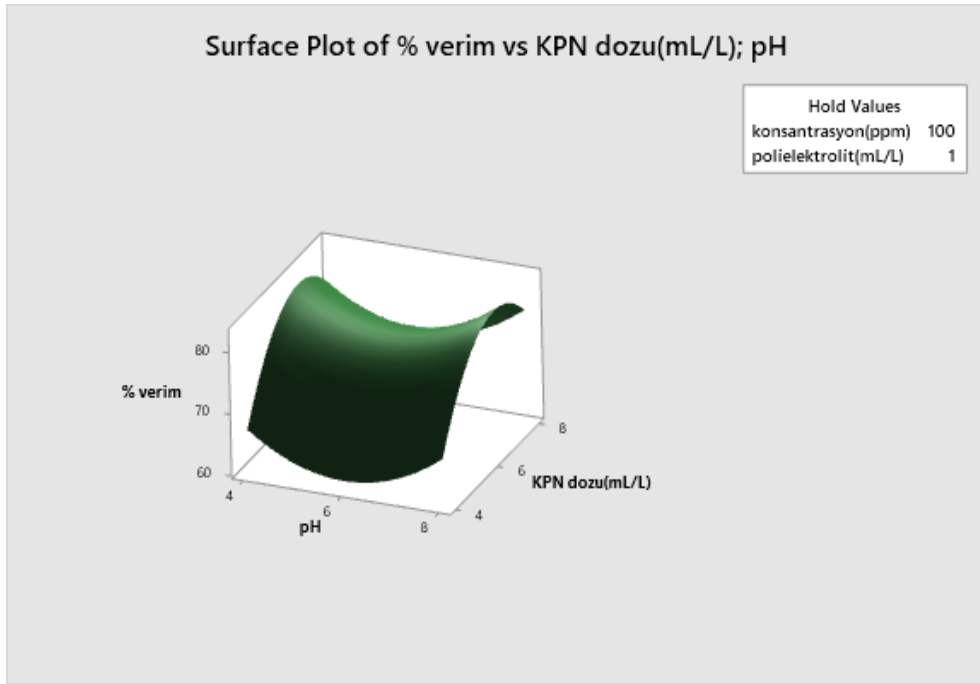


Şekil 3.6: Asit red 88 renk giderim verimi konsantrasyon-polielektrolit surface grafiği.

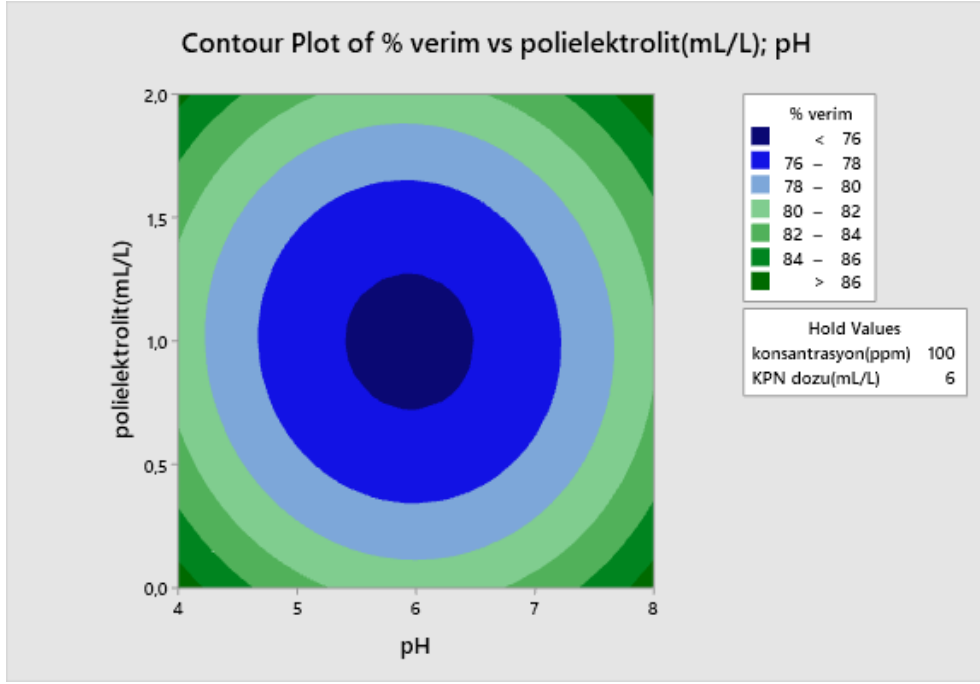




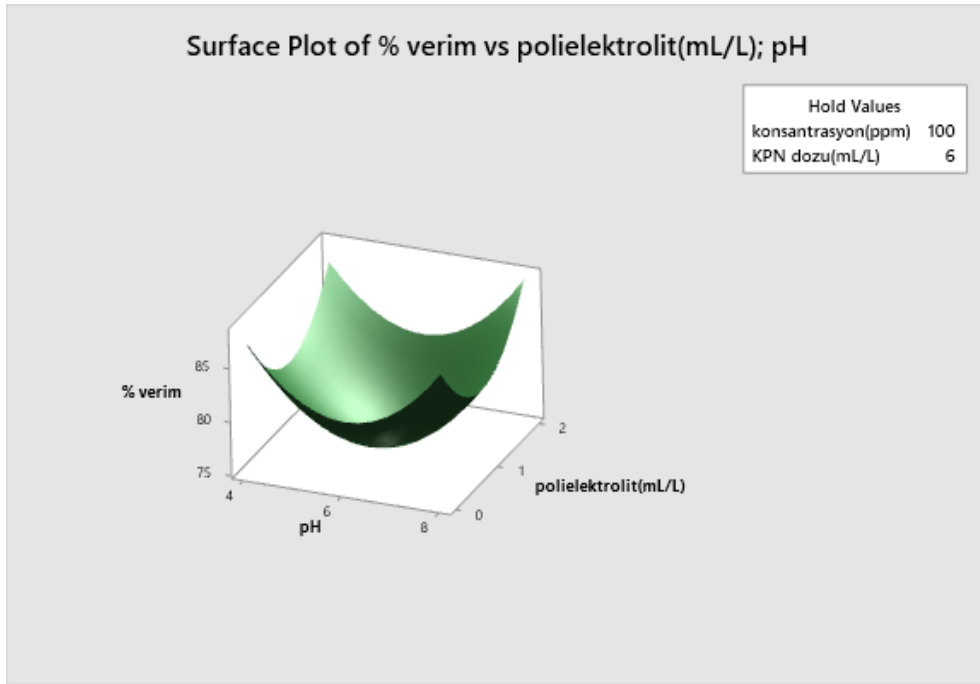
Şekil 3.7: Asit red 88 renk giderim verimi pH-kpn dozu contour grafiği.



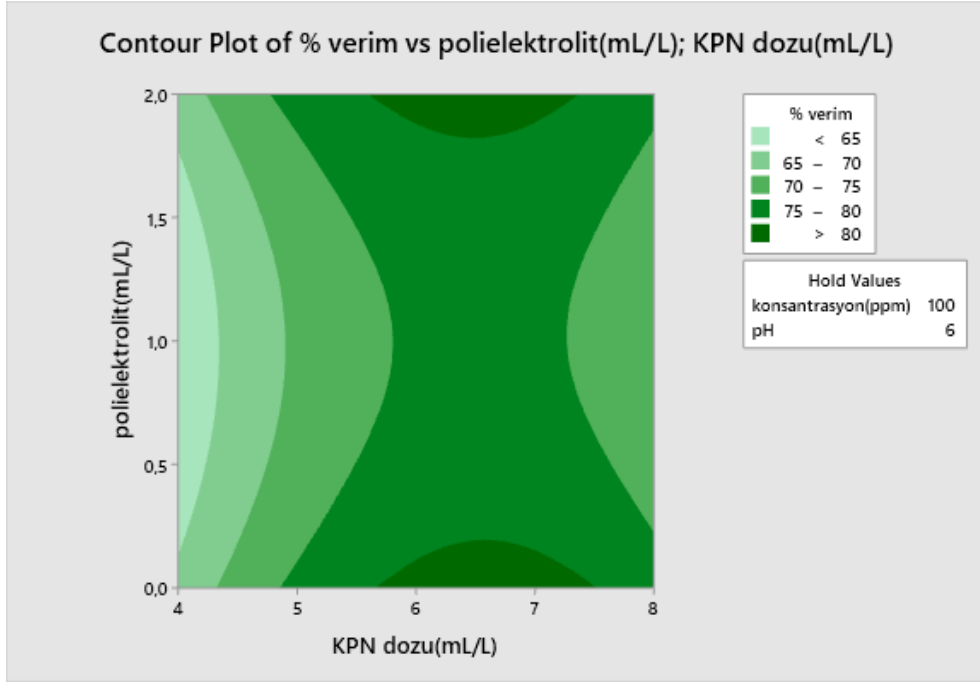
Şekil 3.8: Asit red 88 renk giderim verimi pH-kpn dozu surface grafiği.



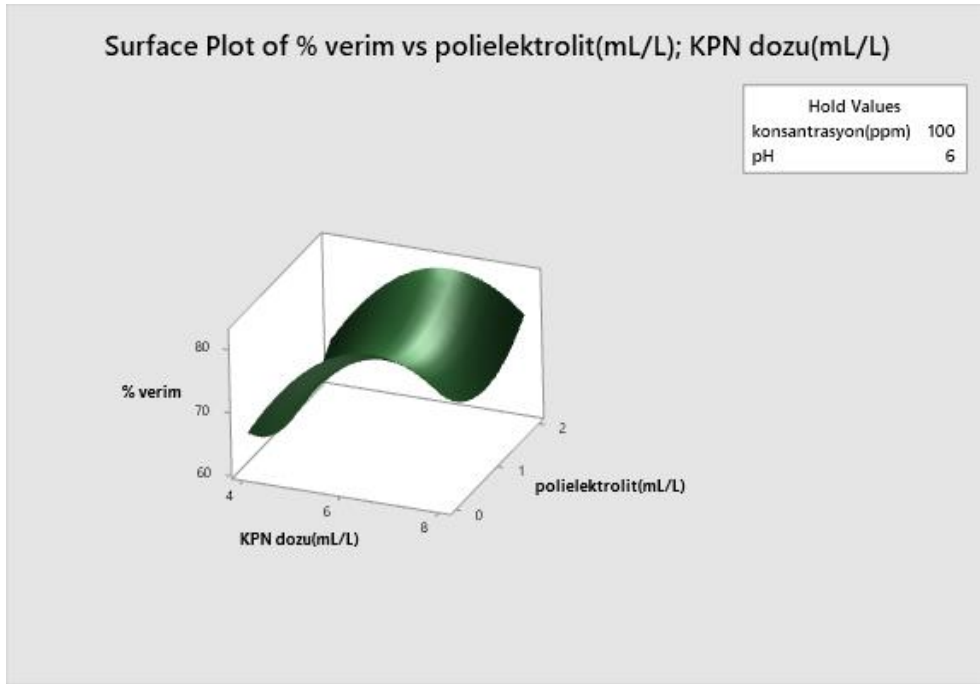
Şekil 3.9: Asit red 88 renk giderim verimi pH-polielektrolit contour grafiği.



Şekil 3.10: Asit red 88 renk giderim verimi pH-polielektrolit surface grafiği.

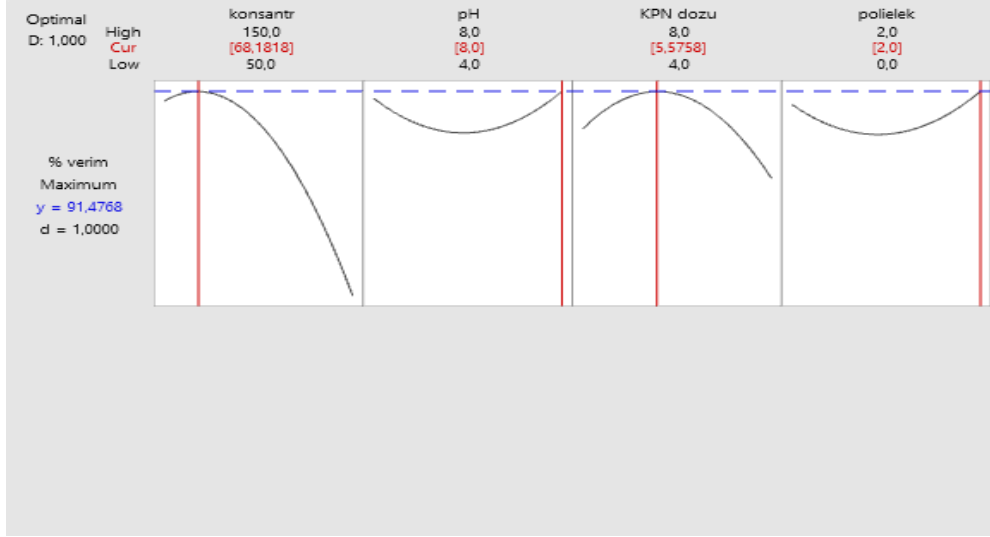


Şekil 3.11: Asit red 88 renk giderim verimi kpn dozu-polielektrolit contour grafiği.



Şekil 3.12: Asit red 88 renk giderim verimi kpn dozu-polielektrolit surface grafiği.

AR 88 boyar maddesi giderim veriminin maksimum olduğu şartları bulmak amacıyla RSM’de optimum koşullar araştırılmış ve Şekil 3.13’te gösterilen değerler elde edilmiştir. Giderimi maksimum yapan değerlerin; başlangıç boyar madde konsantrasyonu 68,1818 ppm , pH değeri 8 , KPN dozu 5,5758 mL/L ve polielektrolit dozu 2 mL/L olduğu görülmektedir.



Şekil 3.13: Asit red 88 boyası için optimum şartlar.

Optimum şartlarda doğrulama deneyleri üç tekrarlı olarak yapıldı ve ortalama sonuçlar Tablo 3.3’te gösterildi. Tablodan modelin öngördüğü giderim verimi ile deneysel olarak elde edilen giderim verimlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 3.3: Optimum şartlarda giderim verimi.

Konsantrasyon (ppm)	pH	KPN dozu (mL/L)	Polielektrolit dozu (mL/L)	Model % verim	Deneysel % verim
68	8	5,56	2	91,49	90,30

Tekstil endüstrisi atıksuları tuz içeriğine sahip olduğundan bu çalışmada ayrıca optimum şartlardaki değerlerde ortama yavaş karıştırma sırasında tuz (NaCl) ilavesi yapıldı ve renk giderim verimi hesaplandı. Tuz ilave edilerek yapılan deney sonuçları Tablo 3.4’te

gösterildiği gibidir. Tuz ilave edilen numunelerde tuz miktarının sonucu çok fazla etkilemediği fakat tuzsuz ortamdaki giderimden daha düşük giderim verimi elde edildiği gözlemlendi. Ayrıca optimum şartlarda hazırlanan numunelerin başlangıç kimyasal oksijen ihtiyacı 74,52 ppm bulunurken kimyasal arıtım işlemler tamamlandıktan sonra kimyasal oksijen ihtiyacı sıfır ppm olarak bulundu. Bu sonuç KPN'nin renk gideriminin yanında aynı zamanda KOİ gideriminde de etkili olduğunu göstermiştir.

**Tablo 3.4:** Asit Red 88 boyasına tuz ilavesi sonucu renk giderim verimi tablosu.

NaCl (gr)	Konsantrasyon (ppm)	pH	KPN dozu (mL/L)	Polielektrolit (mL/L)	Deneysel % verim
3	68	8	5,56	2	84,65
35	68	8	5,56	2	86,31

### 3.2 Reaktif Black 5 İle İlgili Giderim Çalışmaları

Reaktif Black 5 boyar maddesinin kimyasal arıtımı MKT'de belirlenen şartlarda, oda sıcaklığında yapılan deneylerle gerçekleştirildi.

Deney şartları ve bu şartlarda elde edilen deneysel sonuçlar ile modelin öngördüğü sonuçlar Tablo 3.5'de verildi.

**Tablo 3.5:** Reaktif black 5 boyar maddesi için yapılan deneysel çalışma ve sonuçlar.

Deney No	Konsantrasyon (ppm)	pH	KPN dozu (mL/L)	Polielektrolit (mL/L)	Deneysel % verim	Model % verim
1	50	4	4	0	34,6	31,9418
2	150	4	4	0	41,14	41,3744
3	50	8	4	0	33,67	35,8927
4	150	8	4	0	33,97	35,1479
5	50	4	8	0	16,92	16,6149
6	150	4	8	0	75,69	76,8701
7	50	8	8	0	16,33	14,3134

**Tablo3.5:(devam)**

Deney No	Konsantrasyon (ppm)	pH	KPN dozu (mL/L)	Polielektroli t (mL/L)	Deneysel % verim	Model % verim
8	150	8	8	0	67,55	64,3911
9	50	4	4	2	33,25	35,6255
10	150	4	4	2	32,42	33,5856
11	50	8	4	2	45,4	43,369
12	150	8	4	2	31,63	31,1516
13	50	4	8	2	24	21,9712
14	150	4	8	2	73,76	70,7538
15	50	8	8	2	24,48	23,4622
16	150	8	8	2	60,26	62,0673
17	50	6	6	1	23,69	29,1493
18	150	6	6	1	52,09	53,1682
19	100	4	6	1	73,91	76,9526
20	100	8	6	1	71,09	74,5849
21	100	6	4	1	49,15	47,1415
22	100	6	8	1	46,39	54,936
23	100	6	6	0	76,76	80,0838
24	100	6	6	2	77,55	80,7638
25	100	6	6	1	75,91	69,4939
26	100	6	6	1	69,97	69,4939
27	100	6	6	1	67,32	69,4939
28	100	6	6	1	79,77	69,4939
29	100	6	6	1	67,56	69,4939
30	100	6	6	1	75,48	69,4939
31	100	6	6	1	70,06	69,4939

Reaktif Black 5 boyarmaddesi ile yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre modelden türetilen denklem 3.2'de verildi, deneysel çalışma ve model arasındaki uyumu gösteren regresyon katsayısı ( $R^2$ ) değeri 0,9706 olarak elde edildi.  $R^2$  değerinin 1'e yakın olması model ile deneysel çalışmanın uyumlu olduğunu göstermektedir.

**% Reaktif Black 5 renk giderim verim =**

$$-129,8 + 1,955 \text{ konsantrasyon(ppm)} - 15,00 \text{ pH} + 46,74 \text{ KPN dozu(ml/L)}$$

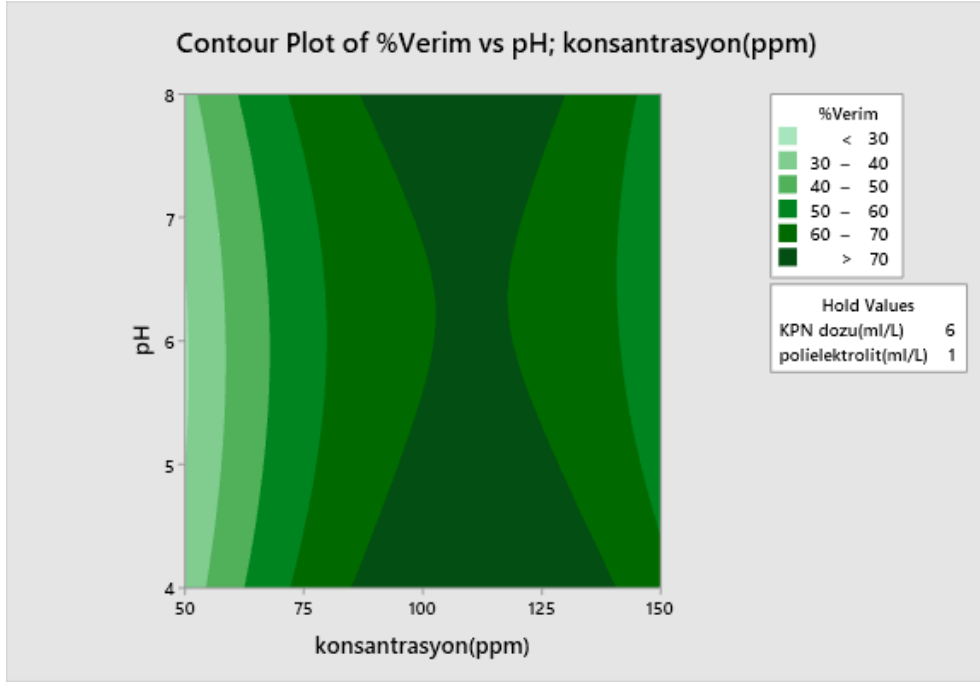
$$\begin{aligned}
& - 19,88 \text{ polielektrolit(ml/L)} - 0,01133 \text{ konsantrasyon(ppm)} * \text{konsantrasyon(ppm)} \\
& + 1,569 \text{ pH} * \text{pH} - 4,614 \text{ KPN dozu(ml/L)} * \text{KPN dozu(ml/L)} \\
& + 10,93 \text{ polielektrolit(ml/L)} * \text{polielektrolit(ml/L)} \quad (3.2) \\
& - 0,0254 \text{ konsantrasyon(ppm)} * \text{pH} + 0,1271 \text{ konsantrasyon(ppm)} * \text{KPN dozu(ml/L)} \\
& - 0,0574 \text{ konsantrasyon(ppm)} * \text{polielektrolit(ml/L)} - 0,391 \text{ pH} * \text{KPN dozu(ml/L)} \\
& + 0,474 \text{ pH} * \text{polielektrolit(ml/L)} + 0,209 \text{ KPN dozu(ml/L)} * \text{polielektrolit(ml/L)}
\end{aligned}$$

RB 5 gideriminde hangi parametrelerin etkili olduğunu incelemek amacıyla ANOVA analizinden yararlanıldı. P değeri 0,05'in altında olan parametreler proses üzerindeki etkili parametrelerdir. P değeri sıfıra ne kadar yakın ise anlamlılık o derece yükselmektedir. Yapılan çalışmada P değeri konsantrasyon ve KPN dozu için anlamlı olup, pH ve polielektrolit için anlamlı gözükmemektedir. ANOVA analizine ait sonuçlar Tablo 3.6'da verildi.

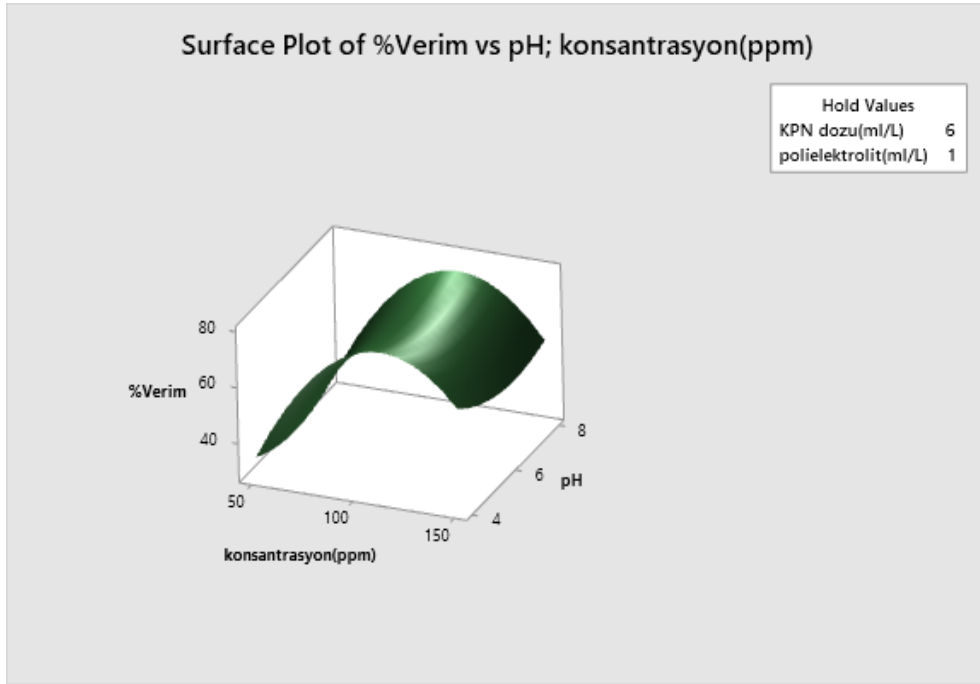
**Tablo 3.6:** Reaktif Black 5 boyar maddesinin giderimi için varyans analizi.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	14	13232,400	945,170	37,780	0,000
Linearr	4	2896,800	724,200	28,950	0,000
Konsantrasyon (ppm)	1	2596,100	2596,080	103,770	0,000
Ph	1	25,200	25,230	1,010	0,330
KPN dozu(ml/L)	1	273,400	273,390	10,930	0,004
polielektrolit(ml/L)	1	2,100	2,080	0,080	0,777
square	4	7461,200	1865,290	74,560	0,000
Konsantrasyon (ppm)*konsantrasyon(ppm)	1	2083,600	2083,600	83,290	0,000
Ph*Ph	1	102,200	102,150	4,080	0,060
KPN dozu(ml/L)*KPN dozu(ml/L)	1	883,900	883,890	35,330	0,000
polielektrolit(ml/L)*polielektrolit(ml/L)	1	310,000	310,020	12,390	0,003
2-Way Interaction	6	2874,400	479,070	19,150	0,000
Konsantrasyon (ppm)*pH	1	103,600	103,580	4,140	0,059
Konsantrasyon (ppm)*KPN dozu(ml/L)	1	2582,900	2582,930	103,240	0,000
Konsantrasyon(ppm)*polielektrolit(ml/L)	1	131,600	131,620	5,260	0,036
pH*KPN dozu(ml/L)	1	39,100	39,090	1,560	0,229
pH*polielektrolit(ml/L)	1	14,400	14,380	0,570	0,459
KPN dozu(ml/L)*polielektrolit(ml/L)	1	2,800	2,800	0,110	0,742

RB5 gideriminde parametreler arasındaki ilişkiyi gösteren contour ve surface grafikleri Şekil 3.14- Şekil 3.25'de gösterildiği gibidir. Grafiklerden hem parametrelerin etkileşimi hem de giderim verimlerinin aralıkları görülebilir.

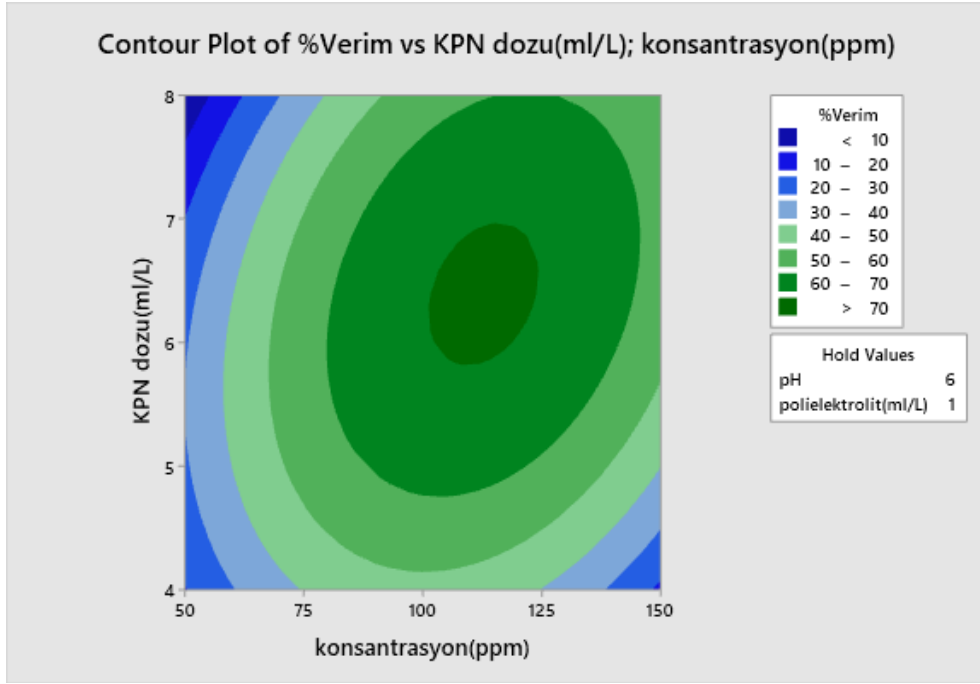


**Şekil 3.14:** Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-pH contour grafiği.

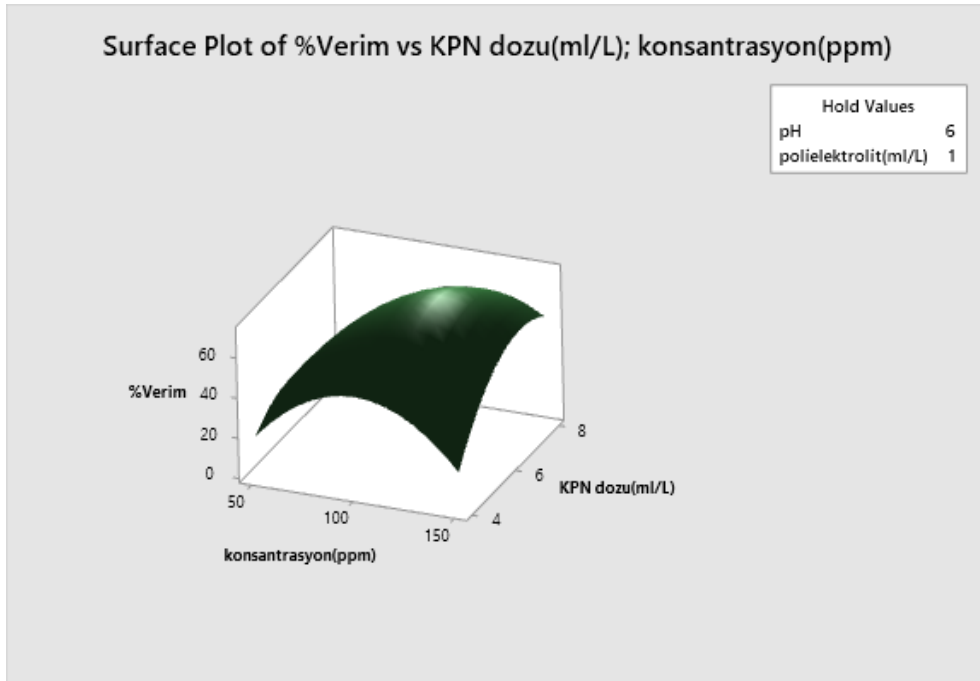


**Şekil 3.15:** Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-pH surface grafiği.

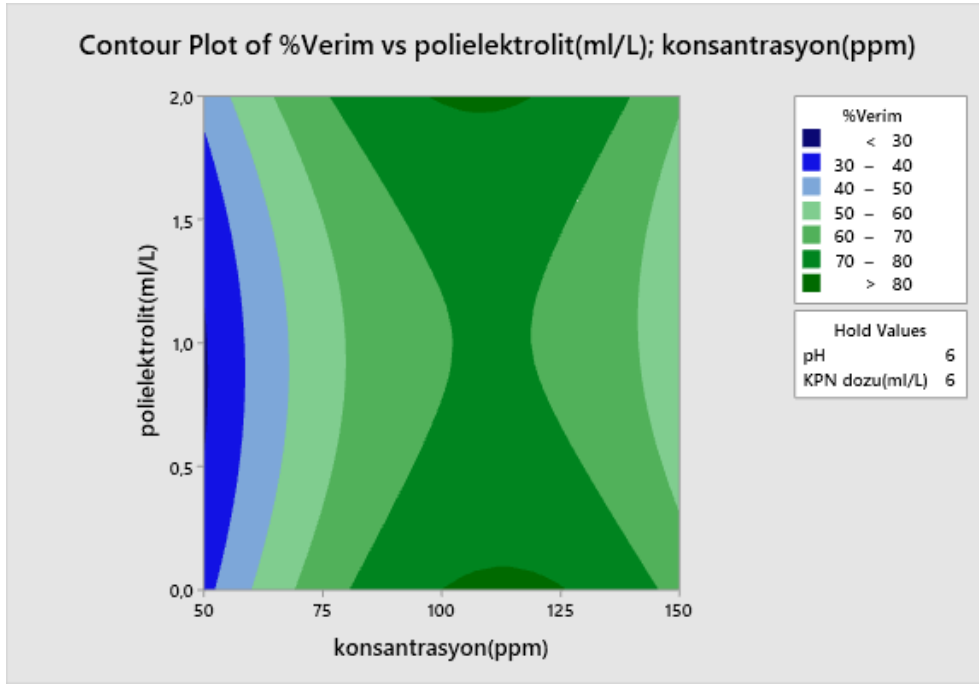




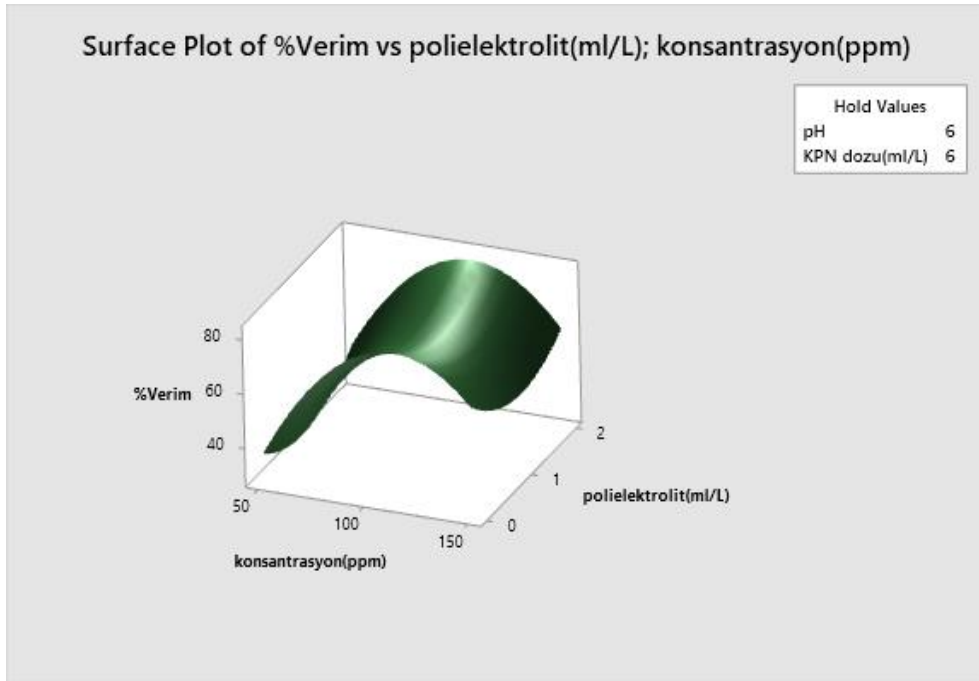
Şekil 3.16: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-kpn dozu contour grafiği.



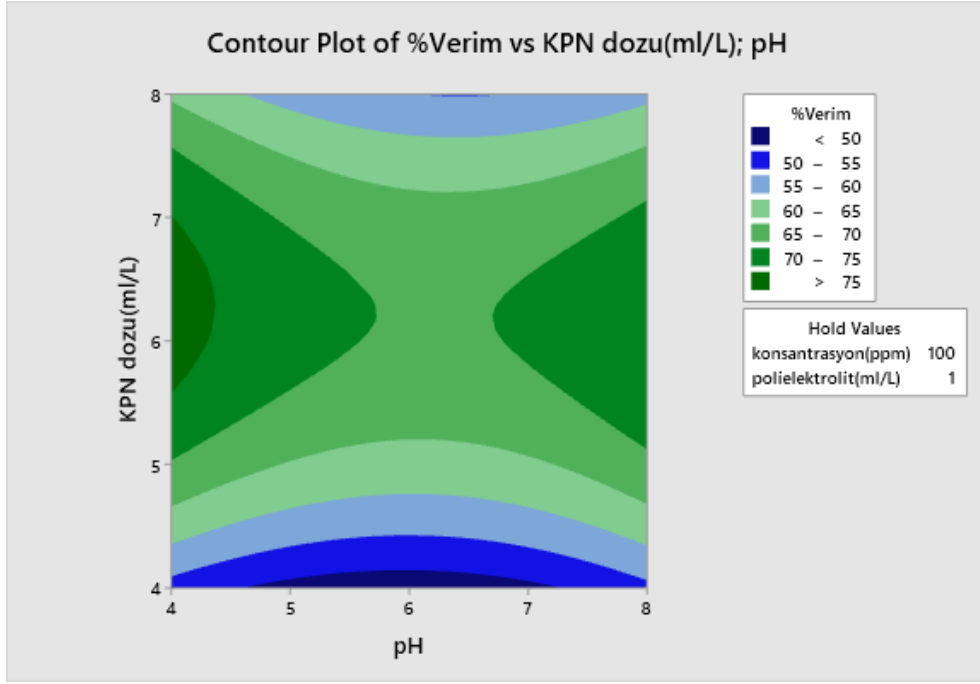
Şekil 3.17: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-kpn dozu surface grafiği.



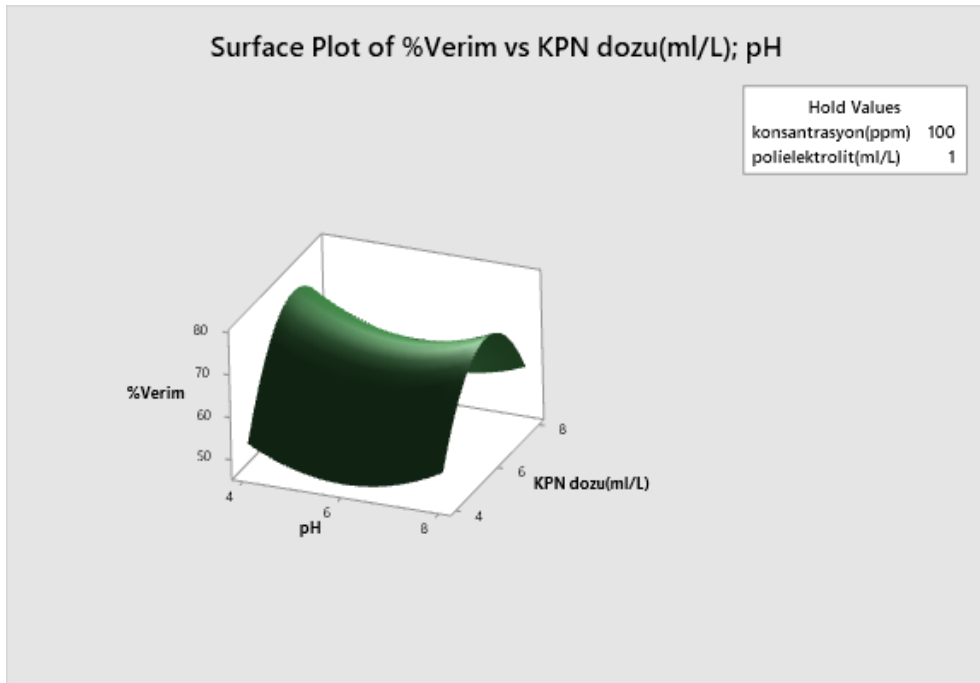
Şekil 3.18: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-polielektrolit contour grafiği.



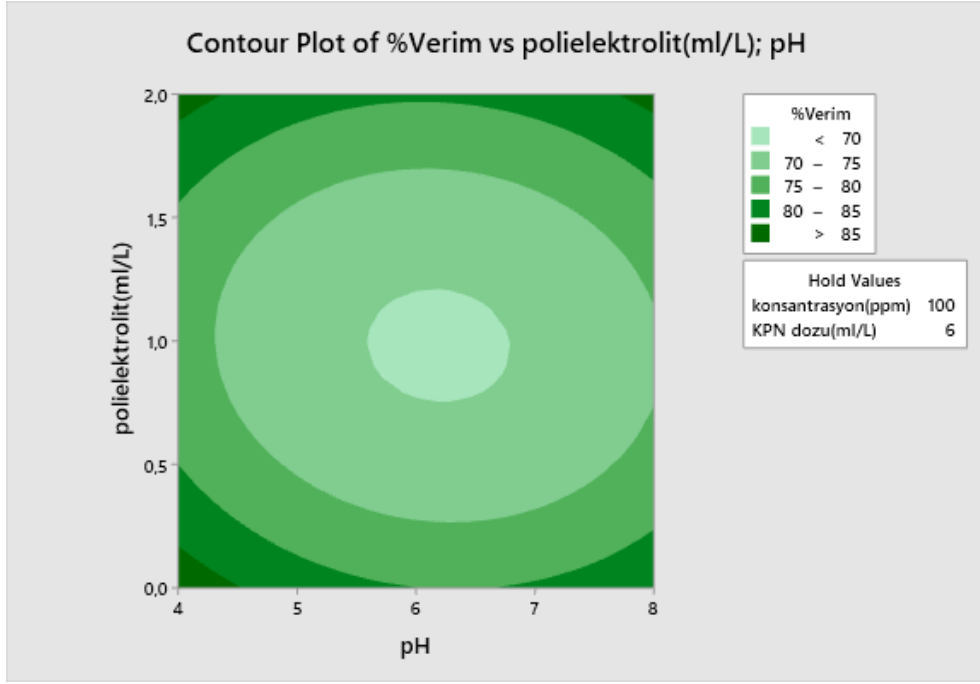
Şekil 3.19: Reaktif black 5 renk giderim verimi konsantrasyon-polielektrolit surface grafiği.



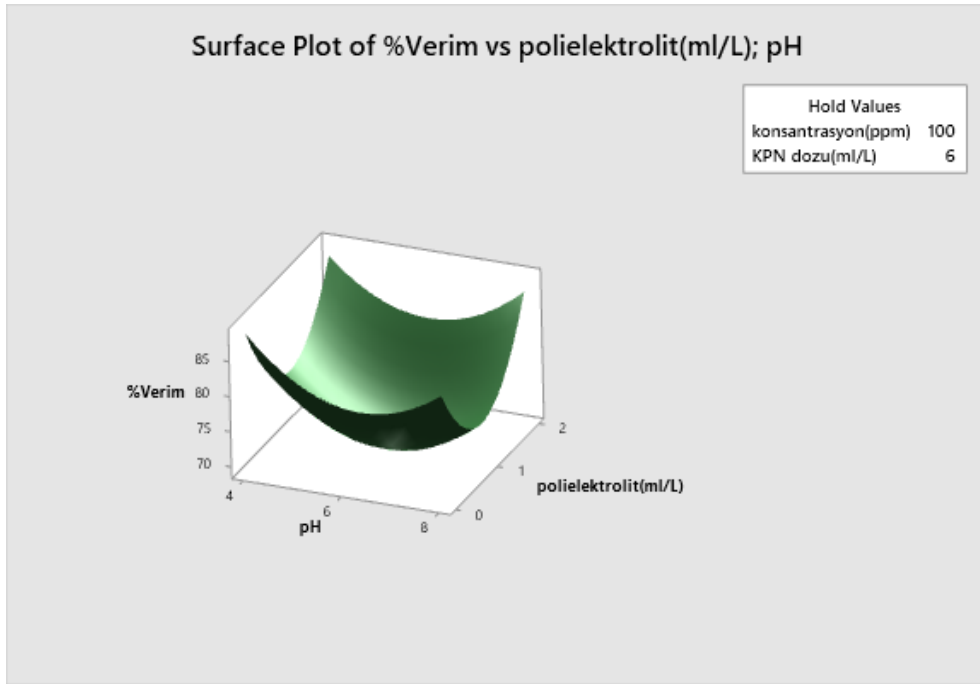
Şekil 3.20: Reaktif black 5 renk giderim verimi ph-kpn dozu contour grafiği.



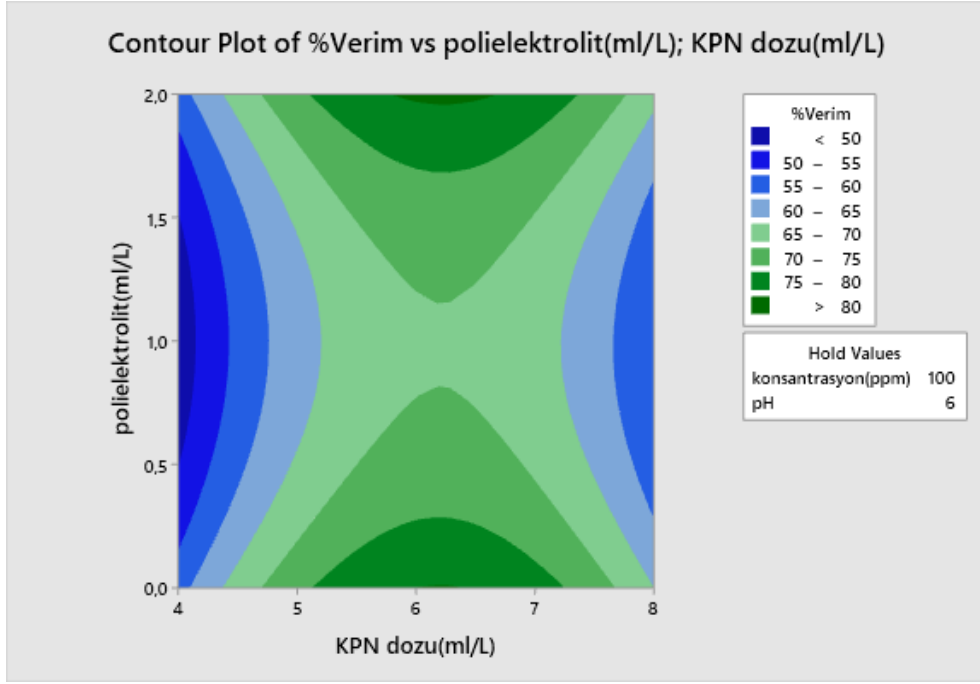
Şekil 3.21: Reaktif black 5 renk giderim verimi ph-kpn dozu surface grafiği.



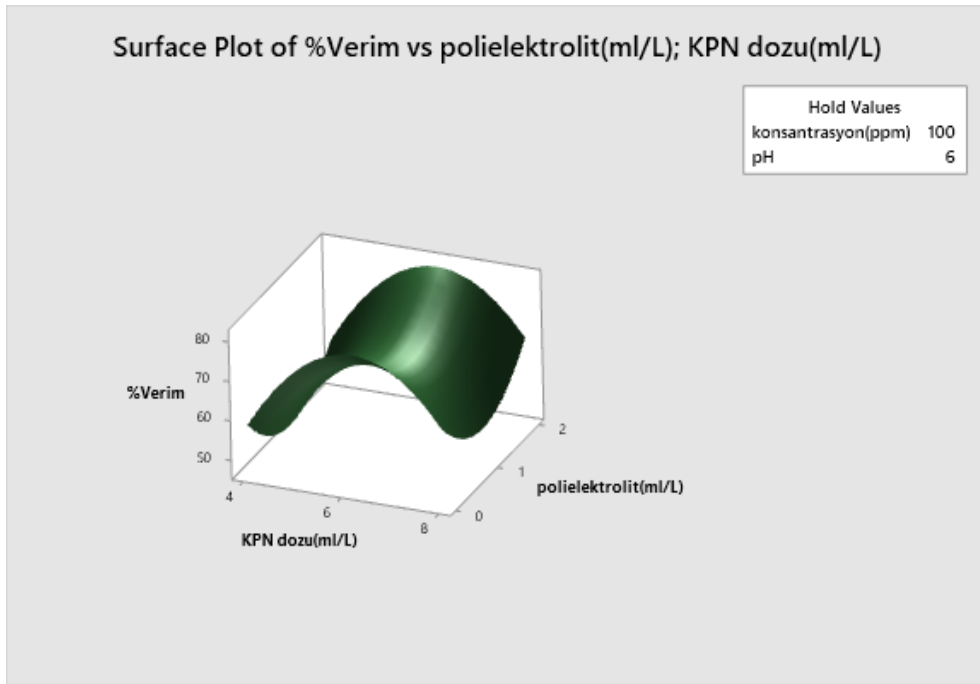
Şekil 3.22: Reaktif black 5 renk giderim verimi ph-polielektrolit contour grafiği.



Şekil 3.23: Reaktif black 5 renk giderim verimi ph-polielektrolit surface grafiği.

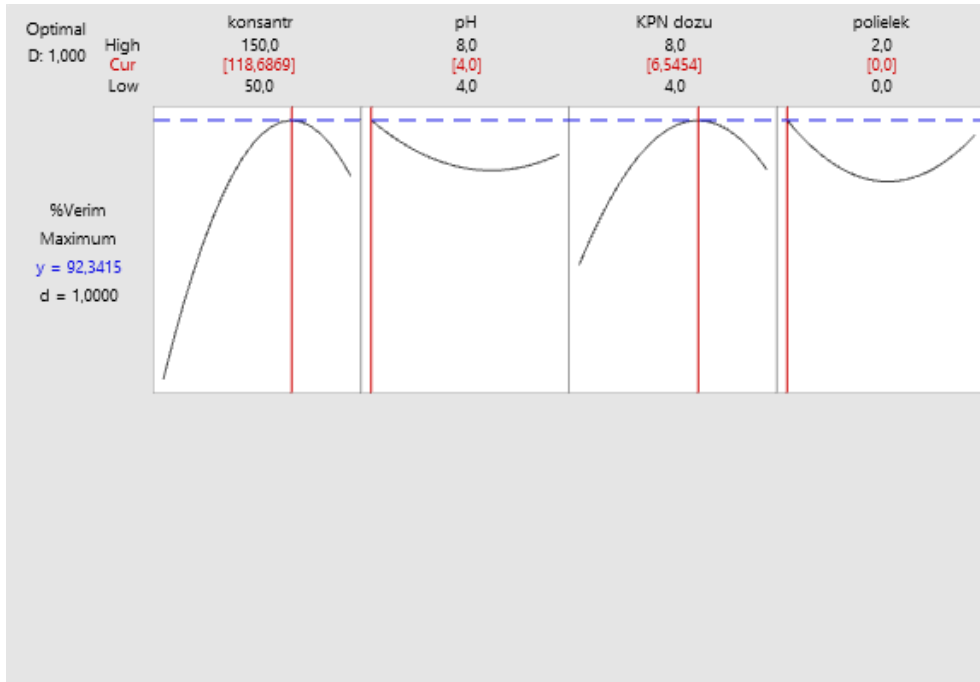


Şekil 3.24: Reaktif black 5 renk giderim verimi kpn dozu-polielektrolit contour grafiği.



Şekil 3.25: Reaktif black 5 renk giderim verimi kpn dozu-polielektrolit surface grafiği.

Reaktif Black 5 boyar maddesinin giderim veriminin maksimum olduğu şartları bulmak amacıyla RSM’de optimum koşullar araştırıldı ve Şekil 3.26’te gösterilen değerler elde edildi. Giderimi maksimum yapan değerlerin; başlangıç boyar madde konsantrasyonu 118,6869 ppm , pH değeri 4 , KPN dozu 6,5454 mL/L ve polielektrolit dozu 0 mL/L olduğu görülmektedir.



**Şekil 3.26:** Reaktif black 5 boyası için optimum şartlar.

Optimum şartlarda doğrulama deneyleri üç tekrarlı olarak yapıldı ve ortalama sonuçlar Tablo 3.7’te gösterildi. Tablodan modelin öngördüğü giderim verimi ile deneysel olarak elde edilen giderim verimlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.7:**Optimum şartlarda giderim verimi.

<b>Konsantrasyon (ppm)</b>	<b>pH</b>	<b>KPN dozu (mL/L)</b>	<b>Polielektrolit dozu (mL/L)</b>	<b>Model % verim</b>	<b>DeneySEL % verim</b>
118	4	6,54	0	92,34	90,42

Tekstil endüstrisi atıksuları tuz içeriğine sahip olduğundan bu çalışmada ayrıca optimum şartlardaki değerlerde ortama yavaş karıştırma sırasında tuz (NaCl) ilavesi yapıldı ve renk giderim verimi hesaplandı. Tuz ilave edilerek yapılan deney sonuçları Tablo 3.8’de gösterildiği gibidir. Tuz ilave edilen numunelerde istenilen renk giderim verimi elde edilmedi. Ayrıca optimum şartlarda hazırlanan numunelerin başlangıç kimyasal oksijen ihtiyacı 135,83 ppm bulunurken kimyasal arıtım işlemler tamamlandıktan sonra kimyasal oksijen ihtiyacı 52,47 ppm olarak bulundu. Bu sonuç KPN’nin renk gideriminin yanında aynı zamanda KOİ gideriminde de etkili olduğunu göstermiştir.

**Tablo 3.8:**Reaktif Black 5 boyasına tuz ilavesi sonucu renk giderim verimi tablosu.

<b>NaCl (tuz) gr</b>	<b>Konsantrasyon (ppm)</b>	<b>pH</b>	<b>KPN dozu (mL/L)</b>	<b>Polielektrolit(mL/L)</b>	<b>DeneySEL % verim</b>
3	118	4	6,54	0	56,17
35	118	4	6,54	0	0,00

## 4. SONUÇ

Bu çalışmada tekstil endüstrisinde kullanımı oldukça fazla olan Asit Red 88 ve Reaktif Black 5 boyar maddelerinden hazırlanan sentetik numunelerde katyonik patates nişastası kullanılarak kimyasal arıtımın optimum olduğu şartlar araştırıldı. Giderim verimlerinin maksimum olduğu şartları araştırmak amacıyla RSM'nin Merkezi Kompozit Tasarım optimizasyon yöntemi kullanıldı. Çalışmada giderim verimi üzerine boya konsantrasyonu, pH, katyonik patates nişastası dozu ve polielektrolit dozu parametreleri incelendi. Koagülasyon işleminde genellikle kimyasal içeriği yüksek olan koagülantlar kullanılırken bu çalışmada ise maliyeti düşük organik bir madde olan katyonik patates nişastası kullanıldı. Her iki boyar madde için sonuçların birbiri ile kıyaslanması amacıyla parametrelerin ve seviyelerin aynı şartlarda olması sağlandı.

### **Asit red 88 ile yapılan çalışmalarda;**

- AR 88 boyası için pH artıldığında renk giderim verimi artış gösterir iken katyonik patates nişastası dozu arttırıldığında renk giderimi azaldı. Polielektrolit ilavesi arttırıldığında ise renk giderimi veriminin arttığı gözlemlendi.
- AR 88 giderim verimi üzerinde en etkili parametrelerin Anova analizine göre KPN dozu ve başlangıç boyar madde konsantrasyonu olduğu görüldü.
- Model yardımı ile deney yapmadan parametrelerin farklı değerleri kullanılarak giderim veriminin hesaplanabileceği eşitlik elde edildi.
- Model ile deneysel sonuçların uyumlu olduğunu gösteren  $R^2$  değeri 0,9321 olarak bulundu.
- Giderim verimini maksimum yapan şartlar; başlangıç boyar madde konsantrasyonu 68 ppm, pH 8, KPN dozu 5,56 mL/L ve polielektrolit dozu 2 mL/L olarak bulundu. Bu şartlarda yapılan doğrulama deneyinde %90,30 AR 88 giderim verimi elde edildi.
- Model yardımı ile parametrelerin birbiri ile etkileşimlerini ve aynı zamanda giderim veriminin hangi aralıklarda olabileceğini gösteren grafikler elde edildi.
- Optimum şartlarda tuz ilavesi yapıldığında renk gideriminin optimum şartlardaki renk giderim verimine yakın olduğu, tuz miktarının artması ile giderim veriminin fazla değişmediği görüldü.



- Optimum şartlarda yapılan deney sonucunda KOİ analizi de yapılarak KOİ giderim verimi hesaplandı ve %100 giderim olduğu tespit edildi.

#### **Reaktif Black 5 ile yapılan çalışmalarda;**

- RB 5 boyası için pH artırıldığında renk giderim verimi azalış gösterir iken katyonik patates nişastası dozu artırıldığında renk giderim verimi artışı üzerinde anlamlı bir sonuç elde edilemedi.
- RB 5 boyar maddesinin gideriminde en etkili olan parametrelerin Anova analizine göre başlangıç boyar madde konsantrasyonu ve KPN dozu olduğu görüldü. Aynı sonuç AR 88 boyar maddesi için de görülmüştü.
- Model yardımı ile deney yapmadan parametrelerin farklı değerleri kullanılarak RB 5'in giderim veriminin hesaplanabileceği eşitlik elde edildi.
- Model ile deneysel sonuçların uyumlu olduğunu gösteren  $R^2$  değeri 0,9706 olarak bulundu.
- RB 5 giderim verimini maksimum yapan şartlar; başlangıç boyar madde konsantrasyonu 118,6869 ppm, pH 4, KPN 6,5454 dozu mL/L ve polielektrolit dozu 0 mL/L olarak bulundu. Bu şartlarda yapılan doğrulama deneyinde %90,42 giderim verimi elde edildi.
- Model yardımı ile parametrelerin birbiri ile etkileşimlerini ve aynı zamanda RB 5 giderim veriminin hangi aralıklarda olabileceğini gösteren grafikler elde edildi.
- Optimum şartlarda tuz ilavesi yapıldığında renk gideriminin tuz miktarının artması ile azaldığı gözlemlendi. 3 g tuz ilavesinde giderim %56,17 iken 35 g tuz ilave edildiğinde ise renk gideriminin hiç olmadığı görüldü. Bu durum reaktif boyaların gideriminde tuz miktarının çok daha önemli ve kimyasal arıtıma engel olduğu sonucunu ortaya koydu.
- Ayrıca optimum şartlarda yapılan deneyde KOİ giderim verimi %61,37 olarak tespit edildi.

Sonuç olarak, Asit Red 88 ve Reaktif Black 5 boylarının kimyasal arıtımında organik ve maliyeti düşük olan katyonik patates nişastasının kullanılabilmesi, KPN'nin renk gideriminin yanısıra KOİ gideriminde de etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca proseslerin optimizasyonu için RSM'nin çok uygun bir optimizasyon metodu olduğu düşünülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Ahmadi, M., Vahabzadeh, F., Bonakdarpour, B., Mofarrah, E. and Mehranian, M.,(2005) Application of the central composite design and response surface methodology to the advanced treatment of olive oil processing wastewater using Fenton's peroxidation, *Journal of Hazardous Materials*, 123 (1–3),
- Akaike H, (1974) A new look at the statistical model identification, *IEEE Transact on Automatic Control*, 19(6); 716-723.
- Al-Degs, Y., Khraisheh, M.A.M., Allen, S.J. and Ahmad, M.N.(2000) “Effect of carbon surface chemistry on the removal of reactive dyes from textile effluent”, *Water Resources*, 34(3); 927-935,
- Anonim, (2002) Bursa Çevre Merkezi Aylık Bülten, Kasım 2002, Bursa.
- Arıcı Y.,(2000) Tekstil endüstrisinde reaktif boyarmaddelerden kaynaklanan rengin fenton prosesi ile giderilmesi. (Yüksek Lisans Tezi).Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi ( Tez No.101077).
- Başer, İ. ve İnancı, Y.,(1990) Boyarmadde kimyası, *Marmara Üniversitesi Yayınları*, 482: 216 s.
- Celik, M., Ersoy, B., (2004) Mineral nanoparticles electrokinetics, *Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, 207-216.
- Çelik, İ. (2019) Poli (laktik asit) (PLA) lifinin doğal boyar Maddeler İle Boyanabilirliğinin polihedraloligomersilseksioksan nano parçacıkları kullanılarak iyileştirilmesi. (Yükseklisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi ( Tez No.570305).
- Davis, M.L., (2010) Water and wastewater engineering, design principles and practice, *Mc Graw Hill Companies*, 1296 p.
- Doğru, E.,(2003) Tekstil Endüstrisi Atıksularında Ozon ile Renk Giderimi. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi( (Tez No.139922).
- Dönmez, (2002) Bioaccumulation of the reactive textile dyes by candida tropicalis growing in molasses medium, *Enzyme and Microbial Technology*, 30(3), 363-366.
- Edwards, J. C.,( 2000) Investigation of colour removal by chemical oxidation for three reactive textile dyes and spent textile dye wastewater, *Master Thesis*, Faculty of Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, Virginia, pp.64.

- Gezergen, A.S., (1998) Tekstil sanayi atıksularının arıtılması üzerine bir araştırma, (Yüksek Lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No . 77749).
- Gökçe, B. ve Taşgetiren, S.,(2009) Kalite için deney tasarımı, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6 (1), 71-83.
- Gökkuş, Ö., (2009) Boyar madde içeren tekstil atıksularında fenton prosesi ve kimyasal koagülasyon uygulanarak renk ve KOİ gideriminin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No . 246079).
- Gözükızıl, F. M., (2013) Tekstil endüstrisi atıksularından fenton prosesi ve biyosorpsiyon yöntemi ile renk giderimi ve örnek tesis modeli. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No .365507).
- Gregory, J., (1989) Fundamental of flocculation, critical reviews in environmental controls, *J.Colloid Interface Sci.*, 19(3), 185-230.
- Guida, M., Mattei, M., Rocca, C.D., Melluso, G., Meriç, S., (2006) Optimization of alum-coagulation/flacculation for COD and TSS removal from fivemunicipal wastewater, *Desalination*, 211(1-3), 113-127.
- Gülyüz, F., (2019) Reactive Black 5 Boyar Maddesinin Fotokatalitik Degredasyon Yöntemi ile Sulu Çözeltilerinden Gideriminin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No.571610).
- Hamada, K., Nishizawa M., Yoshida D., Mitsuishi M., (1998) Degradation of an azo-dye by Sodium-Hypochlorite in aqueous surfactant solutions, *Dyes And Pigments*, 36(4),313-322.
- Joo D. J, Shin W. S, Choi J. H, Choi S. J, Kim M. C, Han M. H, Ha T. W, and Kim Y. H (2007) Decolorization of reactive dyes using inorganic coagulants and synthetic polymer. *Dyes and Pigments*, 73, 59-64.
- Jorfi, S., Barzegar, G ; Ahmadi, M., Soltani, R.D.C., Haghifard, N.A.J., Takdastan, A; S Saeedi, R. and Abtahi, M .,(2016), Enhanced coagulation-photocatalytic treatment of Acid red 73 dye and real textile wastewater using UVA/synthesized MgO nanoparticles, *Journal of Enviromental Management*, 177 , 111-118.

- Kınacı, C., Germirli Babuna F., Görgün E., Sözen S. ve Büyükdere A.,( 2006) Avrupa Birliği entegre kirlilik önleme ve kontrol direktifinin (IPPC) Türkiye'ye uyarlanmasında teknolojik açıdan yol haritası oluşturulması: *Tekstil endüstrisi, DPT Proje Raporu*, İstanbul.
- Kırdar, E. (1995) *Tekstil Atıksularında Renk Giderimi*.(Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi ( Tez No .467594).
- Kocaer, F. O., Alkan, U.,(2002) Boyar Madde İçeren Tekstil Atıksularının Arıtım Alternatifleri, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 47-55.
- Köseoğlu, G.,(2004) *Tekstil Endüstrisi Atıksularındaki Renk Sorununun İleri Aktif Çamurlu Ardışık Kesikli Biyoreaktör ile Giderilmesi*.(Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No .153063).
- Liu, Z., Wei,H., Li, A., Yang, H.,(2017) Evaluation of structural Effects on the flocculation performance of a co-graft starch-based flocculant, School of the Environment, Nanjing University, Nanjing 210023, PR China.
- Mahamuni, N.N. ve Adewuyi, Y.G. (2010) Advanced oxidation processes (AOPs) involving ultrasound for waste water treatment: a review with emphasis on cost estimation, *Ultrason Sonochem*, 17 (6), 990-1003.
- Montgomery, D. C.,(2001) Design and analysis of experiments, *United States of America: John Wiley & Sons Inc* .
- Nassar, M.M. and Y.H. Magdy. (1997) Removal of different basic dyes from aqueous solutions by adsorption on palm-fruit bunch particles. *Chem. Eng. J.* 66, 223– 226.
- Osterman, D.P., Grancaric, A.M., Sutlovic, A., (2004) Influence of chemical structure of dyes on decolouration effects, AIC 2004 *Color and Paints*, 179-182.
- Owen, G., M. Bandi, J.A. Howell, S.J. Churchose. (1995) Economic assessment of membrane processes for water and waste water treatment, *Journal of Membrane Science*, 102, 77-91.
- Özcan Y., (1978), *Tekstil elyaf ve boyama tekniği*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 2257, 600 s.

- Rodrigues, CSD, Madeira, LM, and Boaventura, RAR, (2013) Treatment of textile dye wastewaters using ferrous sulphate in a chemical coagulation / flocculation process, *Enviromental Technology*, 34(6), 719-729.
- Rodrigues, S.D.C., Madeira, L.M., Boaventura, R.A.R.,(2009) Optimization of the azo dye rocion red H-EXL degradation by fenton's reagent using experimental design, *Journal of Hazardous Materials*, 164, 987-994.
- Saim, Ş.,(2019) Yonga levha endüstrisi atıksularının odun külü ve modifiye nişasta ile arıtılması ve optimizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No .543434).
- Salkım, İ. ve Yılmaz, A. E.,(2010) Taguchi yöntemi ile karesel mikroşerit yama anten tasarımı, *IEEE 18.Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı*,720-723.
- Sengül, F., Küçükgül, E.Y., (1995) Çevre Mühendisliğinde Fiziksel Kimyasal Temel İşlemler ve Süreçler, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fak. Yayınları*, cilt 153.
- Shreve, R.N. and Brink, J.A.(1977) Chemical process industries, *McGraw-Hill Book Company*, 814 p.
- Shu, H.Y., C.R. Huang M.C. Chang. (1994) Decolourization of mono-azo dyes in wastewater by advanced oxidation process: a case study of acid red 1 and acid yellow 23. *Chemosphere*, 29, 2597-2607.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ,Resmi Gazete Tarihi: 31.12.2004, Resmi Gazete: 25687
- Süzen Y., (2015) Tekstil endüstrisi boyar maddelerinin fenton oksidasyonu ile sulu ortamlardan giderimi ve yanıt yüzey yöntemiyle (YYY) optimizasyonu.(Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No . 421375).
- Szygula, A., Guibal, E., Palacin, M. A., Ruiz, M., ve Sastre, A. M., (2009) Removal of an anionic dye (acid blue 92) by coagulation-flocculation using chitosan, *Journal of Environmental Managemet*, 90, 2979-2986 .
- Toröz İ, (2015) çev. su ve atıksu mühendisliği tasarım esasları ve uygulamaları 6-I, 6-58 ,
- Tutak, M., (2006). Reaktif tekstil boyalarında alternatif reaktif grupların denenmesi, *Doktora Tezi*, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No .184777).
- Tüik ve Ulusal İstihdan Stratejisi (2014 – 2023), Eylem Planları (2017-2019), Resmi Gazete: 301114

Uysal, R., (2010) Sulu Ortamdan Asit Kırmızı1s1 88 (AK88) Boyarmaddesinin Giderimi İçin Montmorillonit Türü Kil Mineralinin Adsorpsiyon Özelliklerinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No.266368).

Vijayaraghavan, G and Shanthakumar, S.,(2018) Effective removal of Reactive Magenta dye in textile effluent by coagulation using algal alginate, *Desalination and water treatment*. 121, 22-27.

Zollinger, H.(1991) Color Chemistry, *VCH*, Weinheim, Germany, 496 s.

(<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/195227?lang=en&region=TR>)

([https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/306452?lang=en&region=TR&gclid=EAIaIQobChMI5LSuseDH5gIVhuAYCh2KlQSNEAAYASAAEgKfs\\_D\\_BwE](https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/306452?lang=en&region=TR&gclid=EAIaIQobChMI5LSuseDH5gIVhuAYCh2KlQSNEAAYASAAEgKfs_D_BwE)).

# **EKLER**

## 6. EKLER

### EK A: KPN'nin malzeme güvenlik bilgi formu

according to Regulation (EC) No 1907/2006

**Emfloc KA 3 (F 9976)**

Print date: 26.04.2016

Product code: 5000125

Page 1 of 5

**SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking**

**1.1. Product identifier**

Emfloc KA 3 (F 9976)

CAS No: 9063-38-1

**1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against**

**Use of the substance/mixture**

drinking water treatment

**1.3. Details of the supplier of the safety data sheet**

Company name: Emsland-Stärke GmbH  
Werk Emlichheim

Street: Emslandstrasse 58

Place: D-49824 Emlichheim

Post-office box: 1140

D-49820 Emlichheim

Telephone: +49 (0) 5943/81-0

Telefax: +49 (0) 5943/81-205

e-mail:

Internet:

Responsible Department: Documents Department - Products

**1.4. Emergency telephone number:**

+49 (0) 5943/81-0 (during office hours: 8:00 - 16:00)

**SECTION 2: Hazards identification**

**2.1. Classification of the substance or mixture**

This substance is not classified as hazardous according to Directive 67/548/EEC.

**GHS classification**

This substance is not classified as hazardous according to Regulation (EC) No. 1272/2008.

**2.2. Label elements**

**SECTION 3: Composition/information on ingredients**

**3.1. Substances**

**Chemical characterization**

Starch, carboxymethyl ether, sodium salt

CAS-No.: 9063-38-1

**SECTION 4: First aid measures**

**4.1. Description of first aid measures**

**General information**

in case of skin contact defatty behaviour.

**After inhalation**

Provide fresh air.

**After contact with skin**

Rinse immediately with plenty of water.

**After contact with eyes**

Rinse immediately carefully and thoroughly with eye-bath or water. Medical treatment necessary.



according to Regulation (EC) No 1907/2006

**Emfloc KA 3 (F 9976)**

Print date: 26.04.2016

Product code: 5000125

Page 2 of 5

**After ingestion**

Rinse mouth thoroughly with water.

**SECTION 5: Firefighting measures**

**5.1. Extinguishing media**

**Suitable extinguishing media**

All, water gives glue formation.

**Unsuitable extinguishing media**

Where appropriate water.

**5.2. Special hazards arising from the substance or mixture**

Can be released in case of fire: Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Carbon monoxide. Hydrogen chloride (HCl).

**5.3. Advice for firefighters**

In case of fire: Wear self-contained breathing apparatus.

**SECTION 6: Accidental release measures**

**6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures**

Avoid skin contact.

**6.2. Environmental precautions**

Keep away from aquatic environment, high solubility, high COD/BOD-value.

**6.3. Methods and material for containment and cleaning up**

Dust avoiding take up, rests rinse with water.

**SECTION 7: Handling and storage**

**7.1. Precautions for safe handling**

**Advice on safe handling**

Avoid dusting conditions.

**Advice on protection against fire and explosion**

Avoid dust deposits. Clean working area. Keep away from sources of ignition - No smoking. Dust explosion risk.

**Further information on handling**

Use explosion-protected machinery, apparatus, suction equipment, appliances etc.

**7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities**

**Requirements for storage rooms and vessels**

Keep cool and dry in closed bags.

**Further information on storage conditions**

15 - 25 °C store temperature; max. 65 % humidity

**SECTION 8: Exposure controls/personal protection**

**8.1. Control parameters**

**Exposure limits (EH40)**

CAS No	Substance	ppm	mg/m <sup>3</sup>	fibres/ml	Category	Origin
9005-25-8	Starch, respirable	-	4		TWA (8 h)	WEL
					STEL (15 min)	WEL
9005-25-8	Starch, total inhalable	-	10		TWA (8 h)	WEL
					STEL (15 min)	WEL

according to Regulation (EC) No 1907/2006

**Emfloc KA 3 (F 9976)**

Print date: 26.04.2016

Product code: 5000125

Page 3 of 5

**8.2. Exposure controls**

**Appropriate engineering controls**

Care for good ventilation/absorbtion at work.

**Protective and hygiene measures**

No dangerous substance, however pay attention for universall precaution in handling with chemicals.

**Eye/face protection**

Under dusting conditions: Wear eye/face protection.

**Hand protection**

Wear protective gloves

**Respiratory protection**

Under dusting conditions:  
breathing mask filter P1

**SECTION 9: Physical and chemical properties**

**9.1. Information on basic physical and chemical properties**

Physical state:	Scaling
Colour:	white - off-white
Odour:	characteristic

**Test method**

**Changes in the physical state**

**Explosive properties**

dust explosive, Dust explosion category: ST 1

Lower explosion limits:	60 g/m <sup>3</sup>
Upper explosion limits:	-
Ignition temperature:	400 - 450 °C
Water solubility: (at 20 °C)	completely

**9.2. Other information**

see data sheet

**SECTION 10: Stability and reactivity**

**10.4. Conditions to avoid**

Keep away from sources of ignition - No smoking.

**10.5. Incompatible materials**

Water. Acids.

**10.6. Hazardous decomposition products**

Does not decompose by proper application.

**Further information**

None

**SECTION 11: Toxicological information**

**11.1. Information on toxicological effects**

**Acute toxicity**

LD50, oral: > 2000 mg/kg  
LD50, dermal: > 2000 mg/kg  
LC50, inhalativ, dust: > 5mg/l/4 h

according to Regulation (EC) No 1907/2006

**Emfloc KA 3 (F 9976)**

Print date: 26.04.2016

Product code: 5000125

Page 4 of 5

**Irritation and corrosivity**

unknown

**Sensitising effects**

unknown

**Specific effects in experiment on an animal**

Toxicological data are not available.

**Practical experience**

**Observations relevant to classification**

Has de-greasing effect on the skin.

**SECTION 12: Ecological information**

**12.1. Toxicity**

LC50 (fish, 96 h): > 100mg/l

EC50 (daphnia, 48 h): > 100mg/l

IC50 (algae, 72 h): > 100 mg/l

**12.2. Persistence and degradability**

Chemical Oxygen Demand (COD) approximate 1100 mg O2/g

Product is biodegradable.

**12.4. Mobility in soil**

No mobility in the ground.

**SECTION 13: Disposal considerations**

**13.1. Waste treatment methods**

**Waste disposal number of waste from residues/unused products**

020304 WASTES FROM AGRICULTURE, HORTICULTURE, AQUACULTURE, FORESTRY, HUNTING AND FISHING, FOOD PREPARATION AND PROCESSING; wastes from fruit, vegetables, cereals, edible oils, cocoa, coffee, tea and tobacco preparation and processing; conserve production; yeast and yeast extract production, molasses preparation and fermentation; materials unsuitable for consumption or processing

**Waste disposal number of used product**

020304 WASTES FROM AGRICULTURE, HORTICULTURE, AQUACULTURE, FORESTRY, HUNTING AND FISHING, FOOD PREPARATION AND PROCESSING; wastes from fruit, vegetables, cereals, edible oils, cocoa, coffee, tea and tobacco preparation and processing; conserve production; yeast and yeast extract production, molasses preparation and fermentation; materials unsuitable for consumption or processing

**Contaminated packaging**

Waste disposal according to official state regulations.

**SECTION 14: Transport information**

**Land transport (ADR/RID)**

**14.2. UN proper shipping name:** No dangerous good in sense of this transport regulation.

**Inland waterways transport (ADN)**

**14.2. UN proper shipping name:** No dangerous good in sense of this transport regulation.

**Marine transport (IMDG)**

**14.2. UN proper shipping name:** No dangerous good in sense of this transport regulation.

**Air transport (ICAO)**

**14.2. UN proper shipping name:** No dangerous good in sense of this transport regulation.

**Safety Data Sheet**

according to Regulation (EC) No 1907/2006

**Emfloc KA 3 (F 9976)**

Print date: 26.04.2016

Product code: 5000125

Page 5 of 5

**SECTION 15: Regulatory information**

**15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture**

**EU regulatory information**

**Additional information**

In accordance with Article 33 of Regulation (EC) 1907/2006 (Reach), including the last update of ECHA committee (info: <http://echa.europa.eu/candidate-list-table>) we declare that the product does not contain any substances of very high concern (SVHC list).

**National regulatory information**

Water contaminating class (D): 1 - slightly water contaminating

**SECTION 16: Other information**

**EK B: Tekstil sanayisinde oluşan atıksuların üretim cinslerine göre deşarj limitleri (SKKY, 2004)**

1-Tekstil Sanayii (Açık Elyaf, İplik Üretimi ve Terbiye)					
PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT		24	
		NUMUNE	2 NUMUNE		
		SAATLİK	SAATLİK		
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	350	240		
AMONYUM AZOTU (NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	5	–		
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	–		
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1		
SÜLFÜR	(mg/L)	0.1	–		
SÜLFİT	(mg/L)	1	–		
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	–		
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	–	4	3		
Ph	–	6-9	6-9		
Renk	(Pt-Co)	280	260		

2- Tekstil Sanayii (Dokunmuş Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)					
PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT		24	
		NUMUNE	2 NUMUNE		
		SAATLİK	SAATLİK		
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	400	300		
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	140	100		
AMONYUM AZOTU (NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	5	–		
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	–		
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1		
SÜLFÜR	(mg/L)	0.1	–		
SÜLFİT	(mg/L)	1	–		
FENOL	(mg/L)	1	0.5		
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	–	4	3		
Ph	–	6-9	6-9		
Renk	(Pt-Co)	280	260		

---

### 3- Tekstil Sanayii (Pamuklu Tekstil ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT		24
		NUMUNE	NUMUNE	
		SAATLİK	SAATLİK	
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	250	200	
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	160	120	
AMONYUM AZOTU (NH4-N)	(mg/L)	5	–	
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	–	
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1	
SÜLFÜR	(mg/L)	0.1	–	
SÜLFİT	(mg/L)	1	–	
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	–	
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	–	4	3	
Ph	–	6-9	6-9	
Renk	(Pt-Co)	280	260	

---

---

### 4 Tekstil Sanayii (Yün Yıkama, Terbiye, Dokuma ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT		24
		NUMUNE	NUMUNE	
		SAATLİK	SAATLİK	
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	400	300	
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	400	300	
AMONYUM AZOTU (NH4-N)	(mg/L)	5	–	
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	–	
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1	
SÜLFÜR	(mg/L)	0.1	–	
SÜLFİT	(mg/L)	1	–	
YAĞ VE GRES	(mg/L)	200	100	
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	–	4	3	
Ph	–	6-9	6-9	
Renk	(Pt-Co)	280	260	

---

---

**5- Tekstil Sanayii (Örgü Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT	KOMPOZİT	24
		NUMUNE	2 NUMUNE	
		SAATLİK	SAATLİK	
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300	200	
AMONYUM AZOTU (NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	5	–	
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	–	
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1	
SÜLFÜR	(mg/L)	0.1	–	
SÜLFİT	(mg/L)	1	–	
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	–	
FENOL	(mg/L)	1	0.5	
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	–	4	3	
Ph	–	6-9	6-9	
Renk	(Pt-Co)	280	260	

---

---

**6- Tekstil Sanayii (Halı Terbiyesi ve Benzerleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT	KOMPOZİT
		NUMUNE 2	NUMUNE 24
		SAATLİK	SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300	200
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	160	120
AMONYUM AZOTU (NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	5	–
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	–
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1
SÜLFÜR	(mg/L)	0.1	–
SÜLFİT	(mg/L)	1	–
FENOL	(mg/L)	1	0.5
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	–
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	–	4	3
Ph	–	6-9	6-9
Renk	(Pt-Co)	280	260

---

---

7- Tekstil Sanayii (Sentetik Tekstil Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT	
		NUMUNE SAATLİK	2 NUMUNE SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	400	300
SÜLFÜR	(mg/L)	0.1	–
FENOL	(mg/L)	1	0.5
ÇİNKO (Zn)	(mg/L)	12	10
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	–	3	2
Ph	–	6-9	6-9
Renk	(Pt-Co)	280	260

---



# ÖZGEÇMİŞ

## Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : MURAT CAN

Doğum tarihi ve yeri : 28.07.1992 / BALIKESİR

e-posta : murat\_cann\_1903@hotmail.com

## Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans (Tezsiz)	Balıkesir Üniversitesi/İş sağlığı ve Güvenliği	2017
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ Çevre Mühendisliği	2015
	Anadolu Üniversitesi/ Maliye	2019
Lise	Balıkesir Cumhuriyet Anadolu Lisesi	2010