

**PORTAKAL KABUĞU  
ÜZERİNE MAVİ TEKSTİL  
BOYASININ ADSORPSİYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Kimya Bölümü  
Fizikokimya Anabilim Dalı

Muhammet YILDIZ

Danışman: Doç. Dr. Yüksel BAYRAK

**T.C.**

**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PORTAKAL KABUĞU ÜZERİNE  
MAVİ TEKSTİL BOYASININ ADSORPSİYONU**

**MUHAMMET YILDIZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FİZİKOKİMYA ANABİLİM DALI**

**KİMYA BÖLÜMÜ**

**DANIŞMAN:**

**Doç. Dr. YÜKSEL BAYRAK**

**2010  
EDİRNE**

T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PORTAKAL KABUĞU ÜZERİNE

MAVİ TEKSTİL BOYASININ ADSORPSİYONU

MUHAMMET YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

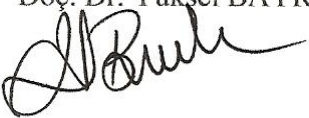
FİZİKOKİMYA ANABİLİM DALI

KİMYA BÖLÜMÜ

Bu tez 14/10/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

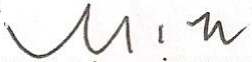
Danışman:

Doç. Dr. Yüksel BAYRAK



Üye:

Prof. Dr. Mehmet İŞCAN



Üye:

Yrd. Doç. Dr. Şaban AKTAŞ



## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımın her aőmasında, pratik ve teorik bilgilerini, tecrübelerini ve manevi desteğini benden esirgemeyen, tez çalıőmam süresince beni daima doğru Şekilde yönlendiren sayın hocam Doç. Dr. Yüksel BAYRAK'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans programı süresince ders aldığım hocalarımın her birine donanımım için sağladıkları katkıdan dolayı ayrıca teşekkür ederim.

Tez çalıőmalarım boyunca bana laboratuvar imkânlarını sağlayan Kimya Bölüm Başkanı sayın hocam Prof. Dr. Mehmet İŞCAN'a teşekkür eder saygılar sunarım.

Muhammet YILDIZ

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No:</u>
<b>1.GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2.KURAMSAL TEMELLER</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Tekstil Boyalarının Özellikleri</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Adsorpsiyon</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1. Adsorpsiyon Tipler</b>	<b>5</b>
<b>2.2. 1.1. Değişim Adsorpsiyonu</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1.2. Fiziksel Adsorpsiyon</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1.3. Kimyasal Adsorpsiyon</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2. Adsorpsiyona Etki Eden Faktörler</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2.1. Adsorbentin Yüzey Alanı</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2.2. Adsorbentin Partikül Boyutu</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2.3. Adsorbat Molekülünün Büyüklüğü</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2.4. Adsorbatın Çözünürlüğü</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2.5. Adsorpsiyon Üzerine pH'ın Etkisi</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2.6. Adsorpsiyon Sıcaklığı</b>	<b>10</b>
<b>2.2.2.7. Karıştırma Hızı</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3.Adsorpsiyon İzotermleri</b>	<b>11</b>
<b>2.2.4. Adsorpsiyon Kinetiği</b>	<b>16</b>
<b>2.2.5. Adsorpsiyon Termodinamiği</b>	<b>17</b>

<b>3. MATERYAL VE METOD</b>	<b>19</b>
<b>3.1.Kullanılan Maddeler</b>	<b>19</b>
<b>3.2.Kullanılan Aletler</b>	<b>19</b>
<b>3.3.Adsorbent</b>	<b>19</b>
<b>3.4.Boya Çözeltileri</b>	<b>20</b>
<b>3.5.Adsorpsiyon İşlemi</b>	<b>21</b>
<b>4.SONUÇLAR</b>	<b>22</b>
<b>4.1.X<sub>e</sub> ve q Değerleri</b>	<b>22</b>
<b>4.2.Boya/portakal kabuğu ve q Değerleri</b>	<b>34</b>
<b>4.3.Adsorpsiyon izotermeleri</b>	<b>46</b>
<b>4.4. Langmiur Sabitleri</b>	<b>82</b>
<b>5.TARTIŞMA</b>	<b>145</b>
<b>ÖZET</b>	<b>148</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>149</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>150</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>153</b>

## 1.GİRİŞ

Tekstil endüstrisi Türkiye’de en hızlı büyüyen sanayi dallarından biridir (T. Ölmez 2003). Tekstil endüstrisinin sebep olduğu en önemli problemlerden birisi de su kirliliğidir. Araştırmacılar insan sağlığını ve sudaki yaşamı olumsuz etkileyen bu su kirliliğinin giderilmesi için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar.

Günümüz spesifik kirleticilerinden biri de boyar maddelerdir. Boyar maddeler tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılmakta ve düşük miktarda bile kullanımı renkli su oluşturmaktadır (Nigam vd., 2000; B. Balcı, 2007).

Sentetik boyalar tekstil, boya, kağıt ve baskı endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde 100.000’in üzerinde sentetik boya ticari olarak kullanılmakta ve yılda 700.000 ton boya üretimi yapılmaktadır. Gerek üretim gerekse kullanım sırasında arta kalan boya miktarı göz önünde bulundurulduğunda renkli atık suların çevresel açıdan ne kadar önemli olduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır (H. Zollinger, 1991; K.Selvam vd., 2003; Kaptan ve Kargı, 1998).

Tekstil ürünlerinin endüstrideki bu önemli payından dolayı ve tekstil boyasının uygulanmasında suyun çok büyük bir önem taşıması dolayısıyla boyamada kullanılan yüksek su tüketimi, atık su üretimini arttırmaktadır. Bu kirli atık sularda gözlenen kirliliklerin en önemli sebebi kullanılan kimyasal maddeler ve boyar maddelerdir. Suyu kirleten renkli atık sular, suyun hem görünüşünü hem de ışık geçirgenliğini azaltır. Renk konsantrasyonunun artması çözülmüş oksijen miktarının düşmesine ve canlıların ölmesine sebep olur (T. O’Mahony vd., 2002; G. McKay vd., 1985; M.Zeki NAS, 2006).

Renkli atık suların doğrudan ortama deşarj edilmesi kontrolsüz anaerobik şartlarda toksik-karsinojenik aromatik aminlerin oluşması gibi birincil çevresel etkisinin yanında estetik açıdan çevreye zarar vermesi gibi ikincil bir etkisi de vardır (P.K. Dutta, 1994; Kaptan ve Kargı, 1998).

Tekstil boyalarının suyun içerisindeki düşük konsantrasyonda olması bile hiç arzu edilmeyen bir durumdur. Bir çok boyanın doğadaki giderimi kompleks aromatik yapılarından ve bunun sonucu doğada bulunmaya yatkınlıkları ciddi su kalitesi ve sağlık problemlerine neden olmaktadır (M.Zeki NAS, 2006).

Tekstil atıksularının arıtılmasında kimyasal ve biyolojik arıtım metotları uygulanmaktadır. Biyolojik arıtmadan önce atıksudaki boya derişimini azaltmak gereklidir. Kimyasal arıtmada ise kullanılan kimyasal madde arıtma maliyetini artırmaktadır. Ayrıca renk gidermede adsorpsiyonun kullanılması, klasik fizikokimyasal koagülasyon/flokülasyon metodunun uygulanmasındaki yetersizliği gidermektedir. Potansiyel adsorbanların kullanılarak endüstriyel atıksulardan renkli ve renksiz organik kirleticilerin giderilmesi, adsorpsiyon proseslerin önemli bir uygulaması olarak gösterilebilir (Garg vd., 2003; Ö. Avcı ,2010 ).

Günümüzde su arıtım uygulamalarında kullanılan bir fiziksel yöntem olan adsorpsiyon işleminde en etkili olan adsorbent aktif karbon olarak bilinmektedir (Garg vd., 2003; Grusamy,2002).

Aktif karbonun üretimi oldukça pahalı olduğundan alternatif adsorbentler araştırılmaktadır. Daha önceki çalışmalara baktığımızda pirinç kabuğu (Mckay vd., 1999), kuru aktif çamur (Aksu,2001), uçucu kül (Basava vd., 2005), muz kabuğu (C. Namasivayam, 1997), ökaliptüs kabuğu (Morais vd., 1999) vb. çalışmalarda yapıldığı görülmektedir. H. Benaissa (2005) Nylosane Blue, Erionyl Yellow, Nylomine Red, Erionyl Red boya larını kullanarak sırasıyla 65.88 mg/g, 64.14 mg/g, 62.07 mg/g, 40.72 mg/g maksimum adsorpsiyon kapasitesilerini elde etmiştir. Ayrıca Sivaraj ve ark. (2000) portakal kabuğu kullanarak Asit Viyolet 17 için 19,88 mg/g maksimum adsorpsiyon kapasitesini elde etmişlerdir.

Bu tez çalışmasında, Remazol Blue'nun portakal kabuğu ile adsorpsiyonu; sıcaklığın, başlangıç pH'ının, adsorbent miktarının, adsorpsiyon süresinin ve başlangıç boyarmadde derişiminin bir fonksiyonu olarak incelenmiştir.

## 2.KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. Tekstil Boyalarının Özellikleri

Tekstil boyaları, gıda, kozmetik, ilaç, tekstil, deri ve kağıt endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada yüzbin çeşit ve yedi yüzbin tondan fazla ticari boya üretilmekte ve boya pazarının 2/3 gibi büyük çoğunluğunu tekstil endüstrilerinde bulundurmaktadır (Aksu Z., 2003).

Tekstil endüstrileri, yıkama, boyama ve terbiye işlemleri için büyük miktarda su, boyar madde, organik ve inorganik kimyasal maddeler tüketir. Kullanılan boyalar kimyasal yapıları nedeniyle su, ışık ve çoğu kimyasalın etkisinde solmaya karşı dirençlidir. Çoğu boyaları sentetik oluşları ve karmaşık yapılarından dolayı renksizleştirmek de zordur (Robinson vd., 2001).

Tekstil boyaları, anyonik, katyonik ve iyonik olmayan boyalar olmak üzere üç grupta toplanır. Anyonik yapıdaki boyalar, asidik, doğrudan, reaktif azo ve diazo boyalardır. Parlak renkleri ve suda çözünebilir olmaları nedeniyle geleneksel arıtım yöntemleriyle giderilmeleri zordur. Katyonik boyalar ana boyalardır. Ana boyalar parlaklıklarının ve renk yoğunluklarının yüksek olması nedeniyle çok düşük derişimlerde bile sularda görüntü kirliliği yaratırlar. İyonik olmayan boyalar ise dağılan boyalardır. Bu boyalar sulu ortamda iyonlaşmadığından dağılırlar; suda çözünmezler. Benzidin ve diğer aromatik bileşiklerden oluşurlar. Bunların dışında antrokinon bazlı boyalar ve metal içerikli boyalar vardır. Antrokinon bazlı boyalar aromatik halkalı yapılarından dolayı parçalanmaya karşı dirençlidirler. Metal içerikli boyalar ise genelde krom içerir ve kansorejendirler. Bu boyalardan tekstil sanayiinde en çok kullanılan %60'lık payla azo boyalardır. Yapılan çalışmalar, en zehirli boyaların ana ve diazo boyalar olduğunu göstermişlerdir (Fu vd., 2001).

Tekstil boyaları sularda çok düşük miktarlarda (10-50 mg/L) dahi görüntü kirliliğine sebep olur. Ayrıca suyun ışık geçirgenliğini ve gaz çözünürlüğünü azalttıklarından sularda yaşayan canlıların yaşamlarını tehdit ederler. Boyaların biyolojik olarak parçalanabilirliği düşük olduğundan giderilmeleri zordur ve hala önemli bir problemdir. Tekstil atıksularının renksizleştirilmesi için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler de çoğu kez yetersiz kalmaktadır (Robinson vd., 2001).

## 2.2. Adsorpsiyon

Bir fazda bulunan iyon ya da moleküllerin, bir diğer fazın yüzeyinde yoğunlaşması ve konsantre olması işlemi olarak tanımlanır. Havada veya suda bulunan kirleticilerin aktif karbon üzerinde adsorpsiyonu, kirlenmiş hava veya suyun iyileştirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Birikim gösteren maddeye adsorbat, adsorplayan katıya adsorban denir. Sıvıların, yüzeydeki mikro çatlaklarda ve gözeneklerde yoğunlaşmasına kılcal adsorpsiyon denir. Adsorpsiyon, taneciklerin tüm yüzeylerinde ve kenar çizgileri üzerinde gerçekleşmesi halinde yüzey doymuştur denir. Çözeltinin adsorpsiyonu, adsorbe olacak maddenin doğasına ve çözelti içerisindeki konsantrasyona bağlıdır. Sıcaklıkta adsorpsiyonda önemli bir faktördür.

Su ve atık su arıtım işlemlerinde kullanılan adsorpsiyon tipi sıvı-katı adsorpsiyonu olup, suda çözülmüş maddelerin ara yüzeyde birikimi, adsorbat ve çözücü arasındaki relatif çekim kuvvetlerine bağlıdır. Su içinde bulunan polar olmayan moleküller adsorbent-sıvı arasındaki ara yüzeylere doğru hareket eder. Bunun sonucunda çözücünün yüzey gerilimi azalır ve adsorbent yüzeyi ıslanır. Kirletici bileşiklerin sulu çözeltilerinden adsorbentlere adsorplanma hızı arıtım proses verimi açısından önemlidir.

Kirletici maddelerin, çözültiden adsorbentin gözenekleri tarafından adsorplanması dört aşamada gerçekleşir. İlk aşamada kirletici, çözültiden adsorbent partikülünü çevreleyen su tabakası sınırına doğru; ikinci aşamada, çözelti içinde katı yüzeye (yüzey sınır tabakasına) taşınır. Bu olaya film difüzyonu denir. Üçüncü aşama kirletici madde, sınır tabakasına difüze olarak, adsorbent yüzeylerindeki (yüzeyin gözenekleri içindeki makro ve mikro porlar) bağlanma noktalarına bağlanır. Bu olaya da gözenek difüzyonu denir. Dördüncü aşamada ise, gözenek ve kapiler yüzeylerde bağlanma meydana gelmektedir. Adsorpsiyon hızı arttırılmak istenirse, kirletici maddenin bulunduğu çözelti uygun bir şekilde karıştırılarak adsorbent-çözelti sınır tabaka kalınlığı en aza indirgenerek difüzyon ile taşınım hızlandırılmış olur. Karıştırma işlemi, adsorbentin gözeneklerdeki difüzyonu hızlandırmaktadır. Adsorbatın bir fazdan diğer bir fazın yüzeyinde birikme hareketi, yüzey gerilimi/adsorpsiyon arasındaki ilişki önemini ortaya koyar.

Adsorpsiyon kimyasal etkileşim sonucu yüksek sıcaklıklarda meydana gelir, bağlar arasındaki enerji ve bağların kuvveti yüksektir. Kimyasal adsorpsiyonda partiküller bağlar vasıtasıyla yerleşirler, fiziksel adsorpsiyonda ise bağ oluşumu olmaz, çekim kuvveti etkilidir. Fiziksel adsorpsiyon kimyasal adsorpsiyona göre daha zayıftır.

Adsorbatın, çözelti hacminden adsorbant partikülünü çevreleyen su tabakasının sınırına doğru taşınımı söz konusudur. Bu taşınım, eğer adsorbant durağan haldeki su içinde sediment (çöküntü) halinde bulunuyorsa difüzyonla yada ortamda türbülans varsa türbülansla gerçekleşir. Moleküllerin adsorpsiyonu film difüzyonla gerçekleşir. Adsorbent, adsorbenti çevreleyen suyun durağan sınır tabakası boyunca (hidrodinamik sınır tabakası), su geçişi esnasında moleküller difüzyonla taşınacaktır. Bu adım için süreyi partikül üzerinden geçen debi belirler, debinin yüksek olması taşınım süresini kısaltır.

Adsorpsiyonda; geçiş mekanizması tamamlandıktan sonra adsorbant ve adsorbat arasında adsorpsiyon meydana gelir. Bu adım fiziksel adsorpsiyonda son derece hızlıdır. Eğer adsorpsiyon, molekülün yapısını değiştirecek bir kimyasal reaksiyonla beraber geliyorsa, kimyasal reaksiyonun hızı difüzyon hızından küçük olacağından, giderim hızını kimyasal reaksiyon kontrol edecektir.

Adsorpsiyon fiziksel, kimyasal veya değişim adsorpsiyonu şeklinde olabilir. Adsorpsiyonun verimi yüzey alanına, pH, sıcaklığa, adsorbantın yapısına ve karışım özelliğine göre değişir. Adsorpsiyon işlemi amacıyla en yaygın kullanılan adsorbant aktif karbondur. Aktif karbonun asidik, bazik ve dispers boyalar için uygun olduğu ancak direk boyalarda renk giderimininde düşük verimli olduğu belirtilmiştir. Aktif karbonun pahalı ve rejenerasyonunun zor olması yeni adsorbant maddelerinin denenmesini gündeme getirmiştir. Bu amaçla silika, kil, şeker kamış posası, mısır, pirinç, kitin, uçucu kül ve kömür gibi bir takım düşük maliyetli adsorbantlar kullanılmıştır (Başbüyük vd., 1998).

### **2.2.1. Adsorpsiyon Tipleri**

Adsorpsiyon tiplerinin belirlenmesinde etkili olan faktörler, sıvının adsorbanta doğru elektriksel çekimi, van der Waals çekimi ve kimyasal yapıdır. Bunlar sırasıyla değişim adsorpsiyonu, fiziksel, kimyasal ve biyolojik adsorpsiyondur.

### **2.2.1.1. Değişim Adsorpsiyonu**

Değişim adsorpsiyonu iyon değişimine dayanan adsorpsiyondur. Değişim adsorpsiyonu adından da anlaşılacağı gibi, bir maddenin iyonlarının yüzeyindeki yüklü alanlara doğru elektrostatik çekim sonucu yüzeyde birikmesidir. Değişim adsorpsiyonu adsorbat ile yüzey arasında elektriksel çekim ile olmaktadır. Burada zıt yüke sahip adsorbat ile adsorban yüzeyinin birbirini çekmesi önem kazanır. Elektrik yükü fazla olan iyonlar ve küçük çaplı iyonlar daha iyi adsorbe olurlar. Aynı konsantrasyondaki potansiyel iyonik adsorbat için iyonun yükü değişim adsorpsiyonu için belirleyici faktördür. Bundan dolayı; bir ve üç değerlikli iyonların bulunduğu bir ortamda, üç değerlikli olan iyon adsorbent yüzeyine doğru daha kuvvetli bir şekilde çekilecektir.

### **2.2.1.2. Fiziksel Adsorpsiyon**

Fiziksel adsorpsiyon moleküller arası düşük çekim gücünden veya van der Waals kuvvetlerinden meydana gelmektedir. Adsorbe olan molekül katı yüzeyinin belirli bir yerine bağlanmamıştır, yüzey üzerinde hareketli durumdadır. Fiziksel adsorpsiyon genellikle geri dönüşümlüdür. Fiziksel adsorpsiyon, düşük adsorpsiyon ısı ile karakterize edilir ve denge çok kolay kurulur. Su ve atık sularındaki birçok kirleticinin ve gazların adsorbent üzerine adsorpsiyonu fiziksel adsorpsiyondur. Bu tip adsorpsiyonda gazların ideal halden sapmalarına sıvılaşımlarına sebep olan kuvvetin van der Waals kuvvetleriyle aynı cinsten olduğu kabul edilmektedir. Bu kuvvetler uzun mesafede etkili olmakla birlikte zayıftırlar. Bu nedenle fiziksel adsorpsiyonla adsorban yüzeyine bağlanan molekül veya iyonun yapısı değişmez ve bağlandığı yüzeyde nispeten hareketlidir. Adsorpsiyon dengesi geri dönüşümlü olup, enerji ihtiyacı azdır. Adsorpsiyon enerjisi 40 kJ/mol 'den küçüktür. Bu tip adsorpsiyonda, adsorplanmış tabaka birden fazla molekül kalınlığında olabilir. Adsorpsiyonun miktarı, sıcaklığın artması veya adsorbe edilen bileşiğin kritik sıcaklığının biraz yukarısına çıktığı takdirde hızlı bir şekilde azalır. Fiziksel adsorpsiyon tersinir olduğundan konsantrasyonun düşmesi halinde adsorbe olan molekül yüzeyden ayrılır.

### **2.2.1.3. Kimyasal Adsorpsiyon**

Kimyasal adsorpsiyonda, adsorbent ve adsorbat arasında kimyasal bağlanma olur. Bu genellikle kovalent bağıdır. Adsorpsiyon tek tabakalıdır, yüzeyde moleküllerin bağlanacağı aktif noktalar bitince adsorpsiyon durur. Bu esnada açığa çıkan aktivasyon enerjisi 40–2000 kJ/mol'dür. Kimyasal adsorpsiyon spesifik olup, fiziksel adsorpsiyondaki kuvvetlerden daha etkili kuvvetler tarafından gerçekleştirilir. Kimyasal adsorpsiyon genellikle tersinir değildir. Fakat yüksek sıcaklıklara ısıtma ile molekül ayrılması sağlanır.

### **2.2.2. Adsorpsiyona Etki Eden Faktörler**

Suda çözünebilen (hidrofilik) bir madde, suda çözünemeyen (hidrofobik) diğer bir maddeye göre daha az adsorbe olacaktır. Aynı şekilde hidrofobik ve hidrofilik olan iki gurubu içeren bir molekülün hidrofilik ucu tutunmayı sağlayacaktır. Molekül büyüklüğü de adsorpsiyonu etkilemektedir. Adsorbanın gözenek büyüklüğüne uygun büyüklükte olan molekül daha iyi adsorbe olacaktır. Çok bileşenli çözeltiler içerisinde bulunan madde, saf olarak bulunduğu çözeltideki durumuna göre daha az adsorbe olur. Bunun nedeni aynı çözücüde birlikte bulunduğu diğer maddelerle olan adsorbe olma rekabetidir. Adsorpsiyona etki eden faktörlerin başlıcaları; yüzey alanı, adsorbentın yapısı, partikül boyutu, karıştırma hızı, adsorbatın çözünürlüğü, molekül büyüklüğü, ortamın pH değeri ve sıcaklıktır.

#### **2.2.2.1. Adsorbentın Yüzey Alanı**

Adsorpsiyon bir yüzey olayıdır. Bu nedenle maksimum adsorpsiyon miktarı spesifik yüzey alanı ile doğru orantılıdır. Spesifik yüzey alanı, toplam yüzey alanının adsorpsiyonda kullanılabilir kısmı olarak tanımlanır. Bu nedenle belirli ağırlıktaki katı adsorbentın sağlayacağı adsorpsiyon miktarı, katının daha küçük parçalara ayrılmış ve poroz (gözenek) hali için daha büyüktür. Dolayısı ile adsorpsiyon miktarı, katı adsorbentın birim yüzey ağırlığı ve çok gözenekli olması ile artış gösterir. Adsorbantın yüzey alanı genişledikçe adsorplanan miktarı da artmaktadır.

### 2.2.2.2. Adsorbentin Partikül Boyutu

Bir adsorbat partikülünün büyüklüğü, adsorpsiyon hızını etkiler. Yani adsorpsiyon hızı, partikül boyutu azaldıkça artmaktadır. Sabit boyuttaki partiküllerin adsorpsiyon hızı ve adsorpsiyon oranı belli bir boyut aralığındaki adsorbentin dozajı ile yaklaşık lineer olarak değişmektedir. Bu dozaj çözelti fazında kalan safsızlık konsantrasyonunda büyük değişimler meydana getirmemektedir. Kalan safsızlık konsantrasyonundaki büyük farklar, adsorpsiyon kapasitesi ve hızı için ikinci bir değişkeni işaret etmektedir. Atık su arıtımında kullanılan toz aktif karbonların adsorpsiyon hızı granül aktif karbonların adsorpsiyon hızından daha büyüktür (Keskinler vd., 1994).

### 2.2.2.3. Adsorbat Molekülünün Büyüklüğü

Aktif karbon gibi gözenekli yapıdaki malzemeler için büyük partiküllerin küçük partiküllere dönüştürülmesi, karbonda adsorpsiyon için uygun olan ince porları meydana getirir. Böylece karbon adsorpsiyona elverişli hale gelir. Mikro porların ( $d < 2\text{nm}$ ) hacminde adsorbat içerisinde fazla yer tutması, yüzey alanının büyük olmasını sağlamaktadır. Bu küçük moleküllerin kolay adsorbe edilmesi için elverişli bir durumdur. Adsorbanda makro porların ( $d > 50\text{nm}$ ) geniş hacimde bulunması, hacimce büyük moleküllerin tutulması için daha elverişli bir durumdur. Geniş boyutlu olarak nitelendirilen orta büyüklükteki gözenek boyutunun ( $2 < d < 50\text{nm}$ ) adsorbatın küçük gözeneklere hızlı geçişini sağladığı kabul edilmektedir.

Birçok atık su farklı büyüklüklere sahip bileşiklerin bir karışımından meydana gelmektedir. Bu durumda daha büyük boyutlu taneciklerin, daha küçük boyutlu taneciklerin aktif karbon gözenekleri içerisine girmelerini engellemeleri tehlikesi vardır. Bu olaya moleküler perdeleme adı verilmektedir. Bununla birlikte, hem moleküllerin hem de porların düzensiz şekilleri, bu tür bir engellemeyi önlemektedir. Küçük moleküllerin daha hareketli olması, daha büyük hızda difüze olmalarına ve büyük moleküllerin giremeyeceği gözeneklere girmelerini sağlamaktadır.

#### 2.2.2.4. Adsorbatın Çözünürlüğü

Adsorpsiyon olayında en önemli faktörlerden biri adsorpsiyon dengesini kontrol eden adsorbatın çözünürlüğüdür. Genel olarak bir maddenin adsorpsiyon miktarıyla bu maddenin adsorpsiyonunun gerçekleştiği ortamdaki çözünürlüğü arasında ters bir ilişki vardır. Çözünürlük adsorpsiyon arasındaki ilişkiye bağlı olarak, adsorpsiyon oluşmadan önce, çeşitli şekildeki adsorbat-çözelti arasındaki bağının kırılması ile açıklanabilir. Çözünürlük ne kadar büyük olursa adsorbat-çözelti arasındaki bağ o kadar kuvvetli ve adsorpsiyon miktarı da o kadar düşüktür. Su ve atık sulardaki bileşiklerin çoğu iyonik türde ortamda bulunmakta veya bulunma potansiyeline sahiptirler. İyonlaşmanın adsorpsiyon üzerine etkileri incelendiğinde, yüklü türler için adsorpsiyonun minimum ve nötr türler için ise maksimum değere ulaştığı görülmektedir. Kompleks bileşikler için iyonlaşma etkisi daha az önem taşımaktadır. Polar olan bir madde polar bir adsorbant tarafından polar olmayan bir çözelti içerisinde daha kuvvetli bir şekilde, adsorbe edilir. Çözünür bileşikler, çözücüler için kuvvetli bir çekiciliğe sahiptirler. Bu yüzden çözünmeyen bileşiklerden daha zor adsorbe olurlar. Bununla birlikte zayıf bir şekilde çözünen birçok bileşik de, kolay kolay adsorbe olamazlar. Ancak çok kolay çözünen bileşikler kolaylıkla adsorbe olabilirler.

#### 2.2.2.5. Adsorpsiyon Üzerine pH'ın Etkisi

Adsorpsiyonu etkileyen en önemli faktör pH'dır. Adsorpsiyonun meydana geldiği çözeltinin pH'sı bir veya birkaç nedenden dolayı adsorpsiyon miktarını etkilemektedir. Hidrojen ( $H^+$ ) ve hidroksil ( $OH^-$ ) iyonlarının kuvvetli bir şekilde adsorbe olmalarından dolayı diğer iyonların adsorpsiyonu çözeltinin pH'ından etkilenmektedir. Asidik veya bazik bileşiğin iyonlaşması adsorpsiyonunu etkilemekte ve pH'da iyonlaşma derecesini kontrol etmese bile adsorpsiyonu etkilemektedir. Adsorpsiyon işleminde farklı iyonların farklı pH değerlerinde adsorblanması ancak spesifik pH değerlerinde önemli iken, anyonik iyonların adsorpsiyonu ise düşük pH değerlerinde gerçekleşerek hemen hemen %100 iyon giderme verimine sahip olmaktadır. Genel olarak tipik organik kirleticilerin sudan adsorpsiyonu azalan pH ile artmaktadır.

### 2.2.2.6. Adsorpsiyon Sıcaklığı

Adsorpsiyon reaksiyonları sıcaklığa bağlı olarak endotermik veya ekzotermik oluşuna göre değişir. Birçok reaksiyonda genellikle sıcaklık arttığında reaksiyon hızının arttığı ifade edilmektedir. Adsorpsiyon işleminde ise sıcaklık önemli bir kriter olup, adsorpsiyon hızını etkilemektedir.

Sabit basınç altında gerçekleştirilen bir reaksiyonun entalpi değişimi ( $\Delta H^\circ$ ), adsorpladığı ısıya eşittir. Standart entalpi değişimi, reaksiyona girenlerin ve ürünlerin tamamının standart durumda buldukları zaman adsorplanan ısıya eşittir. Bu durumda reaksiyon oluşurken reaksiyona girenler ısı absorpluyorsa,  $\Delta H^\circ$  pozitifdir ve reaksiyon *endotermiktir*.  $\Delta H^\circ$  değeri negatif ise reaksiyon *ekzotermiktir*. Prosesin standart molar Gibbs serbest enerjisi aşağıdaki eşitlik ile belirlenir. Bir reaksiyonun itici gücü  $\Delta G^\circ$  ile ifade edilir. Sabit sıcaklık ve standart şartlar altında, bir adsorpsiyon prosesinde standart entropi değişimi  $\Delta S^\circ$  aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) \quad (2.1)$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - \Delta S^\circ \quad (2.2)$$

Negatif  $\Delta G^\circ$  değerlerinde prosesin mümkün olduğunu ( $K > 1$ ) ve adsorpsiyon doğal olarak kendiliğinden gerçekleştiğini ifade etmektedir.

Sabit basınç altında bir reaksiyonun denge sabiti ile sıcaklık arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde tanımlanmış olup, bu eşitlik van't Hoff eşitliği olarak bilinmektedir (Stumm and Morgan, 1996).

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad (2.3)$$

Eşitlik farklı sıcaklık ve denge sabitlerinde integrali alınır, eşitlik 2.4 elde edilir.

$$\ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) = \frac{-\Delta H_{ad}}{r} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1}\right) \quad (2.4)$$

Bu bağıntıya göre; farklı sıcaklıkta gerçekleştirilen adsorpsiyon denge izoterm verilerinden elde edilecek denge sabiti değerlerine  $\ln K$  'ya karşı  $\frac{1}{T}$  verileri grafiğe geçirildiğinde elde edilen doğrunun eğimi  $\Delta H_{ads}^{\circ}$  'yı verir.

### 2.2.2.7. Karıştırma Hızı

Adsorpsiyon hızı, ortamın karıştırma hızına bağlı olarak ya film difüzyonu ya da por difüzyonu ile kontrol edilmektedir. Düşük karıştırma hızlarında partikül etrafındaki sıvı film kalınlığı fazla olacak ve film difüzyonu hızı adsorpsiyonu sınırlayan etmen olacaktır. Eğer sistemde yeterli bir karışım sağlanır ise, film difüzyon hızı, hızı sınırlandıran etmen olan por difüzyon noktasına doğru artar. Genelde por difüzyonu yüksek hızda karıştırılan kesikli sistemlerde adsorpsiyon hızını sınırlayıcı en önemli etmendir.

### 2.2.3. Adsorpsiyon İzotermi

Adsorpsiyon işlemini daha etkin ve az maliyetli bir hale getirmek için bir çok araştırmacı ucuz ve yenilenebilir adsorbanlar bulmaya çalışmaktadırlar. Maliyet azalımı ve etkinlik için öngörülen yollardan biri adsorpsiyonun doğasının anlaşılmasıdır .

Adsorpsiyon, adsorban yüzeyinde biriken madde konsantrasyonu ve çözeltilerde kalan madde konsantrasyonu arasında bir denge oluşuncaya kadar devam eder. Gazlar için konsantrasyon genellikle mol yüzdesi veya kısmi basınç olarak verilir. Çözeltiler içinse konsantrasyon kütle birimleri olarak verilir (mg/l, ppm v.s.).

Matematiksel olarak bu denge adsorpsiyon izotermi ile açıklanmaktadır. Zaman içerisinde Jaeger ve Erdös tarafından oluşturulan genel bir formülden yola çıkarak bir çok araştırmacı, farklı izoterm denklemleri ortaya koymuşlardır. En genel kullanım gören izotermier Freundlich ve Langmuir denklemleridir (Aksu, Z., vd. 1999; Ng, J.C.Y., vd. 2003).

Freundlich, çözeltilerin adsorpsiyonunu açıklamak için aşağıdaki eşitliği türetmiştir:

$$q_e = K_F C_e^{\frac{1}{n}} \quad (2.5)$$

$C_e$ : Adsorpsiyon sonrası çözeltide kalan maddenin konsantrasyonu ( $\text{mg/dm}^3$ )

$q_e$ : Birim adsorban üzerine adsorplanan madde miktarı ( $\text{mg/g}$ )

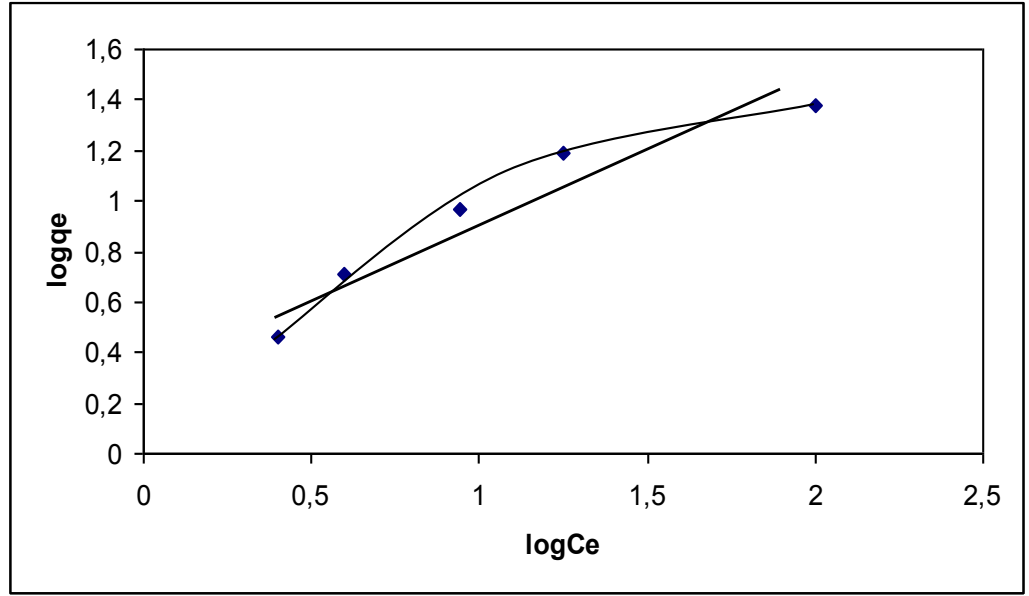
$K_F$ : Deneysel olarak hesaplanır. Adsorpsiyon kapasitesini.

$n$ : Adsorpsiyon yoğunluğu.

Freundlich izoterm denkleminde eşitliğin her iki yanının da logaritmasını alarak doğrusal hale getirirsek:

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad (2.6)$$

$\log q_e$ 'nin  $\log C_e$ 'ye karşı değişimi grafiğe dökülmesiyle  $K_F$  ve  $n$  sabitleri bulunur (Şekil 2.1). Grafikten elde edilen doğrunun y eksenini kesim noktası  $\log K_F$ 'yi ve eğimi de  $1/n$ 'i vermektedir.  $1/n$  heterojenite faktörüdür ve 0-1 aralığında değerler alır. Yüzey ne kadar heterojense,  $1/n$  değeri o kadar sıfıra yakın olur. Bu izotermi doğruluğu, heterojen adsorpsiyon sistemlerinde Langmuir izotermine göre daha iyidir.



Şeki2.1:Freundlich İzotermi

Langmuir izotermi, adsorban yüzeyinin enerji açısından benzer olduğu varsayımıyla, tek tabakalı homojen adsorpsiyonu açıklamak için kullanılmaktadır. Bu izotermi açıklayan bir çok kaynak vardır, kaynaklardaki terimsel ifadeler farklılık göstermelerine rağmen işaret ettikleri sonuç aynıdır. Bu nedenle daha iyi karşılaştırma yapılabilmesi için, izotermin iki farklı kaynağa göre ifadesi açıklanmıştır.

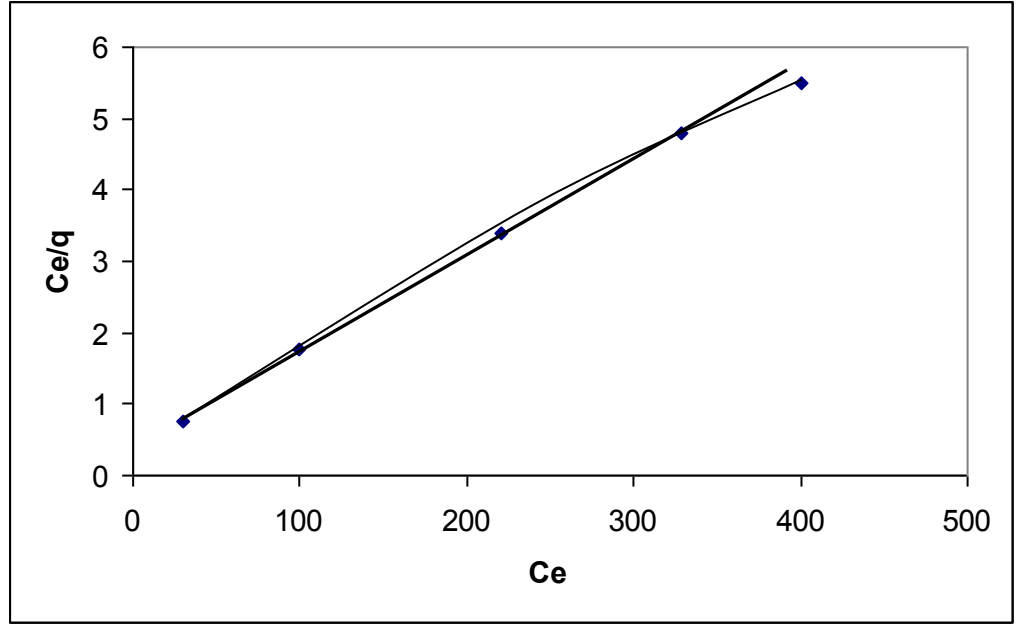
$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L} + \left( \frac{a_L}{K_L} \right) C_e \quad , \quad q_e = \frac{Q_{\max} a_L C_e}{1 + a_L C_e} \quad , \quad q_e = \frac{K_L C_e}{1 + a_L C_e} \quad (2.7)$$

$C_e$ : Adsorpsiyon sonrası çözeltide kalan maddenin konsantrasyonu ( $\text{mg/dm}^3$ )

$q_e$ : Birim adsorban üzerine adsorplanan madde miktarı ( $\text{mg/g}$ )

$K_L$ : Adsorbatın adsorptivitesine bağlı olan sabit ( $\text{dm}^3/\text{g}$ ).

$a_L$ : Adsorpsiyon enerjisine bağlı olan sabit ( $\text{dm}^3/\text{mg}$ ).



Şekil 2.2: Langmuir İzotermi

$Q_{max}$  ( $K_L/a_L$ ) tek tabakalı adsorban kapasitesini göstermektedir (mg/L).  $C_e/q_e$  değerinin,  $C_e$  değerine göre değişimi grafiğe dökülmesiyle ortaya çıkan doğrunun eğimi ve kesim noktası sırasıyla  $a_L/K_L$  ve  $1/K_L$  sabitlerinin değerini verecektir (Şekil 2.2).

Burada  $Q_{max}$  değeri adsorbanın maksimum adsorplama kapasitesini verecektir. Özellikle tek tabakalı adsorpsiyonun meydana geldiği heterojen adsorpsiyon sistemlerinde bu izoterm denge durumunu net olarak açıklayamaz.

Adsorpsiyonun elverişliliğini bulmak için boyutsuz  $R_L$  (dağılma) sabiti hesaplanır ve bu sabitin 0 ile 1 arasında değerler alması elverişlilik durumunun sağlandığına işaret eder .

$$R_L = \frac{1}{1 + bC_0} \quad (2.8)$$

$b$  ( $a_L$ ): Langmuir sabiti

$C_0$ : Maddenin çözültideki başlangıç derişimi

$R_L$ Değerleri	İzoterm tipi
$R_L > 1$	Elverişli olmayan
$R_L = 1$	Lineer
$0 < R_L < 1$	Elverişli
$R_L = 0$	Tersinmez

Brunauer, Emmett ve Teller tarafından geliştirilen BET izotermi, çok tabakalı adsorpsiyonun açıklanabilmesi için, Langmuir izotermine göre daha kullanışlıdır. Bu model, adsorbatın yüzeyde birden fazla tabaka oluşturduğunu varsaymaktadır ve bu açıdan Langmuir izoterminin her bir tabakaya uygulanmış şeklidir .

Bir adsorpsiyonunun hangi izotermle daha iyi açıklandığının bulunması için deneysel olarak elde edilen veriler tüm izoterm denklemlerine uygulanıp grafiğe dökülür. Verilerin doğrusal bir grafik oluşturduğu (korelasyon katsayısının bulunmasına yardımcı olur) izoterm çeşidi o adsorpsiyon için en uygun olanıdır. Ama bir veya daha fazla izoterm de uygun olabilmektedir.

Yukarıda anlatılmış olan izotermeler genel kullanım gören izotermelere örneklerdir. Özel durumlarda kullanılan bazı izotermelere örnek olarak aşağıdaki izotermeler verilebilir

- Temkin: Sorpsiyon ısısındaki düşüşün logaritmik yerine lineer düşüş gösterdiği sistemler için.
- Dubinin-Radushkevich: Karakteristik sorpsiyon eğrisinin adsorbanın gözenekli yüzeyine bağlı olduğu sistemler için.
- Toth: Örneğin karbon üzerindeki fenolik bileşikler gibi heterojen sistemler için.
- Sips: Bir molekülün iki siteyi de kapsadığı durumlarda.

Adsorpsiyonu etkileyen en önemli etkenlerden biri de adsorbatın çeşitli özellikleridir. Suda çözünebilen (hidrofilik) bir madde, suda daha az çözünen (hidrofobik) diğer bir maddeye göre daha az adsorbe olacaktır. Aynı şekilde hidrofilik ve hidrofobik olan iki grubu içeren bir molekülün hidrofobik ucu tutunmayı sağlayacaktır. Molekül büyüklüğü de adsorpsiyonu etkilemektedir.

Adsorbanın gözenek büyüklüğüne en uygun büyüklükte olan molekül daha iyi adsorbe olacaktır. Değişim adsorpsiyonuna ait özel bir durum olarak, iyonize olmuş maddeler nötral maddelere göre daha az adsorbe olacaktır. Genel olarak, maddelerin nötral olduğu pH aralıklarında adsorpsiyon hızı artar. Çok bileşenli çözeltiler içerisinde bulunan madde, saf olarak bulunduğu çözeltideki durumuna göre daha az adsorbe olur. Bunun nedeni, aynı çözücüde birlikte bulunduğu diğer maddelerle olan adsorbe olma rekabetidir

#### 2.2.4. Adsorpsiyon Kinetiği

Adsorpsiyon kinetiğinin anlaşılması ile etkin adsorbat-adsorban temas süresi yani alıkoyma süresi bulunur. Adsorpsiyon işleminin hızına etki eden adsorpsiyon basamaklarının anlaşılması için önemli bir adımdır. Bir çözeltide bulunan adsorbatın adsorban tarafından adsorplanması işleminde 4 ana basamak vardır .

1. Gaz ya da sıvı fazda bulunan adsorbat, adsorbanı kapsayan bir film tabakası sınırına doğru difüze olur (bulk solution transport). Bu basamak, adsorpsiyon düzeneğinde belirli bir hareketlilik (karıştırma) olduğu için çoğunlukla ihmal edilir.
2. Film tabakasına gelen adsorbat buradaki durgun kısımdan geçerek adsorbanın gözeneklerine doğru ilerler (film mass transfer/boundary layer diffusion).
3. Sonra adsorbanın gözenek boşluklarında hareket ederek adsorpsiyonun meydana geleceği yüzeye doğru ilerler (intraparticle diffusion).
4. En son olarak da adsorbatın adsorbanın gözenek yüzeyine tutunması meydana gelir (sorpsiyon).

Eğer adsorbanın bulunduğu faz hareketsiz ise, 1. basamak en yavaş ve adsorpsiyon hızını belirleyen basamak olabilmektedir. Bu nedenle, eğer akışkan hareket ettirilse, yüzey tabakasının kalınlığı azalacağı için adsorpsiyon hızı artacaktır. Son basamak ölçülemeyecek kadar hızlı olduğundan ve ilk basamak da iyi bir karıştırma olduğu düşünülerek adsorpsiyon hızına aksi bir etki yapmayacakları için 2. ve 3. basamaklar hız belirleyicidir. 2. basamak adsorpsiyon işleminin ilk birkaç dakikasında, 3. basamak ise adsorpsiyon işleminin geri kalan daha uzun bir süresinde meydana geldiği için, adsorpsiyon hızını tam olarak etkileyen basamağın 3. basamak olduğunu söyleyebiliriz.

### 2.2.5. Adsorpsiyon Termodinamiği

Adsorpsiyonda adsorbat, birikim ile daha düzenli hale geçtiği için entropi azalır. Adsorpsiyonun spontane olması (kendiliğinden olabilme) için ...

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \quad (2.9)$$

$\Delta G^\circ$ : Serbest enerji değişimi (kJ/mol)

$\Delta H^\circ$ : Entalpi değişimi (kJ/mol)

$\Delta S^\circ$ : Entropi değişimi (kJ/mol K)

T: Mutlak sıcaklık (Kelvin)

R: Gaz sabiti (8,314 J/mol K)

$K_c$ : Denge sabiti

denkleminde  $\Delta H$  değerinin negatif (ekzotermik) olması gerekir.

Belirli bir sıcaklıkta yapılan adsorpsiyon işleminin Gibbs serbest enerjisini bulmak için:

$$K_c = \frac{C_a}{C_e} \quad (2.10)$$

$K_c$ : Denge sabiti

$C_a$ : Adsorbanın birim kütleinde tutulan madde miktarı (mg/g)

$C_e$ : Çözeltide kalan madde konsantrasyonu (mg/L)

Yukarıdaki denklem yardımı ile bulunan  $K_c$  aşağıdaki denkleme yerleştirilerek adsorpsiyonun Gibbs serbest enerjisi bulunur.

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K_c \quad (2.11)$$

$\Delta H^{\circ}$ 'ın pozitif değerleri adsorpsiyonun endotermik,  $\Delta G^{\circ}$ 'nin negatif değerleri adsorpsiyonun spontane olduğunu göstermektedir. Diğer bir değişle adsorpsiyon işleminin uygulanabilirliği entalpi ve Gibbs serbest enerjisinin negatif olması ile anlaşılabilir.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1.Kullanılan Maddeler

Portakal kabuğu piyasadan temin edilmiştir. Remazol blue (R8001 CAS Number 2580-78-1 Colour Index Number=61200) kimya bölümünden temin edilmiştir. pH ayarı için genel kimya laboratuvarındaki NaOH ve HCl çözeltileri kullanılmıştır.

#### 3.2.Kullanılan Aletler

- Hassas terazi:APX-200 Model, Denver Instrument Company, Nortfolk, İngiltere.
- Çalkalayıcı:Type 3047, Köttermann Labortechnik, Uetze-Hanigsen, Almanya.
- Termostatlı su banyosu:Grant W14, Grant Instrument Ltd., Cambridge, İngiltere.
- pH metre: FE 439 SCHOTT handylap
- UV :visible U-1601 spectrophotometer Shimadzu
- Etüv :D2A Model , Genlab , England.

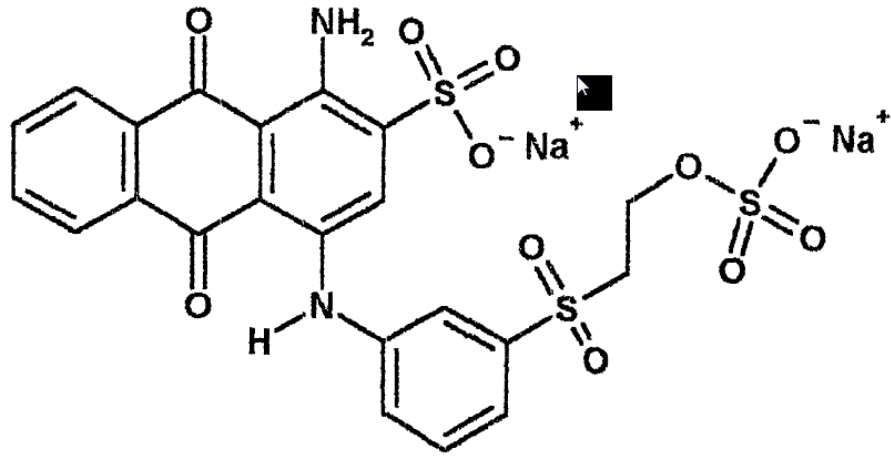
#### 3.3. Adsorbent

Piyasadan temin edile portakal kabukları kurutularak toz haline getirildi. Toz haline getirilen portakal kabukları 60 °C'de destile su ile yüzeye yapışan partikülleri gidermek ve suda çözünebilen materyalleri gidermek için yıkandı. Daha sonra etüvde 60-80 °C'de 24 saat boyunca kurutuldu ( H. Benaïssa , 2005 ; R. Siveraj, C. Namasivayam, and K. Kadirvelu, 2000; C. Namasivayam and D. J. S. E. Arasi, 1996).

### 3.4. Boya Çözeltileri

Remazol blue toz boyadan 500 mg alınarak 1000 ml saf suda çözüldü. Remazol blue boyası için UV' de uygun dalga boyu tarandı. Ve 595 nm olarak tespit edildi.

Remazol blue



Remazol Brilliant Blue R

$C_{12}H_{16}N_2Na_2O_{11}S_3 = 626,54 \text{ g/mol}$  (E. FORGACS vd., 2004)

Şekil 3.4.0 Şekilde çalışmamızda kullanmış olduğumuz boyanın kimyasal yapısı görülmektedir.

### 3.4 Adsorbsiyon İşlemi

Öncelikle adsorpsiyon işlemi için hazırlanan portakal kabuklarının adsorplama özelliğinin olup olmadığı tespit edildi.

0.2 , 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 g portakal kabuğu hassas terazide tartıldı. 250 ml'lik erlen mayerlere konuldu.

500 ppm stok çözelti hazırlandı. Hazırlanan stok çözülden seyreltilerek 50 ml 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm ve 40 ppm'lik çözeltiler hazırlandı. Hazırlanan çözeltiler portakal kabukları üzerine ilave edildi. Çalkalayıcılı su banyosunda 25°C , 35°C, 45°C ve 55°C'de çalkalandı. 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 ve 120 dakika zaman aralıklarıyla numuneler alınarak santrifüjlendi. UV'ide ölçümler yapılarak çözültide adsorblanmadan kalan boya miktarı tespit edildi.

Aynı işlemler 50 ml 40 ppm'lik pH'sı 5 ve 9 olan çözeltiler için tekrar edildi. Elde edilen sonuçlar gerekli matematiksel işlemlerden geçirilerek grafikler çizildi.

## 4.SONUÇLAR

4.1. X<sub>e</sub> VE q DEĞERLERİTablo 4.1: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için X<sub>e</sub> ve q değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g-1	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g-1	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g-1	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g-1
0,2	1,5159	2,4203	1,6000	1,9998	1,666102	1,6695	1,6481	1,7596
0,4	1,2997	1,7507	1,4078	1,4804	1,479908	1,3002	1,5280	1,1801
0,6	1,1376	1,4374	1,2697	1,2172	1,36579	1,0570	1,4439	0,9269
0,8	0,9814	1,2733	1,1436	1,0706	1,287709	0,8904	1,3778	0,7777
1	0,8553	1,1447	1,0475	0,9525	1,137552	0,8624	1,2817	0,7183

Tablo 4.2: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için X<sub>e</sub> ve q değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g-1	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g-1	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g-1	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g-1
0,2	1,4619	2,6906	1,5880	2,0599	1,6181	1,9097	1,5760	2,1200
0,4	1,2577	1,8558	1,3718	1,5705	1,4319	1,4204	1,4259	1,4354
0,6	1,0895	1,5175	1,2216	1,2973	1,2997	1,1671	1,3298	1,1171
0,8	0,9273	1,3408	1,1075	1,1156	1,2156	0,9805	1,2697	0,9129
1	0,8072	1,1928	1,0054	0,9946	1,1015	0,8985	1,1856	0,8144

Tablo 4.3: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,4499	2,7506	1,5039	2,4803	1,5580	2,2101	1,4739	2,6305
0,4	1,2276	1,9309	1,3358	1,6606	1,3658	1,5855	1,3177	1,7057
0,6	1,0475	1,5876	1,1916	1,3473	1,2397	1,2672	1,2156	1,3073
0,8	0,8973	1,3784	1,0775	1,1531	1,1496	1,0630	1,1796	1,0255
1	0,7652	1,2348	0,9814	1,0186	1,0174	0,9826	1,0775	0,9225

Tablo 4.4: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,4319	2,8407	1,4679	2,6605	1,5099	2,4503	1,3538	3,2311
0,4	1,1916	2,0210	1,2997	1,7507	1,3298	1,6756	1,1676	2,0810
0,6	1,0234	1,6276	1,1315	1,4474	1,2096	1,3173	1,0655	1,5575
0,8	0,8673	1,4159	1,0415	1,1982	1,1255	1,0931	1,0234	1,2207
1	0,7351	1,2649	0,9574	1,0426	0,9574	1,0426	0,9273	1,0727

Tablo 4.5: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,4259	2,8707	1,4259	2,8707	1,4078	2,9608	1,1436	4,2822
0,4	1,1796	2,0510	1,2096	1,9759	1,2036	1,9909	0,9093	2,7267
0,6	0,9874	1,6877	1,0595	1,5675	1,0775	1,5375	0,8072	1,9880
0,8	0,8372	1,4535	0,9273	1,3408	0,9934	1,2582	0,7532	1,5586
1	0,7231	1,2769	0,8733	1,1267	0,9033	1,0967	0,6691	1,3309

Tablo 4.6: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,4198	2,9008	1,3298	3,3512	1,2877	3,5615	0,9393	5,3033
0,4	1,1676	2,0810	1,1015	2,2462	1,0595	2,3513	0,7171	3,2072
0,6	0,9574	1,7377	0,9574	1,7377	0,9213	1,7978	0,5970	2,3384
0,8	0,8192	1,4760	0,8673	1,4159	0,8493	1,4384	0,5670	1,7913
1	0,7111	1,2889	0,7652	1,2348	0,7712	1,2288	0,5069	1,4931

Tablo 4.7: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe /mg	q /mg g-1	Xe /mg	q /mg g-1	Xe /mg	q /mg g-1	Xe /mg	q /mg g-1
0,2	1,4138	2,9308	1,2517	3,7416	1,1556	4,2221	0,8793	5,6036
0,4	1,1436	2,1411	0,9454	2,6366	0,9093	2,7267	0,6751	3,3123
0,6	0,9454	1,7577	0,8072	1,9880	0,7712	2,0480	0,5489	2,4184
0,8	0,8132	1,4835	0,7772	1,5285	0,7171	1,6036	0,5189	1,8514
1	0,6871	1,3129	0,6751	1,3249	0,6330	1,3670	0,4468	1,5532

Tablo 4.8: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe /mg	q /mg g-1	Xe /mg	q /mg g-1	Xe /mg	q /mg g-1	Xe /mg	q /mg g-1
0,2	1,3838	3,0810	1,1976	4,0119	1,1075	4,4624	0,8553	5,7237
0,4	1,1255	2,1862	0,8973	2,7567	0,8673	2,8318	0,6390	3,4024
0,6	0,9213	1,7978	0,7772	2,0380	0,7411	2,0981	0,5069	2,4885
0,8	0,7952	1,5060	0,6991	1,6261	0,6871	1,6411	0,4649	1,9189
1	0,6751	1,3249	0,6330	1,3670	0,5970	1,4030	0,4168	1,5832

Tablo 4.9: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,4018	2,9909	1,4739	2,6305	1,4559	2,7206	1,4679	2,6605
0,4	1,0715	2,3213	1,1616	2,0961	1,1916	2,0210	1,2817	1,7957
0,6	0,8673	1,8879	0,9213	1,7978	1,0715	1,5475	1,1195	1,4674
0,8	0,7291	1,5886	0,8372	1,4535	0,9454	1,3183	0,9874	1,2658
1	0,6090	1,3910	0,7111	1,2889	0,8432	1,1568	0,8673	1,1327

Tablo 4.10: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH= 9 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,3658	3,1711	1,4138	2,9308	1,3778	3,1110	1,2937	3,5314
0,4	1,0595	2,3513	1,1075	2,2312	1,1496	2,1261	1,1015	2,2462
0,6	0,8432	1,9279	0,8793	1,8679	0,9994	1,6677	1,0174	1,6376
0,8	0,6871	1,6411	0,8132	1,4835	0,9093	1,3634	0,9574	1,3033
1	0,5670	1,4330	0,7051	1,2949	0,7832	1,2168	0,8493	1,1507

Tablo 4.11: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,3478	3,2611	1,3478	3,2611	1,2817	3,5915	1,2877	3,5615
0,4	1,0475	2,3814	1,0895	2,2762	1,1075	2,2312	1,0775	2,3063
0,6	0,8012	1,9980	0,8432	1,9279	0,8973	1,8378	0,9213	1,7978
0,8	0,6691	1,6637	0,7712	1,5360	0,8673	1,4159	0,8132	1,4835
1	0,5549	1,4451	0,6931	1,3069	0,7171	1,2829	0,7532	1,2468

Tablo 4.12: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,3358	3,3212	1,3117	3,4413	1,2276	3,8618	1,1436	4,2822
0,4	1,0234	2,4414	1,0475	2,3814	1,0535	2,3663	0,9333	2,6667
0,6	0,7832	2,0280	0,8012	1,9980	0,8312	1,9479	0,8613	1,8979
0,8	0,6510	1,6862	0,7532	1,5586	0,7892	1,5135	0,7051	1,6186
1	0,5309	1,4691	0,6871	1,3129	0,6871	1,3129	0,6931	1,3069

Tablo 4.13: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,3237	3,3813	1,2156	3,9218	1,1496	4,2522	0,9454	5,2732
0,4	0,9694	2,5766	0,9574	2,6066	0,9153	2,7117	0,7652	3,0871
0,6	0,7592	2,0681	0,7351	2,1081	0,7772	2,0380	0,6691	2,2182
0,8	0,6210	1,7237	0,6811	1,6487	0,6811	1,6487	0,5970	1,7538
1	0,5069	1,4931	0,6150	1,3850	0,6030	1,3970	0,5309	1,4691

Tablo 4.14: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1,2937	3,5314	1,1616	4,1921	1,0715	4,6426	0,8372	5,8138
0,4	0,9393	2,6516	0,8793	2,8018	0,8252	2,9369	0,5730	3,5676
0,6	0,7231	2,1281	0,6871	2,1882	0,6811	2,1982	0,5069	2,4885
0,8	0,5910	1,7613	0,6330	1,7087	0,6030	1,7463	0,3868	2,0165
1	0,4709	1,5291	0,5429	1,4571	0,5610	1,4390	0,3748	1,6252

Tablo 4.15: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1
0,2	1,2577	3,7116	1,0775	4,6126	0,9934	5,0330	0,7171	6,4144
0,4	0,9333	2,6667	0,8132	2,9670	0,7051	3,2372	0,4649	3,8379
0,6	0,7051	2,1582	0,6090	2,3183	0,5730	2,3784	0,4108	2,6487
0,8	0,5850	1,7688	0,5850	1,7688	0,5309	1,8363	0,3267	2,0916
1	0,4588	1,5412	0,5309	1,4691	0,5369	1,4631	0,3147	1,6853

Tablo 4.16: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1
0,2	1,2216	3,8918	1,0054	4,9729	0,9033	5,4835	0,6270	6,8649
0,4	0,8973	2,7567	0,7592	3,1021	0,6270	3,4324	0,4048	3,9880
0,6	0,6751	2,2082	0,5369	2,4385	0,4769	2,5386	0,3447	2,7588
0,8	0,5670	1,7913	0,5069	1,8664	0,4588	1,9264	0,2967	2,1292
1	0,4528	1,5472	0,5129	1,4871	0,4468	1,5532	0,2847	1,7153

Tablo 4.17: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1
0,2	1.6661	1.9695	1.7922	1.8388	1.7622	1.3890	1.7021	1.4893
0,4	1.3658	1.7855	1.3838	1.5405	1.4559	1.3603	1.3718	1.4705
0,6	1.0354	1.6076	1.1616	1.3974	1.1916	1.3473	1.1856	1.3573
0,8	0.8072	1.4910	0.9213	1.3483	0.9994	1.2507	0.9874	1.2658
1	0.6450	1.3550	0.7351	1.2649	0.8673	1.1327	0.8613	1.1387

Tablo 4.18: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1
0,2	1.6481	2.1596	1.9622	1.9890	1.7502	1.5491	1.6481	1.7596
0,4	1.2637	1.8408	1.6658	1.8855	1.4198	1.4504	1.3478	1.6306
0,6	0.9273	1.7878	1.0715	1.5475	1.1195	1.4674	1.1315	1.6474
0,8	0.6871	1.6411	0.8493	1.4384	0.9153	1.3558	0.8733	1.4084
1	0.5069	1.4931	0.6631	1.3369	0.7892	1.2108	0.7832	1.2168

Tablo 4.19: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1.6421	2.1896	1.7562	1.9190	1.7382	1.5091	1.6241	1.7797
0,4	1.2036	1.9909	1.3298	1.7756	1.4078	1.4804	1.3358	1.6606
0,6	0.9153	1.8078	1.0294	1.6176	1.0835	1.5275	1.0535	1.5776
0,8	0.6390	1.7012	0.8372	1.4535	0.8973	1.3784	0.8553	1.4309
1	0.4588	1.5412	0.6390	1.3610	0.7051	1.0949	0.7291	1.2709

Tablo 4.20: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1.6361	2.2196	1.7442	2.1791	1.7142	1.6292	1.5940	2.0299
0,4	1.1796	2.0510	1.3177	1.9057	1.4018	1.5954	1.2937	1.7657
0,6	0.8493	1.9179	0.9934	1.7777	1.0354	1.6076	0.9994	1.6677
0,8	0.5970	1.7538	0.7772	1.5285	0.8673	1.4159	0.8372	1.4535
1	0.4528	1.5472	0.6270	1.3730	0.6991	1.2009	0.6871	1.3129

Tablo 4.21: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1
0,2	1.6301	2.2497	1.7382	2.1091	1.7021	1.6893	1.5880	2.0599
0,4	1.1496	2.1261	1.2997	1.9507	1.3778	1.6555	1.2577	1.8558
0,6	0.8132	1.9780	0.9694	1.8177	1.0234	1.6276	0.9874	1.6877
0,8	0.5610	1.7988	0.7471	1.5661	0.8432	1.4459	0.8312	1.4610
1	0.4108	1.5892	0.5970	1.4030	0.6931	1.3069	0.6631	1.3369

Tablo 4.22: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1	Xe/mg	q/mg g-1
0,2	1.6241	2.3797	1.7322	2.2391	1.6901	1.8494	1.5760	2.1200
0,4	1.1255	2.1862	1.2877	1.9807	1.3358	1.7606	1.2517	1.8708
0,6	0.7832	2.0280	0.9514	1.7477	1.0174	1.6376	0.9754	1.7077
0,8	0.5249	1.8439	0.7111	1.6111	0.7892	1.3135	0.8192	1.4760
1	0.3808	1.6192	0.5790	1.4210	0.6871	1.2129	0.6510	1.3490

Tablo 4.23: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1.6181	2.5097	1.7262	2.3692	1.6781	1.8094	1.5580	2.2101
0,4	1.1015	2.2462	1.2517	2.0708	1.3117	1.7207	1.2457	1.8858
0,6	0.7592	2.0681	0.9033	1.8278	1.0114	1.6476	0.9694	1.7177
0,8	0.5069	1.8664	0.6991	1.6261	0.7772	1.3285	0.7832	1.5210
1	0.3627	1.6373	0.5730	1.4270	0.6691	1.1309	0.6390	1.3610

Tablo 4.24: Değişik miktardaki portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1	$X_e$ /mg	$q$ /mg g-1
0,2	1.6120	2.5398	1.7202	2.3992	1.6601	1.7995	1.5460	2.2701
0,4	1.0955	2.2612	1.2397	2.1009	1.2997	1.7507	1.2397	1.9009
0,6	0.7351	2.1081	0.8913	1.8478	1.0054	1.6576	0.9634	1.7277
0,8	0.4829	1.8964	0.6871	1.6411	0.7652	1.3435	0.7652	1.5435
1	0.3507	1.6493	0.5670	1.4330	0.6631	1.1369	0.6270	1.3730

## 4.2.Boya/PORTAKAL KABUĞU VE q DEĞERLERİ

Tablo 4.25: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.1447	0.9525	0.8624	0.7183
2.5	1.2733	1.0706	0.8904	0.7777
3.33	1.4374	1.2172	1.0570	0.9269
5	1.7507	1.4804	1.3002	1.1801
10	2.4203	1.9998	1.6695	1.7596

Tablo 4.26: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 20 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.1928	0.9946	0.8985	0.8144
2.5	1.3408	1.1156	0.9805	0.9129
3.33	1.5175	1.2973	1.1671	1.1171
5	1.8558	1.5705	1.4204	1.4354
10	2.6906	2.0599	1.9097	2.1200

Tablo 4.27: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.2649	1.0426	1.0426	1.0727
2.5	1.4159	1.1982	1.0931	1.2207
3.33	1.6276	1.4474	1.3173	1.5575
5	2.0210	1.7507	1.6756	2.0810
10	2.8407	2.6605	2.4503	3.2311

Tablo 4.28: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.2649	1.0426	1.0426	1.0727
2.5	1.4159	1.1982	1.0931	1.2207
3.33	1.6276	1.4474	1.3173	1.5575
5	2.0210	1.7507	1.6756	2.0810
10	2.8407	2.6605	2.4503	3.2311

Tablo 4.29: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.2769	1.1267	1.0967	1.3309
2.5	1.4535	1.3408	1.2582	1.5586
3.33	1.6877	1.5675	1.5375	1.9880
5	2.0510	1.9759	1.9909	2.7267
10	2.8707	2.8707	2.9608	4.2822

Tablo 4.30: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.2889	1.2348	1.2288	1.4931
2.5	1.4760	1.4159	1.4384	1.7913
3.33	1.7377	1.7377	1.7978	2.3384
5	2.0810	2.2462	2.3513	3.2072
10	2.9008	3.3512	3.5615	5.3033

Tablo 4.31: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.3129	1.3249	1.3670	1.5532
2.5	1.4835	1.5285	1.6036	1.8514
3.33	1.7577	1.9880	2.0480	2.4184
5	2.1411	2.6366	2.7267	3.3123
10	2.9308	3.7416	4.2221	5.6036

Tablo 4.32: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.3249	1.3670	1.4030	1.5832
2.5	1.5060	1.6261	1.6411	1.9189
3.33	1.7978	2.0380	2.0981	2.4885
5	2.1862	2.7567	2.8318	3.4024
10	3.0810	4.0119	4.4624	5.7237

Tablo 4.33: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.3910	1.2889	1.1568	1.1327
2.5	1.5886	1.4535	1.3183	1.2658
3.33	1.8879	1.7978	1.5475	1.4674
5	2.3213	2.0961	2.0210	1.7957
10	2.9909	2.6305	2.7206	2.6605

Tablo 4.34: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.4330	1.2949	1.2168	1.1507
2.5	1.6411	1.4835	1.3634	1.3033
3.33	1.9279	1.8679	1.6677	1.6376
5	2.3513	2.2312	2.1261	2.2462
10	3.1711	2.9308	3.1110	3.5314

Tablo 4.35: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.4451	1.3069	1.2829	1.2468
2.5	1.6637	1.5360	1.4159	1.4835
3.33	1.9980	1.9279	1.8378	1.7978
5	2.3814	2.2762	2.2312	2.3063
10	3.2611	3.2611	3.5915	3.5615

Tablo 4.36: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.4691	1.3129	1.3129	1.3069
2.5	1.6862	1.5586	1.5135	1.6186
3.33	2.0280	1.9980	1.9479	1.8979
5	2.4414	2.3814	2.3663	2.6667
10	3.3212	3.4413	3.8618	4.2822

Tablo 4.37: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.4931	1.3850	1.3970	1.4691
2.5	1.7237	1.6487	1.6487	1.7538
3.33	2.0681	2.1081	2.0380	2.2182
5	2.5766	2.6066	2.7117	3.0871
10	3.3813	3.9218	4.2522	5.2732

Tablo 4.38: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>	q /mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.5291	1.4571	1.4390	1.6252
2.5	1.7613	1.7087	1.7463	2.0165
3.33	2.1281	2.1882	2.1982	2.4885
5	2.6516	2.8018	2.9369	3.5676
10	3.5314	4.1921	4.6426	5.8138

Tablo 4.39: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.5412	1.4691	1.4631	1.6853
2.5	1.7688	1.7688	1.8363	2.0916
3.33	2.1582	2.3183	2.3784	2.6487
5	2.6667	2.9670	3.2372	3.8379
10	3.7116	4.6126	5.0330	6.4144

Tablo 4.40: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.5472	1.4871	1.5532	1.7153
2.5	1.7913	1.8664	1.9264	2.1292
3.33	2.2082	2.4385	2.5386	2.7588
5	2.7567	3.1021	3.4324	3.9880
10	3.8918	4.9729	5.4835	6.8649

Tablo 4.41: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.3550	1.2649	1.1327	1.1387
2.5	1.4910	1.3483	1.2507	1.2658
3.33	1.6076	1.3974	1.3473	1.3573
5	1.6855	1.5905	1.3603	1.5005
10	1.6695	1.5388	1.3890	1.4893

Tablo 4.42: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.4931	1.3369	1.2108	1.2168
2.5	1.6411	1.4384	1.3558	1.4084
3.33	1.7878	1.5475	1.3674	1.4474
5	1.8408	1.7855	1.4504	1.6306
10	1.8596	1.8090	1.4491	1.7596

Tablo 4.43: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.5412	1.3610	1.2949	1.3709
2.5	1.7012	1.4535	1.3784	1.4309
3.33	1.8078	1.6176	1.5275	1.5776
5	1.9909	1.7756	1.4804	1.6606
10	1.9896	1.9190	1.6091	1.8797

Tablo 4.44: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.5472	1.3730	1.3009	1.3129
2.5	1.7538	1.5285	1.4159	1.4535
3.33	1.9179	1.7777	1.6076	1.6677
5	2.0510	1.8056	1.5054	1.7657
10	2.2196	2.1791	1.5292	2.0299

Tablo 4.45: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.5892	1.4030	1.3069	1.3369
2.5	1.7988	1.5661	1.4459	1.4610
3.33	1.9780	1.7977	1.6276	1.6877
5	2.1261	1.9507	1.6555	1.8558
10	2.2497	2.1091	1.7893	2.0599

Tablo 4.46: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.6192	1.4210	1.3129	1.3490
2.5	1.8439	1.6111	1.5135	1.6060
3.33	2.0280	1.7477	1.6376	1.7077
5	2.1862	1.9807	1.6906	1.8708
10	2.3797	2.2391	1.7494	2.1200

Tablo 4.47: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.6373	1.4270	1.3309	1.3610
2.5	1.8664	1.6261	1.5085	1.5210
3.33	2.0681	1.8278	1.6476	1.7177
5	2.2462	1.9708	1.7207	1.8858
10	2.4097	2.3692	1.7094	2.2101

Tablo 4.48: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Boya/Portakal kabuğu ve q değerleri.

	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>	q/mg g <sup>-1</sup>
Boya/portakal kabuğu miktarı ( mg g <sup>-1</sup> )	25°C	35°C	45°C	55°C
2	1.6493	1.4330	1.3069	1.3730
2.5	1.8964	1.6411	1.5035	1.5435
3.33	2.1081	1.8478	1.6576	1.7277
5	2.2612	1.9509	1.7507	1.9009
10	2.4398	2.3992	1.7995	2.2701

## 4.3.ADSORPSİYON İZOTERMLERİ

Tablo 4.49: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1,5159	0,6264	1,6000	0,8001	1,6661	0,9980	1,6481	0,9366
0,4	1,2997	0,7424	1,4078	0,9510	1,4799	1,1382	1,5280	1,2948
0,6	1,1376	0,7914	1,2697	1,0431	1,3658	1,2921	1,4439	1,5578
0,8	0,9814	0,7708	1,1436	1,0682	1,2877	1,4463	1,3778	1,7715
1,0	0,8553	0,7471	1,0475	1,0996	1,1376	1,3190	1,2817	1,7844

Tablo 4.50: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1,4619	0,5433	1,5880	0,7709	1,6181	0,8473	1,5760	0,7434
0,4	1,2577	0,6777	1,3718	0,8735	1,4319	1,0081	1,4259	0,9934
0,6	1,0895	0,7180	1,2216	0,9417	1,2997	1,1136	1,3298	1,1904
0,8	0,9273	0,6916	1,1075	0,9928	1,2156	1,2399	1,2697	1,3909
1,0	0,8072	0,6767	1,0054	1,0109	1,1015	1,2260	1,1856	1,4558

Tablo 4.51: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,4499	0,5271	1,5039	0,6063	1,558	0,705	1,4739	0,5603
0,4	1,2276	0,6358	1,3358	0,8044	1,3658	0,8614	1,3177	0,7726
0,6	1,0475	0,6598	1,1916	0,8844	1,2397	0,9782	1,2156	0,9299
0,8	0,8973	0,651	1,0775	0,9344	1,1496	1,0814	1,1796	1,1503
1,0	0,7652	0,6196	0,9814	0,9635	1,0174	1,0355	1,0775	1,168

Tablo 4.52: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,4319	0,5041	1,4679	0,5517	1,5099	0,6162	1,3538	0,4190
0,4	1,1916	0,5896	1,2997	0,7424	1,3298	0,7936	1,1676	0,5611
0,6	1,0234	0,6288	1,1315	0,7818	1,2096	0,9183	1,0655	0,6841
0,8	0,8673	0,6125	1,0415	0,8692	1,1255	1,0297	1,0234	0,8384
1,0	0,7351	0,5812	0,9574	0,9182	0,9574	0,9182	0,9273	0,8645

Tablo 4.53: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,4259	0,4967	1,4259	0,4967	1,4078	0,4755	1,1436	0,2670
0,4	1,1796	0,5751	1,2096	0,6122	1,2036	0,6045	0,9093	0,3335
0,6	0,9874	0,5851	1,0595	0,6759	1,0775	0,7008	0,8072	0,4060
0,8	0,8372	0,5760	0,9273	0,6916	0,9934	0,7895	0,7532	0,4832
1,0	0,7231	0,5663	0,8733	0,7751	0,9033	0,8237	0,6691	0,5027

Tablo 4.54: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,4198	0,4895	1,3298	0,3968	1,2877	0,3616	0,9393	0,1771
0,4	1,1676	0,5611	1,1015	0,4904	1,0595	0,4506	0,7171	0,2236
0,6	0,9574	0,5509	0,9574	0,5509	0,9213	0,5125	0,5970	0,2553
0,8	0,8192	0,5550	0,8673	0,6125	0,8493	0,5904	0,5670	0,3165
1,0	0,7111	0,5517	0,7652	0,6196	0,7712	0,6276	0,5069	0,3395

Tablo 4.55: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,4138	0,4824	1,2517	0,3345	1,1556	0,2737	0,8793	0,1569
0,4	1,1436	0,5341	0,9454	0,3585	0,9093	0,3335	0,6751	0,2038
0,6	0,9454	0,5378	0,8072	0,4060	0,7712	0,3765	0,5489	0,2270
0,8	0,8132	0,5482	0,7772	0,5084	0,7171	0,4472	0,5189	0,2803
1,0	0,6871	0,5233	0,6751	0,5095	0,6330	0,4631	0,4468	0,2877

Tablo 4.56: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,3838	0,4491	1,1976	0,2985	1,1075	0,2482	0,8553	0,1494
0,4	1,1255	0,5149	0,8973	0,3255	0,8673	0,3063	0,6390	0,1878
0,6	0,9213	0,5125	0,7772	0,3813	0,7411	0,3532	0,5069	0,2037
0,8	0,7952	0,5280	0,6991	0,4299	0,6871	0,4187	0,4649	0,2422
1,0	0,6751	0,5095	0,6330	0,4631	0,5970	0,4255	0,4168	0,2633

Tablo 4.57: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,4018	0,4687	1,4739	0,5603	1,4559	0,5351	1,4679	0,5517
0,4	1,0715	0,4616	1,1616	0,5542	1,1916	0,5896	1,2817	0,7137
0,6	0,8673	0,4594	0,9213	0,5125	1,0715	0,6924	1,1195	0,7629
0,8	0,7291	0,4590	0,8372	0,5760	0,9454	0,7171	0,9874	0,7801
1,0	0,6090	0,4378	0,7111	0,5517	0,8432	0,7290	0,8673	0,7656

Tablo 4.58: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,3658	0,4307	1,4138	0,4824	1,3778	0,4429	1,2937	0,3663
0,4	1,0595	0,4506	1,1075	0,4964	1,1496	0,5407	1,1015	0,4904
0,6	0,8432	0,4374	0,8793	0,4707	0,9994	0,5993	1,0174	0,6213
0,8	0,6871	0,4187	0,8132	0,5482	0,9093	0,6670	0,9574	0,7346
1,0	0,5670	0,3956	0,7051	0,5445	0,7832	0,6436	0,8493	0,7380

Tablo 4.59: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1,3478	0,4133	1,3478	0,4133	1,2817	0,3569	1,2877	0,3616
0,4	1,0475	0,4399	1,0895	0,4786	1,1075	0,4964	1,0775	0,4672
0,6	0,8012	0,4010	0,8432	0,4374	0,8973	0,4882	0,9213	0,5125
0,8	0,6691	0,4022	0,7712	0,5021	0,8673	0,6125	0,8132	0,5482
1,0	0,5549	0,3840	0,6931	0,5303	0,7171	0,5590	0,7532	0,6040

Tablo 4.60: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1,3358	0,4022	1,3117	0,3812	1,2276	0,3179	1,1436	0,2670
0,4	1,0234	0,4192	1,0475	0,4399	1,0535	0,4452	0,9333	0,3500
0,6	0,7832	0,3862	0,8012	0,4010	0,8312	0,4267	0,8613	0,4538
0,8	0,6510	0,3861	0,7532	0,4832	0,7892	0,5214	0,7051	0,4356
1,0	0,5309	0,3614	0,6871	0,5233	0,6871	0,5233	0,6931	0,5303

Tablo 4.61: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,3237	0,3915	1,2156	0,3100	1,1496	0,2703	0,9454	0,1793
0,4	0,9694	0,3762	0,9574	0,3673	0,9153	0,3375	0,7652	0,2479
0,6	0,7592	0,3671	0,7351	0,3487	0,7772	0,3813	0,6691	0,3016
0,8	0,6210	0,3603	0,6811	0,4131	0,6811	0,4131	0,5970	0,3404
1,0	0,5069	0,3395	0,6150	0,4441	0,6030	0,4316	0,5309	0,3614

Tablo 4.62: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1,2937	0,3663	1,1616	0,2771	1,0715	0,2308	0,8372	0,1440
0,4	0,9393	0,3543	0,8793	0,3138	0,8252	0,2810	0,5730	0,1606
0,6	0,7231	0,3398	0,6871	0,3140	0,6811	0,3098	0,5069	0,2037
0,8	0,5910	0,3355	0,6330	0,3705	0,6030	0,3453	0,3868	0,1918
1,0	0,4709	0,3079	0,5429	0,3726	0,5610	0,3898	0,3748	0,2306

Tablo 4.63: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1,2577	0,3388	1,0775	0,2336	0,9934	0,1974	0,7171	0,1118
0,4	0,9333	0,3500	0,8132	0,2741	0,7051	0,2178	0,4649	0,1211
0,6	0,7051	0,3267	0,6090	0,2627	0,5730	0,2409	0,4108	0,1551
0,8	0,5850	0,3307	0,5850	0,3307	0,5309	0,2891	0,3267	0,1562
1,0	0,4588	0,2977	0,5309	0,3614	0,5369	0,3670	0,3147	0,1867

Tablo 4.64: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=9 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1,2216	0,3139	1,0054	0,2022	0,9033	0,1647	0,6270	0,0913
0,4	0,8973	0,3255	0,7592	0,2447	0,6270	0,1827	0,4048	0,1015
0,6	0,6751	0,3057	0,5369	0,2202	0,4769	0,1878	0,3447	0,1250
0,8	0,5670	0,3165	0,5069	0,2716	0,4588	0,2382	0,2967	0,1393
1,0	0,4528	0,2927	0,5129	0,3449	0,4468	0,2877	0,2847	0,1660

Tablo 4.65: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1.6661	0.9980	1.7922	1.1252	1.7622	1.2821	1.7021	1.1429
0,4	1.3658	0.8614	1.3838	0.8983	1.4559	1.0703	1.3718	0.8735
0,6	1.0354	0.6441	1.1616	0.8313	1.1916	0.8844	1.1856	0.8735
0,8	0.8072	0.5414	0.9213	0.6833	0.9994	0.7991	0.9874	0.7801
1,0	0.6450	0.4761	0.7351	0.5812	0.8673	0.7656	0.8613	0.7063

Tablo 4.66: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg}/\text{mg g}^{-1})$
0,2	1.6481	0.8366	1.7622	1.1021	1.7502	1.3012	1.6481	1.1566
0,4	1.2637	0.6865	1.3658	0.8614	1.4198	0.9789	1.3478	0.9266
0,6	0.9273	0.5187	1.0715	0.6924	1.1195	0.8629	1.1315	0.7818
0,8	0.6871	0.4187	0.8493	0.5904	0.9153	0.7751	0.8733	0.6200
1,0	0.5069	0.3395	0.6631	0.4960	0.7892	0.7018	0.7832	0.6436

Tablo 4.67: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1.6421	0.7176	1.7562	0.8407	1.7382	0.9278	1.6241	0.8640
0,4	1.2036	0.6045	1.3298	0.7936	1.4078	0.9510	1.3358	0.8044
0,6	0.9153	0.5063	1.0294	0.6364	1.0835	0.7093	1.0535	0.6678
0,8	0.6390	0.3756	0.8372	0.5760	0.8973	0.6510	0.8553	0.5977
1,0	0.4588	0.2977	0.6390	0.4695	0.7051	0.5445	0.7291	0.5737

Tablo 4.68: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )	Xe(mg)	Xe/q(mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1.6361	0.6591	1.7442	0.7336	1.7142	1.1993	1.5940	0.7853
0,4	1.1796	0.5051	1.3177	0.6526	1.4018	0.9374	1.2937	0.7327
0,6	0.8493	0.4428	0.9934	0.5521	1.0354	0.8441	0.9994	0.5993
0,8	0.5970	0.3404	0.7772	0.5084	0.8673	0.7125	0.8372	0.5760
1,0	0.4528	0.2927	0.6270	0.4567	0.6991	0.6374	0.6871	0.5233

Tablo 4.69: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg/mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg/mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg/mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg/mg g}^{-1})$
0,2	1.6301	0.6813	1.7382	0.7278	1.7021	0.9429	1.5880	0.7709
0,4	1.1496	0.5407	1.2997	0.6324	1.3778	0.8058	1.2577	0.6777
0,6	0.8132	0.4111	0.9694	0.5643	1.0234	0.6288	0.9874	0.5851
0,8	0.5610	0.3118	0.7471	0.4771	0.8432	0.5832	0.8312	0.5090
1,0	0.4108	0.2585	0.5970	0.4255	0.6931	0.5303	0.6631	0.4960

Tablo 4.70: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg/mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg/mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg/mg g}^{-1})$	$X_e(\text{mg})$	$X_e/q(\text{mg/mg g}^{-1})$
0,2	1.6241	0.6640	1.7322	0.7035	1.6901	0.8909	1.5760	0.7434
0,4	1.1255	0.5149	1.2877	0.6231	1.3358	0.7044	1.2517	0.6690
0,6	0.7832	0.3862	0.9514	0.5443	1.0174	0.6213	0.9754	0.5712
0,8	0.5249	0.2847	0.7111	0.4414	0.7892	0.5914	0.8192	0.5550
1,0	0.3808	0.2352	0.5790	0.4074	0.6871	0.5233	0.6510	0.4826

Tablo 4.71: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1.6181	0.5473	1.7262	0.6607	1.6781	0.9427	1.5580	0.7050
0,4	1.1015	0.4504	1.2517	0.5690	1.3117	0.7623	1.2457	0.6605
0,6	0.7592	0.3671	0.9033	0.4942	1.0114	0.6439	0.9694	0.5643
0,8	0.5069	0.2716	0.6991	0.4299	0.7772	0.6084	0.7832	0.5149
1,0	0.3627	0.2216	0.5730	0.4015	0.6691	0.5527	0.6390	0.4695

Tablo 4.72: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile pH=5 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,2	1.6120	0.5311	1.7202	0.6294	1.6601	0.8768	1.5460	0.6810
0,4	1.0955	0.3845	1.2397	0.5522	1.2997	0.7424	1.2397	0.6522
0,6	0.7351	0.3487	0.8913	0.4823	1.0054	0.6065	0.9634	0.5576
0,8	0.4829	0.2546	0.6871	0.4187	0.7652	0.5857	0.7652	0.4957
1,0	0.3507	0.2127	0.5670	0.3956	0.6631	0.4960	0.6270	0.4567

Tablo 4.73: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile nötr ortamda (pH= 7) 40 ppm 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,4160	0,8839	0,4700	0,6931	0,5105	0,5125	0,4996	0,5651
0.4	0,2621	0,5600	0,3421	0,3923	0,3920	0,2625	0,4239	0,1656
0.6	0,1289	0,3628	0,2388	0,1965	0,3117	0,0555	0,3673	-0,0759
0.8	-0,0188	0,2416	0,1341	0,0682	0,2529	-0,1161	0,3205	-0,2514
1.0	-0,1564	0,1352	0,0464	-0,0486	0,1289	-0,1480	0,2482	-0,3309

Tablo 4.74: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,4160	0,8839	0,4700	0,6931	0,5105	0,5125	0,4996	0,5651
0.4	0,2621	0,5600	0,3421	0,3923	0,3920	0,2625	0,4239	0,1656
0.6	0,1289	0,3628	0,2388	0,1965	0,3117	0,0555	0,3673	-0,0759
0.8	-0,0188	0,2416	0,1341	0,0682	0,2529	-0,1161	0,3205	-0,2514
1.0	-0,1564	0,1352	0,0464	-0,0486	0,1289	-0,1480	0,2482	-0,3309

Tablo 4.75: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,3715	1,0118	0,4081	0,9084	0,4434	0,7930	0,3879	0,9672
0.4	0,2051	0,6580	0,2895	0,5072	0,3117	0,4609	0,2759	0,5339
0.6	0,0464	0,4622	0,1753	0,2981	0,2148	0,2368	0,1953	0,2679
0.8	-0,1084	0,3209	0,0746	0,1425	0,1394	0,0611	0,1652	0,0252
1.0	-0,2677	0,2109	-0,0188	0,0184	0,0173	-0,0176	0,0746	-0,0807

Tablo 4.76: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,3590	1,0441	0,3838	0,9785	0,4121	0,8962	0,3029	1,1728
0.4	0,1753	0,7036	0,2621	0,5600	0,2850	0,5162	0,1549	0,7329
0.6	0,0232	0,4871	0,1236	0,3698	0,1903	0,2756	0,0634	0,4431
0.8	-0,1424	0,3478	0,0406	0,1808	0,1183	0,0890	0,0232	0,1994
1.0	-0,3077	0,2350	-0,0436	0,0418	-0,0436	0,0418	-0,0754	0,0701

Tablo 4.77: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile nötr ortamda (pH= 7) 40 ppm 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,3548	1,0546	0,3548	1,0546	0,3421	1,0855	0,1341	1,4545
0.4	0,1652	0,7183	0,1903	0,6810	0,1853	0,6886	-0,0951	1,0031
0.6	-0,0127	0,5234	0,0578	0,4495	0,0746	0,4302	-0,2142	0,6871
0.8	-0,1776	0,3739	-0,0754	0,2933	-0,0066	0,2297	-0,2835	0,4438
1.0	-0,3242	0,2444	-0,1355	0,1193	-0,1017	0,0923	-0,4019	0,2859

Tablo 4.78: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile nötr ortamda (pH= 7) 40 ppm 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,3505	1,0650	0,2850	1,2093	0,2529	1,2702	-0,0626	1,6683
0.4	0,1549	0,7329	0,0967	0,8092	0,0578	0,8550	-0,3325	1,1654
0.6	-0,0436	0,5526	-0,0436	0,5526	-0,0819	0,5866	-0,5159	0,8494
0.8	-0,1994	0,3893	-0,1424	0,3478	-0,1634	0,3636	-0,5675	0,5829
1.0	-0,3409	0,2538	-0,2677	0,2109	-0,2598	0,2061	-0,6794	0,4009

Tablo 4.79: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,3463	1,0753	0,2245	1,3195	0,1446	1,4403	-0,1286	1,7234
0.4	0,1341	0,7613	-0,0562	0,9695	-0,0951	1,0031	-0,3929	1,1976
0.6	-0,0562	0,5640	-0,2142	0,6871	-0,2598	0,7169	-0,5998	0,8831
0.8	-0,2068	0,3944	-0,2521	0,4243	-0,3325	0,4723	-0,6560	0,6159
1.0	-0,3753	0,2723	-0,3929	0,2814	-0,4572	0,3126	-0,8056	0,4403

Tablo 4.80: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,3248	1,1252	0,1803	1,3893	0,1021	1,4957	-0,1564	1,7446
0.4	0,1183	0,7821	-0,1084	1,0141	-0,1424	1,0409	-0,4478	1,2245
0.6	-0,0819	0,5866	-0,2521	0,7120	-0,2996	0,7410	-0,6794	0,9117
0.8	-0,2292	0,4095	-0,3580	0,4862	-0,3753	0,4954	-0,7660	0,6518
1.0	-0,3929	0,2814	-0,4572	0,3126	-0,5159	0,3386	-0,8751	0,4594

Tablo 4.81: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=5 için 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0.5105	0.5125	0.5835	0.4381	0.5666	0.3731	0.5319	0.3983
0.4	0.3117	0.4609	0.3248	0.4321	0.3756	0.3077	0.3161	0.3514
0.6	0.0348	0.4747	0.1498	0.3346	0.1753	0.2981	0.1703	0.3055
0.8	-0.2142	0.3994	-0.0819	0.2989	-0.0006	0.2237	-0.0127	0.2357
1.0	-0.4384	0.3038	-0.3077	0.2350	-0.1424	0.1246	-0.1494	0.2299

Tablo 4.82: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=5 için 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	-0.1151	0.5430	-0.0436	0.3981	-0.0436	0.2081	-0.1705	0.2890
0.4	0.2340	0.7502	0.3117	0.4609	0.3505	0.2918	0.2985	0.3889
0.6	-0.0754	0.5810	0.0690	0.4367	0.1129	0.2235	0.1236	0.3698
0.8	-0.3753	0.4954	-0.1634	0.3636	-0.0885	0.2044	-0.1355	0.3425
1.0	-0.6794	0.4009	-0.4109	0.3004	-0.2367	0.1913	-0.2444	0.2902

Tablo 4.83: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=5 için 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0.4960	0.7820	0.5632	0.6680	0.5528	0.5693	0.4849	0.6311
0.4	0.1853	0.6886	0.2850	0.6162	0.3421	0.4923	0.2895	0.5072
0.6	-0.0885	0.5921	0.0290	0.4809	0.0802	0.4236	0.0521	0.4559
0.8	-0.4478	0.5313	-0.1776	0.3739	-0.1084	0.3209	-0.1564	0.3583
1.0	-0.7790	0.4325	-0.4478	0.3082	-0.3494	0.1584	-0.3159	0.3097

Tablo 4.84: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=5 için 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0.4923	0.7986	0.5563	0.7461	0.5389	0.5071	0.4663	0.6080
0.4	0.1652	0.7183	0.2759	0.6339	0.3378	0.4524	0.2575	0.5686
0.6	-0.1634	0.6512	-0.0066	0.5174	0.0348	0.3747	-0.0006	0.4114
0.8	-0.5159	0.5618	-0.2521	0.4243	-0.1424	0.3478	-0.1776	0.3739
1.0	-0.7922	0.4364	-0.4668	0.3170	-0.3580	0.2631	-0.3753	0.3323

Tablo 4.85: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=5 için 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0.4886	0.8450	0.5528	0.8093	0.5319	0.5983	0.4625	0.7227
0.4	0.1394	0.7543	0.2621	0.6600	0.3205	0.5418	0.2293	0.6183
0.6	-0.2068	0.6821	-0.0311	0.5410	0.0232	0.4871	-0.0127	0.5234
0.8	-0.5781	0.5871	-0.2915	0.4486	-0.1705	0.3688	-0.1848	0.4791
1.0	-0.8897	0.4632	-0.5159	0.3386	-0.3666	0.2677	-0.4109	0.3004

Tablo 4.86: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=5 için 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0.4849	0.8711	0.5494	0.8420	0.5248	0.6378	0.4549	0.7514
0.4	0.1183	0.7821	0.2529	0.6770	0.2895	0.5072	0.2245	0.6264
0.6	-0.2444	0.7071	-0.0499	0.5583	0.0173	0.4932	-0.0249	0.5351
0.8	-0.6445	0.6119	-0.3409	0.4769	-0.2367	0.3144	-0.1994	0.4893
1.0	-0.9656	0.4820	-0.5465	0.3514	-0.3753	0.2723	-0.4292	0.2993

Tablo 4.87: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=5 için 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0.4812	0.9970	0.5459	0.8842	0.5177	0.7759	0.4434	0.7830
0.4	0.0967	0.8092	0.2245	0.7264	0.2713	0.5427	0.2197	0.6344
0.6	-0.2755	0.7266	-0.1017	0.6031	0.0114	0.4993	-0.0311	0.5410
0.8	-0.6794	0.6240	-0.3580	0.4862	-0.2521	0.4043	-0.2444	0.4994
1.0	-1.0141	0.4930	-0.5569	0.3556	-0.4019	0.2859	-0.4478	0.3082

Tablo 4.88: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=5 için 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0.4775	0.9526	0.5424	0.8959	0.5069	0.6903	0.4357	0.7998
0.4	0.0912	0.8159	0.2148	0.7423	0.2621	0.5600	0.2148	0.6423
0.6	-0.3077	0.7458	-0.1151	0.6140	0.0054	0.5054	-0.0373	0.5468
0.8	-0.7280	0.6400	-0.3753	0.4954	-0.2677	0.3341	-0.2677	0.4341
1.0	-1.0477	0.5003	-0.5675	0.3598	-0.4109	0.2904	-0.4668	0.3170

Tablo 4.89: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=9 için 10 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,3378	1,0956	0,3879	0,9672	0,3756	1,0008	0,3838	0,9785
0.4	0,0690	0,8421	0,1498	0,7401	0,1753	0,7036	0,2482	0,5854
0.6	-0,1424	0,6355	-0,0819	0,5866	0,0690	0,4367	0,1129	0,3835
0.8	-0,3159	0,4628	-0,1776	0,3739	-0,0562	0,2764	-0,0127	0,2357
1.0	-0,4959	0,3300	-0,3409	0,2538	-0,1705	0,1456	-0,1424	0,1246

Tablo 4.90: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=9 için 20 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,3117	1,1541	0,3463	1,0753	0,3205	1,1349	0,2575	1,2617
0.4	0,0578	0,8550	0,1021	0,8025	0,1394	0,7543	0,0967	0,8092
0.6	-0,1705	0,6564	-0,1286	0,6248	-0,0006	0,5114	0,0173	0,4932
0.8	-0,3753	0,4954	-0,2068	0,3944	-0,0951	0,3099	-0,0436	0,2649
1.0	-0,5675	0,3598	-0,3494	0,2584	-0,2444	0,1962	-0,1634	0,1404

Tablo 4.91: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=9 için 30 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,2985	1,1821	0,2985	1,1821	0,2482	1,2786	0,2529	1,2702
0.4	0,0464	0,8677	0,0857	0,8225	0,1021	0,8025	0,0746	0,8356
0.6	-0,2216	0,6921	-0,1705	0,6564	-0,1084	0,6086	-0,0819	0,5866
0.8	-0,4019	0,5090	-0,2598	0,4292	-0,1424	0,3478	-0,2068	0,3944
1.0	-0,5889	0,3681	-0,3666	0,2677	-0,3325	0,2491	-0,2835	0,2206

Tablo 4.92: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=9 için 40 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,2895	1,2003	0,2713	1,2359	0,2051	1,3511	0,1341	1,4545
0.4	0,0232	0,8926	0,0464	0,8677	0,0521	0,8613	-0,0690	0,9808
0.6	-0,2444	0,7071	-0,2216	0,6921	-0,1848	0,6668	-0,1494	0,6407
0.8	-0,4292	0,5225	-0,2835	0,4438	-0,2367	0,4144	-0,3494	0,4816
1.0	-0,6331	0,3846	-0,3753	0,2723	-0,3753	0,2723	-0,3666	0,2677

Tablo 4.93: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=9 için 60 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,2805	1,2183	0,1953	1,3666	0,1394	1,4474	-0,0562	1,6626
0.4	-0,0311	0,9465	-0,0436	0,9580	-0,0885	0,9976	-0,2677	1,1272
0.6	-0,2755	0,7266	-0,3077	0,7458	-0,2521	0,7120	-0,4019	0,7967
0.8	-0,4764	0,5445	-0,3841	0,5000	-0,3841	0,5000	-0,5159	0,5618
1.0	-0,6794	0,4009	-0,4861	0,3257	-0,5058	0,3343	-0,6331	0,3846

Tablo 4.94: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=9 için 80 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,2575	1,2617	0,1498	1,4332	0,0690	1,5353	-0,1776	1,7602
0.4	-0,0626	0,9752	-0,1286	1,0303	-0,1921	1,0774	-0,5569	1,2719
0.6	-0,3242	0,7552	-0,3753	0,7831	-0,3841	0,7876	-0,6794	0,9117
0.8	-0,5260	0,5660	-0,4572	0,5357	-0,5058	0,5575	-0,9499	0,7014
1.0	-0,7532	0,4247	-0,6108	0,3764	-0,5781	0,3640	-0,9815	0,4857

Tablo 4.95: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=9 için 100 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,2293	1,3115	0,0746	1,5288	-0,0066	1,6160	-0,3325	1,8586
0.4	-0,0690	0,9808	-0,2068	1,0875	-0,3494	1,1747	-0,7660	1,3449
0.6	-0,3494	0,7693	-0,4959	0,8408	-0,5569	0,8664	-0,8897	0,9741
0.8	-0,5362	0,5703	-0,5362	0,5703	-0,6331	0,6078	-1,1187	0,7379
1.0	-0,7790	0,4325	-0,6331	0,3846	-0,6219	0,3805	-1,1561	0,5219

Tablo 4.96: Değişik miktarlarda portakal kabuğu tozu ile 40 ppm pH=9 için 120 dakikada 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için  $\ln X_e$  ve  $\ln q$  değerleri.

Sıcaklık	25°C	25°C	35°C	35°C	45°C	45°C	55°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
0.2	0,2002	1,3589	0,0054	1,6040	-0,1017	1,7017	-0,4668	1,9264
0.4	-0,1084	1,0141	-0,2755	1,1321	-0,4668	1,2333	-0,9044	1,3833
0.6	-0,3929	0,7922	-0,6219	0,8914	-0,7405	0,9316	-1,0650	1,0148
0.8	-0,5675	0,5829	-0,6794	0,6240	-0,7790	0,6557	-1,2151	0,7557
1.0	-0,7922	0,4364	-0,6677	0,3968	-0,8056	0,4403	-1,2564	0,5396

Tablo 4.97: Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 25°C sıcaklıkta 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 dakika sürelerle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm'deki değerleri.

Konsantrasyon	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm
Zaman (dakika)	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )
10	0,3895	0,8355	1,1132	1,1447
20	0,3955	0,8475	1,1733	1,1928
30	0,4015	0,8595	1,1853	1,2348
40	0,4075	0,8655	1,2033	1,2649
60	0,4135	0,8775	1,2334	1,2769
80	0,4195	0,8835	1,2454	1,2889
100	0,4256	0,8895	1,2934	1,3129
120	0,4316	0,8955	1,3054	1,3249

Tablo 4.98: Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 35°C sıcaklıkta 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 dakika sürelerle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm'deki değerleri.

Konsantrasyon	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm
Zaman (dakika)	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )
10	0,3295	0,7514	1,0892	0,9525
20	0,3355	0,7634	1,1072	0,9946
30	0,3415	0,7694	1,1252	1,0186
40	0,3475	0,7874	1,1433	1,0426
60	0,3535	0,8174	1,1733	1,1267
80	0,3595	0,8475	1,2153	1,2348
100	0,3655	0,8535	1,2634	1,3249
120	0,3715	0,8655	1,2934	1,3670

Tablo 4.99: Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 45°C sıcaklıkta 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 dakika sürelerle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm'deki değerleri.

Konsantrasyon	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm
Zaman (dakika)	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )
10	0,2754	0,7153	0,9811	0,8624
20	0,2814	0,7394	1,0051	0,8985
30	0,2934	0,7814	1,0712	0,9826
40	0,2934	0,7994	1,0832	1,0426
60	0,3234	0,8475	1,1853	1,0967
80	0,3415	0,8835	1,2213	1,2288
100	0,4075	0,9256	1,2754	1,3670
120	0,4256	0,9316	1,2814	1,4030

Tablo 4.100: Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 55°C sıcaklıkta 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 dakika sürelerle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm'deki değerleri.

Konsantrasyon	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm
Zaman (dakika)	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )	$q$ ( $\text{mg g}^{-1}$ )
10	0,2454	0,6012	0,9270	0,7183
20	0,2574	0,6733	1,0051	0,8144
30	0,2694	0,7213	1,0652	0,9225
40	0,2934	0,8295	1,1132	1,0727
60	0,3415	0,8895	1,2334	1,3309
80	0,3715	0,9496	1,2574	1,4931
100	0,3835	0,9556	1,3054	1,5532
120	0,3895	0,9616	1,3234	1,5832

Tablo 4.101: 0.2 g, 0.4 g, 0.6 g, 0.8 g, 1.0 g portakal kabuğu üzerinde 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de 40 ppm pH=7’de remazol blue tekstil boyasının % giderim değerleri.

Sıcaklık	25°C	35°C	45°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	% giderim	% giderim	% giderim	% giderim
0,2	30,8096	40,1193	44,6239	57,2371
0,4	43,7230	55,1349	56,6365	68,0483
0,6	53,9337	61,1412	62,9431	74,6552
0,8	60,2402	65,0452	65,6459	76,7574
1	66,2465	68,3487	70,1505	79,1599

Tablo 4.102: 0.2 g, 0.4 g, 0.6 g, 0.8 g, 1.0 g portakal kabuğu üzerinde 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de 40 ppm pH=9’da remazol blue tekstil boyasının % giderim değerleri.

Sıcaklık	25°C	35°C	45°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	% giderim	% giderim	% giderim	% giderim
0,2	38,9180	49,7293	54,8346	68,6490
0,4	55,1349	62,0421	68,6490	79,7606
0,6	66,2465	73,1537	76,1568	82,7637
0,8	71,6521	74,6552	77,0577	85,1662
1	72,3580	74,3549	77,6584	85,7668

Tablo 4.103: 0.2 g, 0.4 g, 0.6 g, 0.8 g, 1.0 g portakal kabuğu üzerinde 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de 40 ppm pH=5’de remazol blue tekstil boyasının % giderim değerleri.

Sıcaklık	25°C	35°C	45°C	55°C
Portakal kabuğu miktarı/g	% giderim	% giderim	% giderim	% giderim
0,2	27,3977	24,9920	16,9952	21,7012
0,4	45,2246	40,0171	35,0140	38,0171
0,6	63,2433	55,4352	49,7293	51,8315
0,8	75,8565	65,6459	59,7418	61,7418
1	82,4634	71,6521	66,8471	68,6490

Tablo 4.104: 1.0 g portakal kabuğu üzerinde 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de 40 ppm pH=5, pH=7, pH=9 için remazol blue tekstil boyasının % giderim değerleri.

Sıcaklık	25°C	35°C	45°C	55°C
pH	% giderim	% giderim	% giderim	% giderim
5	82,4634	71,6521	66,8471	68,6490
7	66,2465	68,3487	70,1505	79,1599
9	72,3580	74,3549	77,6584	85,7668

Tablo 4.105: 1.0 g portakal kabuğu üzerinde 25°C’de 40 ppm pH=5, pH=7, pH=9 için remazol blue tekstil boyasının zamana karşı q (mg g<sup>-1</sup>) değerleri.

	pH 5	pH 7	pH 9
Zaman (dakika)	q (mg g <sup>-1</sup> )	q (mg g <sup>-1</sup> )	q (mg g <sup>-1</sup> )
10	1,3550	1,1447	1,3910
20	1,4931	1,1928	1,4330
30	1,5412	1,2348	1,4451
40	1,5472	1,2649	1,4691
60	1,5892	1,2769	1,4931
80	1,6192	1,2889	1,5291
100	1,6373	1,3129	1,5412
120	1,6493	1,3249	1,5472

Tablo 4.106: 1.0 g portakal kabuğu üzerinde 35°C’de 40 ppm pH=5, pH=7, pH=9 için remazol blue tekstil boyasının zamana karşı q (mg g<sup>-1</sup>) değerleri.

	pH 5	pH 7	pH 9
Zaman (dakika)	q (mg g <sup>-1</sup> )	q (mg g <sup>-1</sup> )	q (mg g <sup>-1</sup> )
10	1,2649	0,9525	1,2889
20	1,3369	0,9946	1,2949
30	1,3610	1,0186	1,3069
40	1,3730	1,0426	1,3129
60	1,4030	1,1267	1,3850
80	1,4210	1,2348	1,4571
100	1,4270	1,3249	1,4691
120	1,4330	1,3670	1,4871

Tablo 4.107: 1.0 g portakal kabuğu üzerinde 45°C’de 40 ppm pH=5, pH=7, pH=9 için remazol blue tekstil boyasının zamana karşı q (mg g<sup>-1</sup>) değerleri.

	pH 5	pH 7	pH 9
Zaman (dakika)	q (mg g <sup>-1</sup> )	q (mg g <sup>-1</sup> )	q (mg g <sup>-1</sup> )
10	1,1327	0,8624	1,1568
20	1,2108	0,8985	1,2168
30	1,2949	0,9826	1,2829
40	1,3009	1,0426	1,3129
60	1,3069	1,0967	1,3970
80	1,3129	1,2288	1,4390
100	1,3309	1,3670	1,4631
120	1,3369	1,4030	1,5532

Tablo 4.108: 1.0 g portakal kabuğu üzerinde 55°C’de 40 ppm pH=5, pH=7, pH=9 için remazol blue tekstil boyasının zamana karşı q (mg g<sup>-1</sup>) değerleri.

	pH 5	pH 7	pH 9
Zaman (dakika)	q (mg g <sup>-1</sup> )	q (mg g <sup>-1</sup> )	q (mg g <sup>-1</sup> )
10	1,1387	0,7183	1,1327
20	1,2168	0,8144	1,1507
30	1,2709	0,9225	1,2468
40	1,3129	1,0727	1,3069
60	1,3369	1,3309	1,4691
80	1,3490	1,4931	1,6252
100	1,3610	1,5532	1,6853
120	1,3730	1,5832	1,7153

#### 4.4. LANGMİUR SABİTLERİ ( $q_m$ ve $K_A$ ) ve $\Delta G_{ads}^0$ PARAMETRELERİ

Tablo: 4.105: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 10 dakikada nötr ortamda (pH=7) 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m/mg\ g^{-1}$	$K_A/mg^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/joule\ mol^{-1}$
25°C	5.5426	0.1910	4101.6210
35°C	1.8570	0.3188	2927.4060
45°C	1.3446	0.3275	2951.3320
55°C	0.4047	0.4877	1958.2530

Tablo: 4.106: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 20 dakikada nötr ortamda (pH=7) 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m/mg\ g^{-1}$	$K_A/mg^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/joule\ mol^{-1}$
25°C	5.3727	0.2145	3813.9740
35°C	2.3506	0.2927	3146.0910
45°C	1.2546	0.3708	2622.9660
55°C	0.5187	0.5112	1829.8120

Tablo: 4.107: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 30 dakikada nötr ortamda (pH=7) 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m/mg\ g^{-1}$	$K_A/mg^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/joule\ mol^{-1}$
25°C	7.5133	0.1747	4322.6200
35°C	1.5003	0.4038	2322.0530
45°C	1.4555	0.3812	2549.7310
55°C	0.6046	0.5535	1613.0160

Tablo: 4.108: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 40 dakikada nötr ortamda (pH=7) 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	8.4848	0.1667	4438.8180
35°C	1.4837	0.4299	2161.7530
45°C	1.5848	0.3873	2507.9580
55°C	0.8933	0.5851	1461.6680

Tablo: 4.109: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 60 dakikada nötr ortamda (pH=7) 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	10.8045	0.1413	4848.3610
35°C	2.2169	0.3936	2387.6080
45°C	1.3918	0.4850	1913.0910
55°C	1.9109	0.6181	1311.9560

Tablo: 4.110: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 80 dakikada nötr ortamda (pH=7) 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	13.1746	0.1227	5197.9460
35°C	2.3914	0.4383	2112.3310
45°C	1.9285	0.5106	1777.1970
55°C	2.7627	0.7192	898.8166

Tablo: 4.111: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 100 dakikada nötr ortamda (pH=7) 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m/\text{mg g}^{-1}$	$K_A/\text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/\text{joule mol}^{-1}$
25°C	15.7324	0.1080	5514.084
35°C	3.1993	0.4452	2072.128
45°C	2.6938	0.5383	1637.338
55°C	3.2747	0.7295	860.0933

Tablo: 4.112: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 120 dakikada nötr ortamda (pH=7) 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m/\text{mg g}^{-1}$	$K_A/\text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/\text{joule mol}^{-1}$
25°C	11.5799	0.1470	4750.2490
35°C	3.4963	0.4612	1981.7350
45°C	2.7210	0.5703	1484.7870
55°C	4.1559	0.6914	1006.2600

Tablo: 4.113: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 10 dakikada pH=9 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m/\text{mg g}^{-1}$	$K_A/\text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/\text{joule mol}^{-1}$
25°C	33.1083	0.0704	657.5476
35°C	99.0737	0.0187	10189.5800
45°C	2.8827	0.3352	2889.7300
55°C	2.8759	0.3124	3172.8550

Tablo: 4.114: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 20 dakikada pH=9 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m$ /mg g <sup>-1</sup>	$K_A$ /mg <sup>-1</sup>	$\Delta G_{ads}^0$ /joule mol <sup>-1</sup>
25°C	23.4547	0.1099	5470.9750
35°C	12.4279	0.1369	5091.9760
45°C	2.6643	0.3867	2511.9240
55°C	1.0775	0.5953	1414.4910

Tablo: 4.115: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 30 dakikada pH=9 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m$ /mg g <sup>-1</sup>	$K_A$ /mg <sup>-1</sup>	$\Delta G_{ads}^0$ /joule mol <sup>-1</sup>
25°C	23.1978	0.1165	5326.5320
35°C	7.3431	0.2264	3803.9380
45°C	2.7657	0.4230	2274.7700
55°C	2.3837	0.4631	2099.2390

Tablo: 4.116: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 40 dakikada pH=9 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m$ /mg g <sup>-1</sup>	$K_A$ /mg <sup>-1</sup>	$\Delta G_{ads}^0$ /joule mol <sup>-1</sup>
25°C	19.4997	0.1479	4735.1360
35°C	5.9015	0.2816	3245.1900
45°C	2.9185	0.4500	2111.1160
55°C	1.9957	0.5952	1415.0360

Tablo: 4.117: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 60 dakikada pH=9 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	17.5796	0.1781	4274.8030
35°C	5.4721	0.3446	2728.1830
45°C	3.3354	0.4881	1896.1710
55°C	2.2015	0.7511	780.4651

Tablo: 4.118: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 80 dakikada pH=9 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	15.8982	0.2167	3788.7030
35°C	6.6527	0.3363	2790.6640
45°C	3.5718	0.5375	1641.3030
55°C	6.3737	0.5807	1482.1200

Tablo: 4.119: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 100 dakikada pH=9 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	15.7324	0.1080	5514.0840
35°C	3.1993	0.4452	2072.1280
45°C	2.6938	0.5383	1637.3380
55°C	3.2747	0.7295	860.0933

Tablo: 4.120: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 120 dakikada pH=9 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	44.4466	0.0766	6365.3780
35°C	6.1490	0.4459	2068.2870
45°C	5.4607	0.5742	1466.8090
55°C	5.5992	0.9180	233.4305

Tablo: 4.121: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 10 dakikada pH=5 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	1.8928	4.3670	-3652.1890
35°C	1.9769	2.3263	-2162.0090
45°C	1.6860	2.7485	-2673.1990
55°C	2.2705	1.2685	-637.5707

Tablo: 4.122: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 20 dakikada pH=5 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	2.2673	3.8016	-3308.5500
35°C	1.8154	4.6213	-3919.6820
45°C	1.4635	12.4535	-6667.7950
55°C	2.7373	1.0773	-203.1609

Tablo: 4.123: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 30 dakikada pH=5 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	2.7950	2.3434	-2109.9000
35°C	2.9491	1.1938	-453.5021
45°C	2.4630	1.4338	-952.5799
55°C	2.8727	1.1165	-300.5145

Tablo: 4.124: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 40 dakikada pH=5 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	3.3074	1.8559	-1532.13
35°C	4.0232	0.8037	559.5156
45°C	1.9093	1.9601	-1779.312
55°C	3.3291	0.9439	157.3474

Tablo: 4.125: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 60 dakikada pH=5 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25°C	2.8460	2.9301	-2663.3900
35°C	3.8288	0.9136	231.4884
45°C	2.4009	1.8235	-1588.4260
55°C	3.4480	0.9335	187.6171

Tablo: 4.126: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 80 dakikada pH=5 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

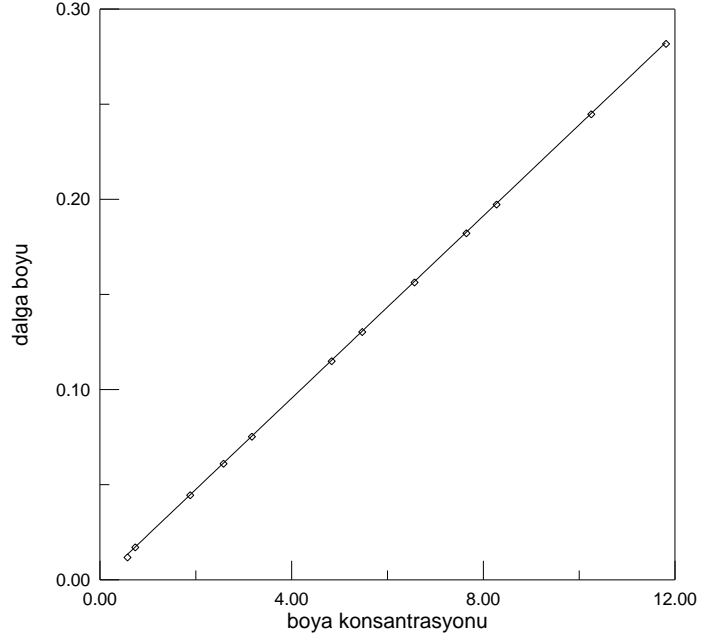
Sıcaklık	$q_m/\text{mg g}^{-1}$	$K_A/\text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/\text{joule mol}^{-1}$
25°C	2.8641	3.2621	-2929.4810
35°C	3.8304	0.9697	78.8699
45°C	2.9780	1.1361	-337.3555
55°C	3.6015	0.8916	312.7860

Tablo: 4.127: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 100 dakikada pH=5 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

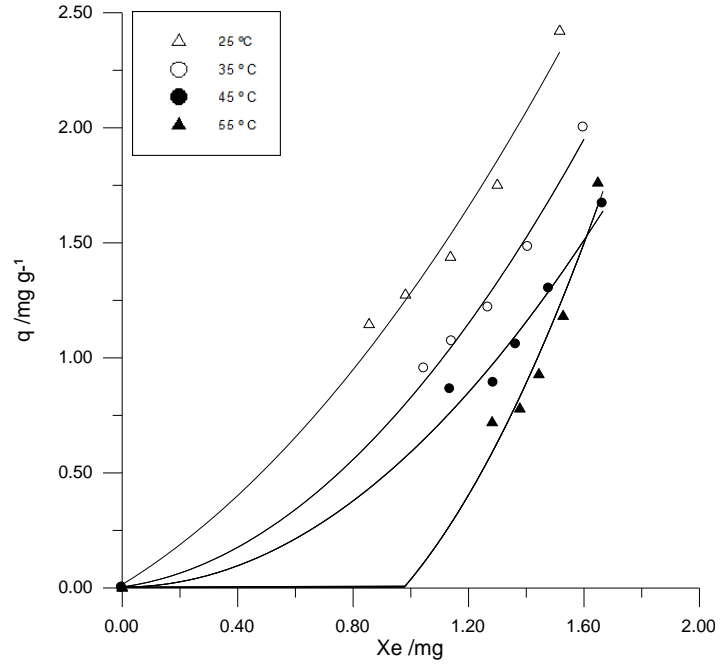
Sıcaklık	$q_m/\text{mg g}^{-1}$	$K_A/\text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/\text{joule mol}^{-1}$
25°C	3.8637	1.7666	-1409.9860
35°C	4.4280	0.8115	534.9327
45°C	2.6875	1.2544	-599.3612
55°C	3.7815	0.8583	416.6844

Tablo: 4.128: Değişik miktarlarda portakal kabuğu ile 120 dakikada pH=5 için 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C’de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m$ ,  $K_A$ ,  $\Delta G_{ads}^0$  değerleri.

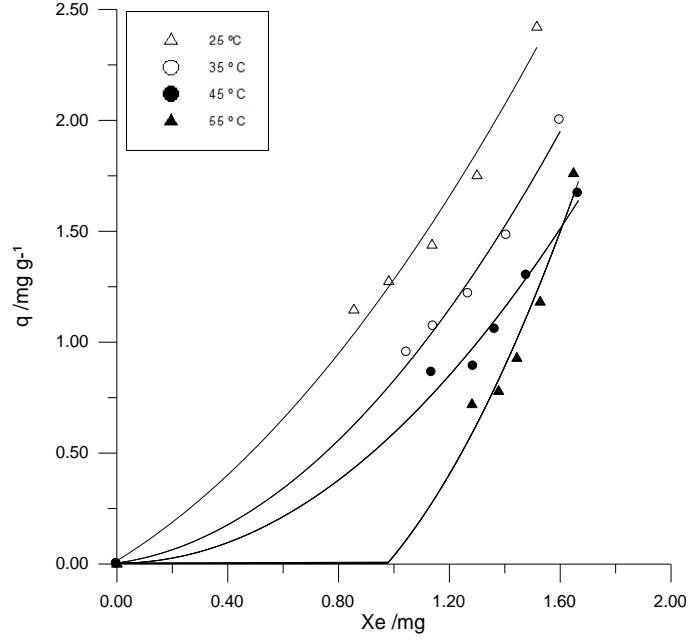
Sıcaklık	$q_m/\text{mg g}^{-1}$	$K_A/\text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0/\text{joule mol}^{-1}$
25°C	4.1473	1.7211	-1345.3220
35°C	4.8741	0.7170	851.9489
45°C	2.7677	1.3296	-753.2335
55°C	3.8900	0.8448	460.0435



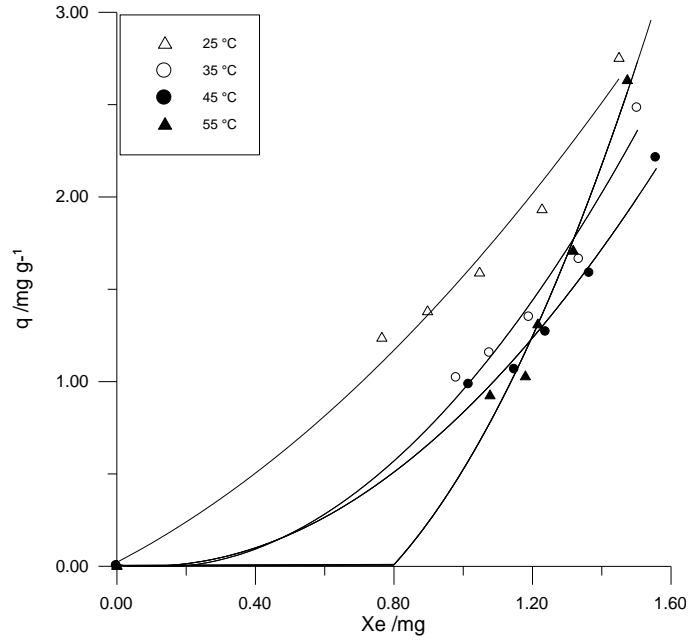
Şekil.5.0. Remazol blue tekstil boyasının konsantrasyonuna (mg/1000ml) karşılık gelen UV ölçümleri.



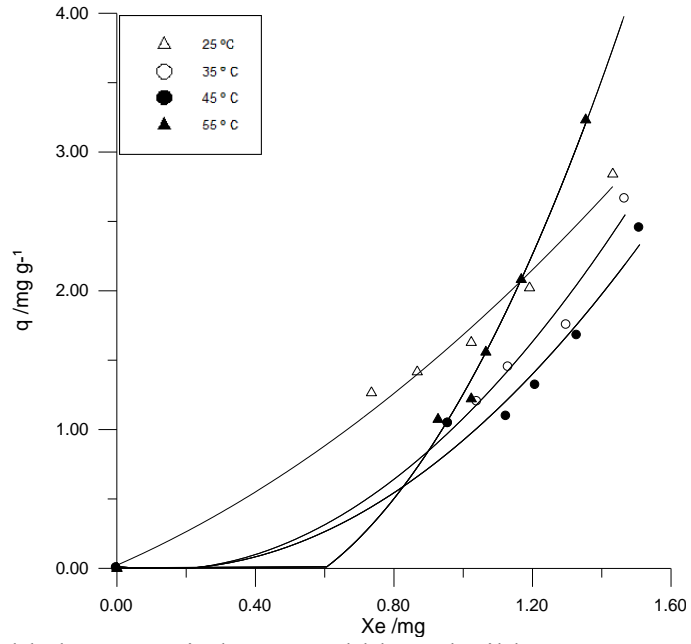
Şekil 5.1. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40ppm 10 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözültideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi.



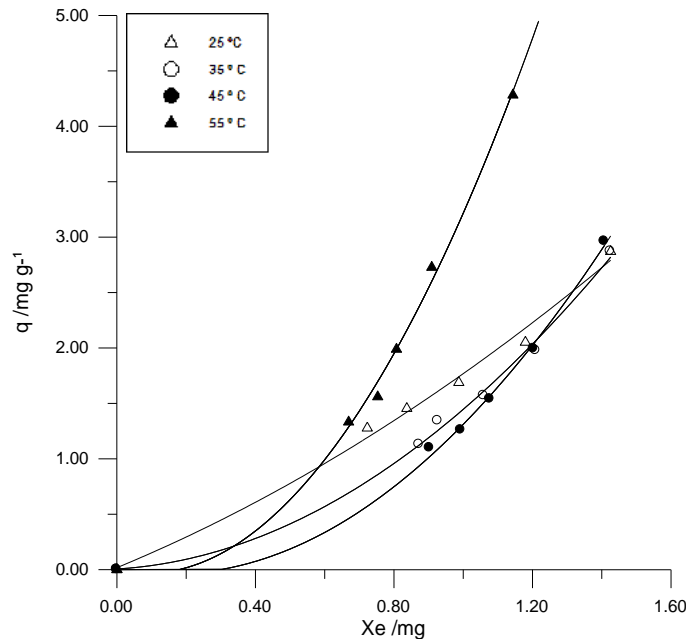
Şekil 5.2. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40ppm 20 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



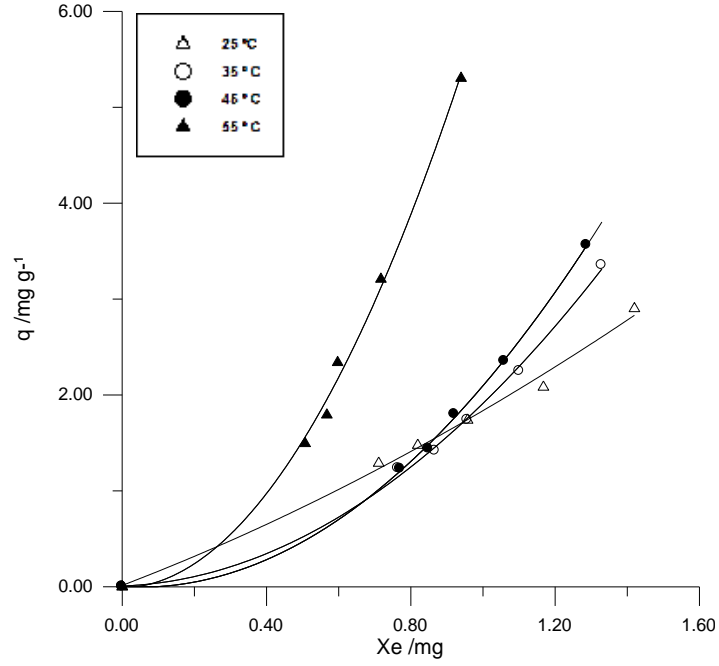
Şekil 5.3. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40ppm 30 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



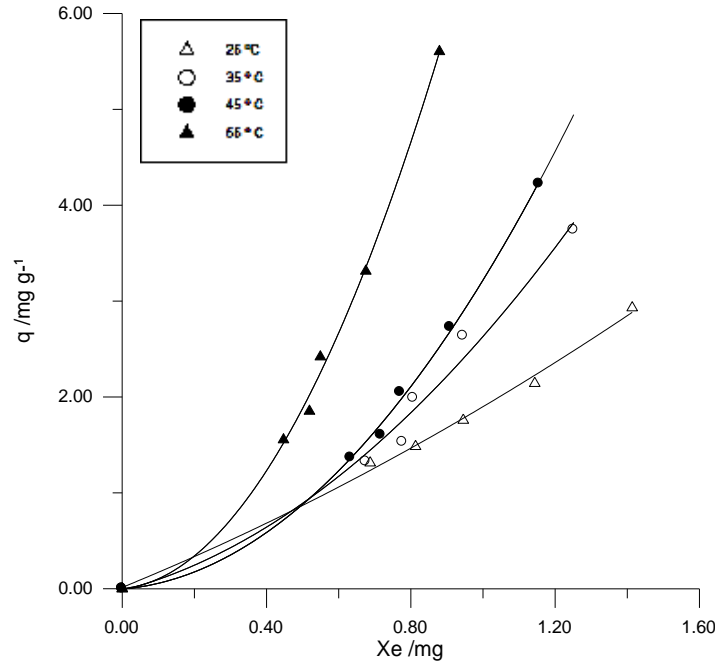
Şekil 5.4. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40ppm 40 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi.



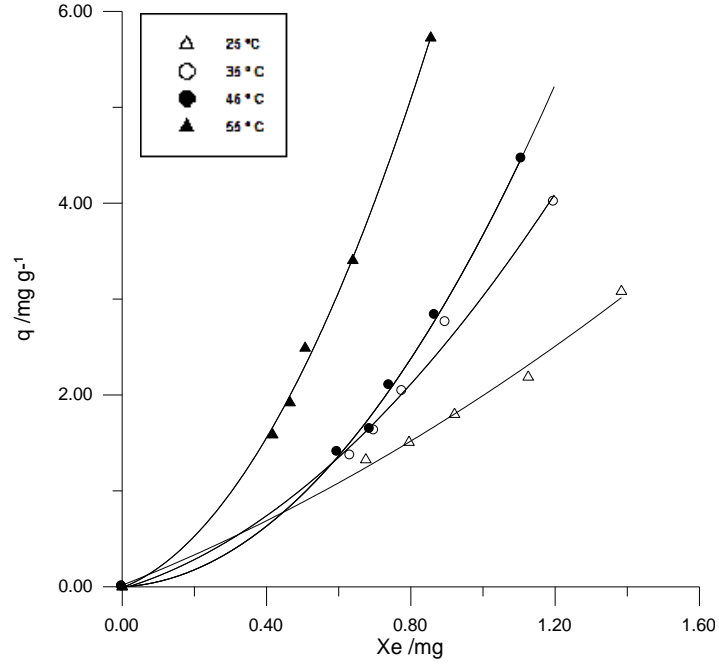
Şekil 5.5. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40ppm 60 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi.



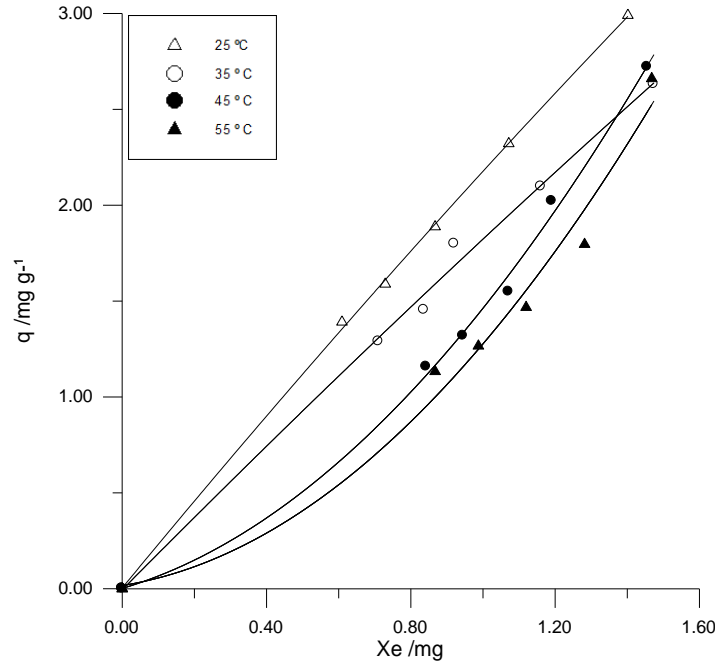
Şekil 5.6. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 80 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



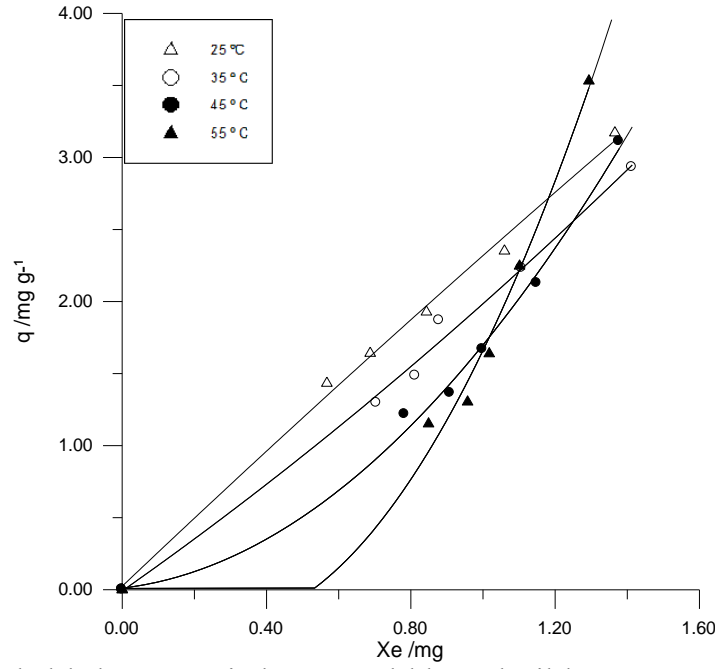
Şekil 5.7. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 100 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



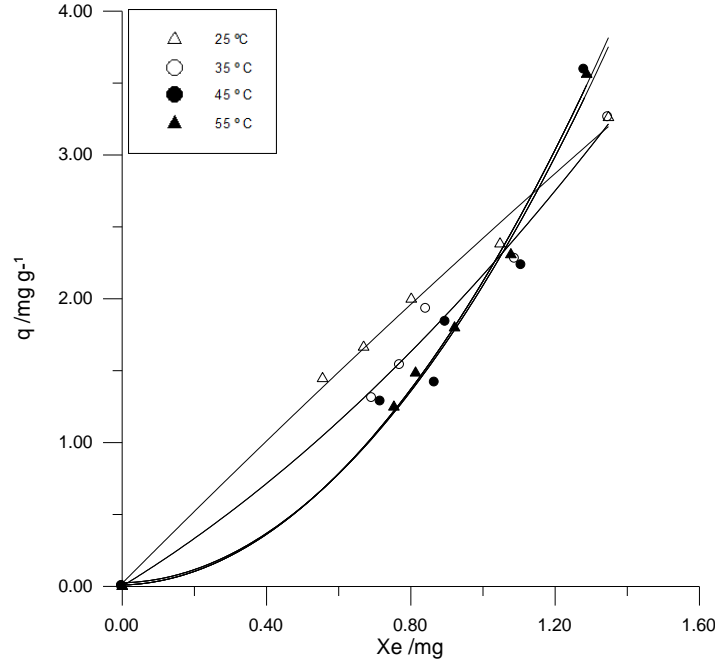
Şekil 5.8. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 120 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi.



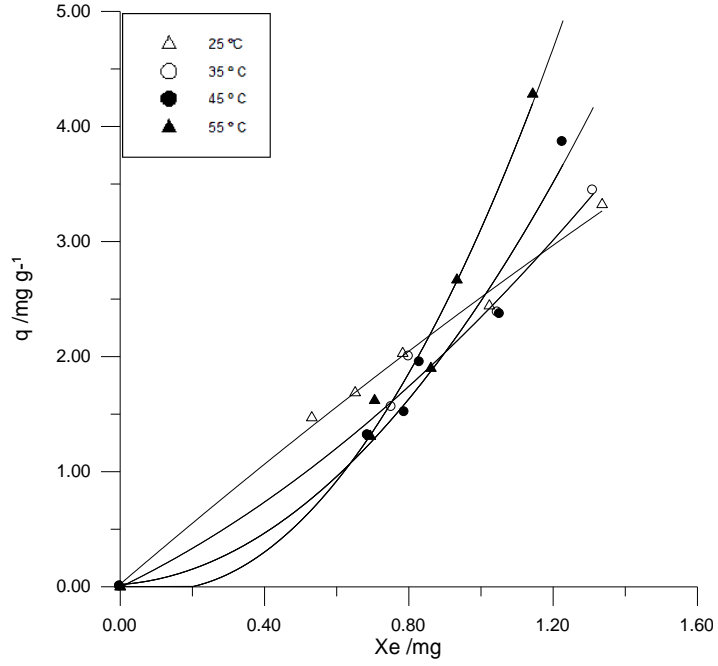
Şekil 5.9. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm 10 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi.



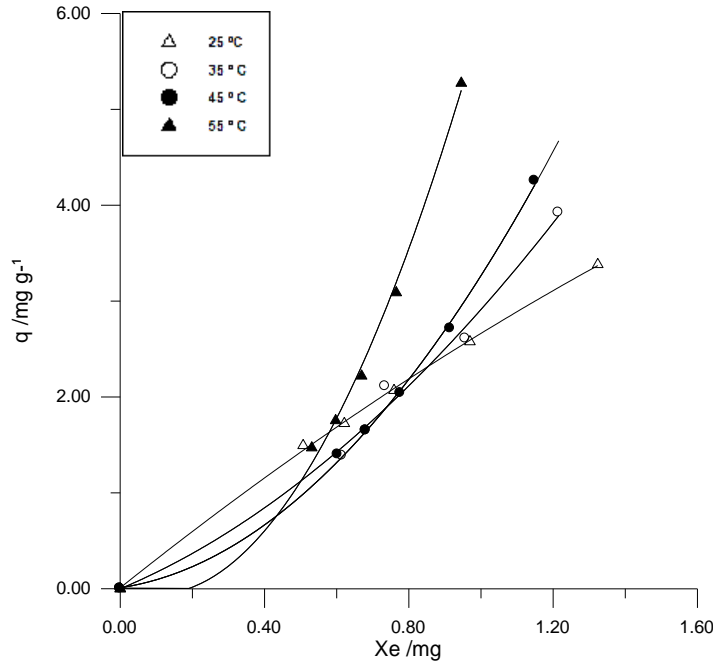
Şekil 5.10. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm 20 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



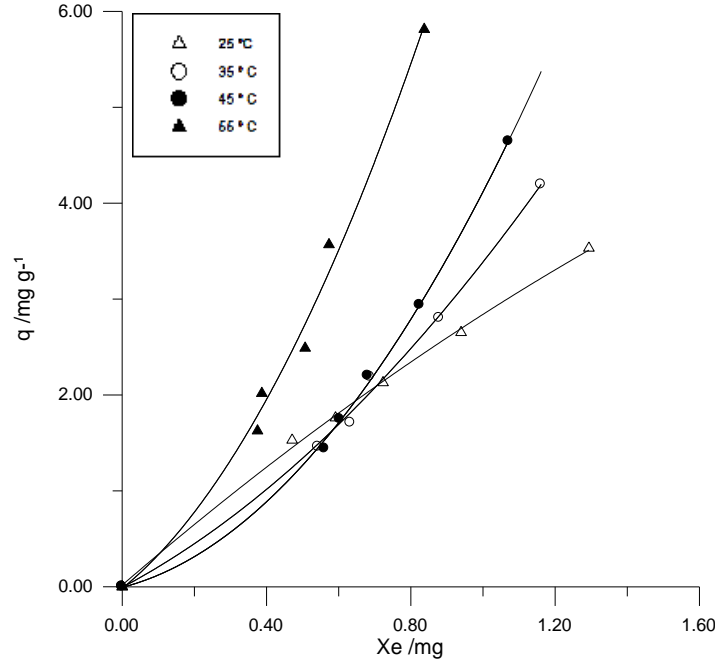
Şekil 5.11. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm 30 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



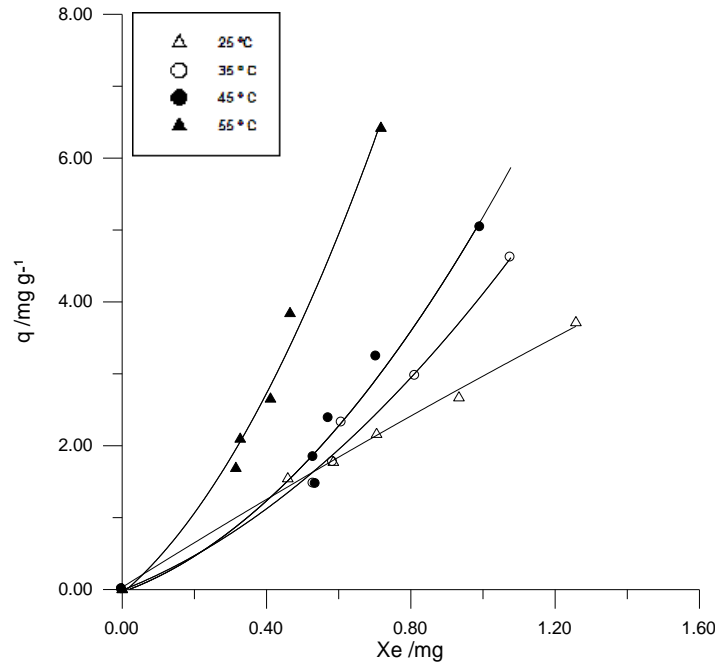
Şekil 5.12. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm 40 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



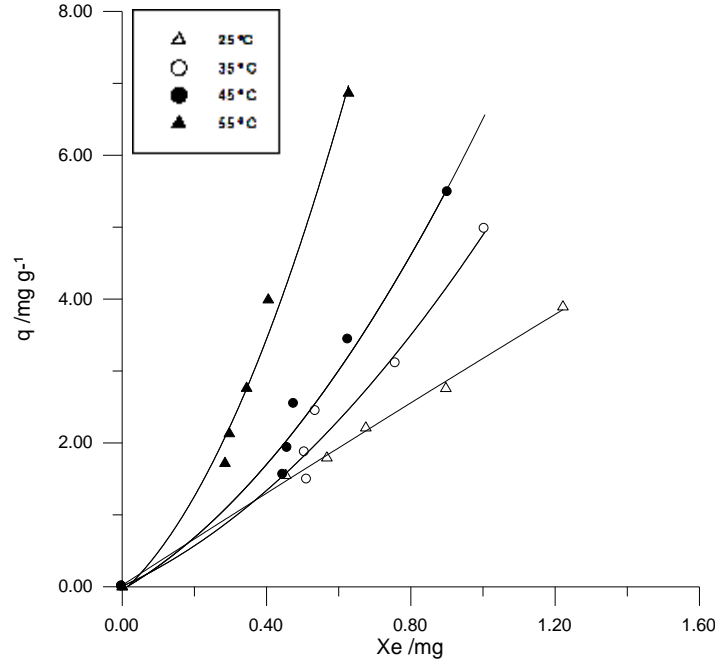
Şekil 5.13. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm 60 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



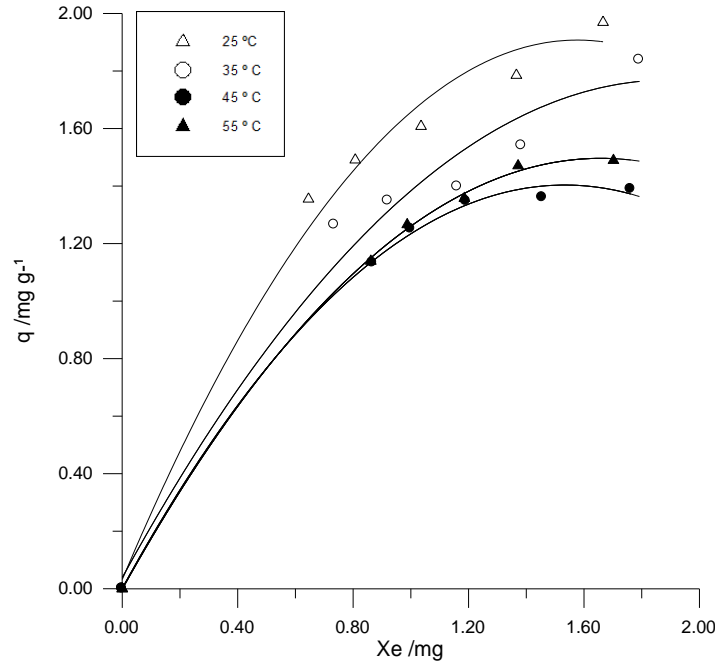
Şekil 5.14. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm 80 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



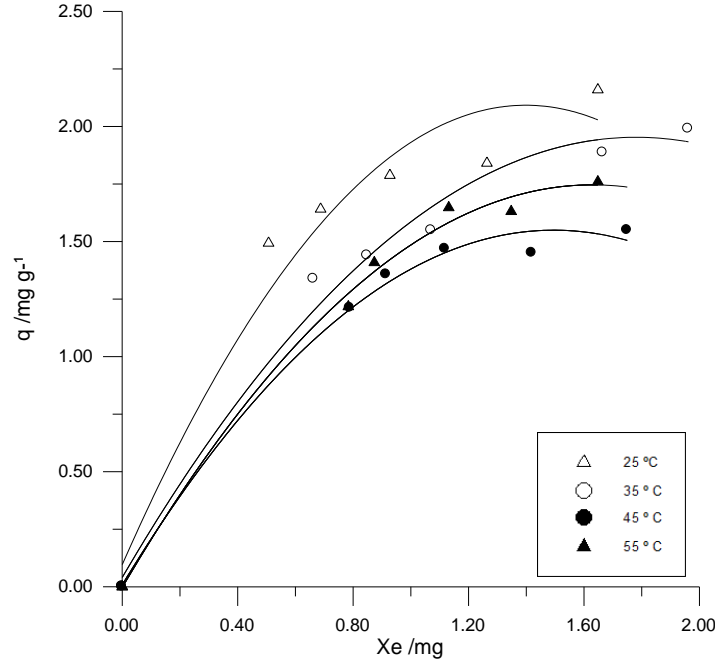
Şekil 5.15. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm 100 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



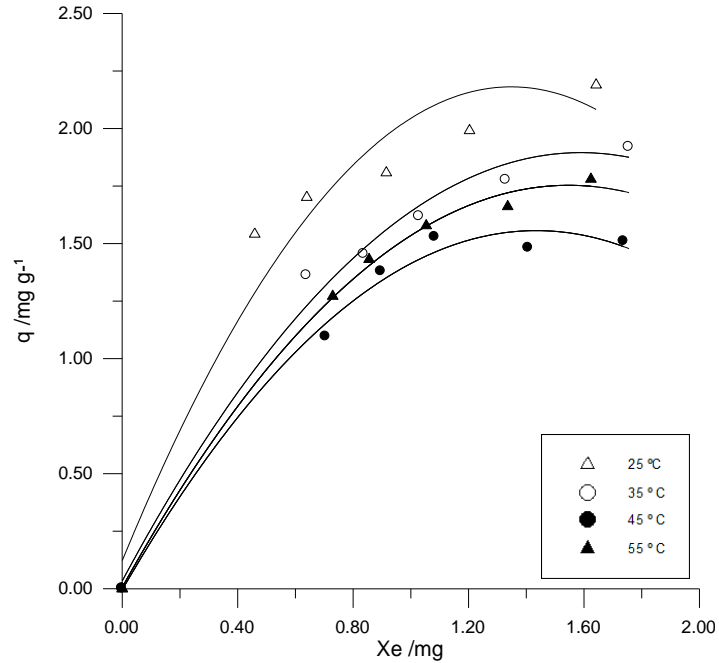
Şekil 5.16. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm 120 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



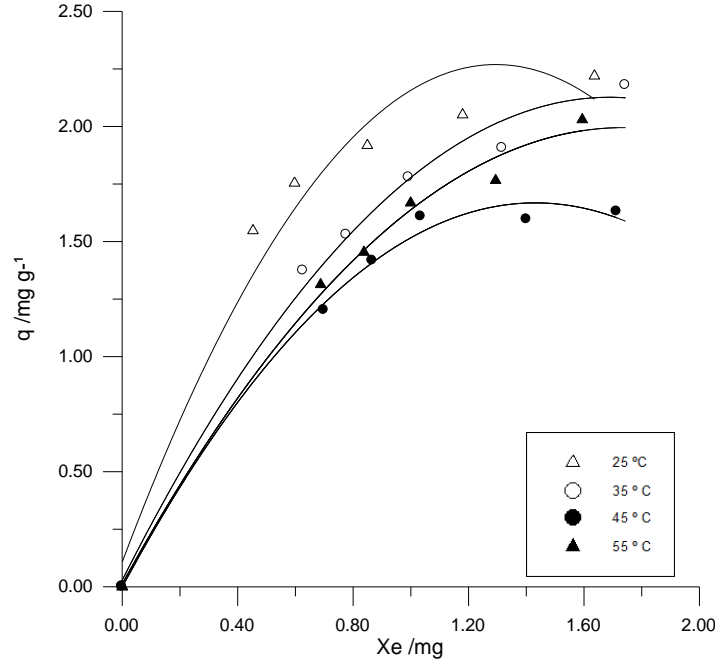
Şekil 5.17. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm 10 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



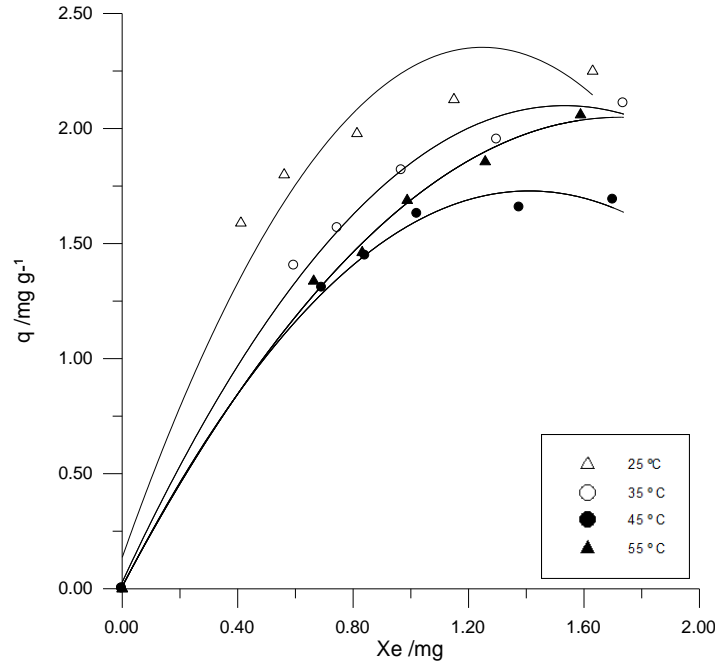
Şekil 5.18. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm 20 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



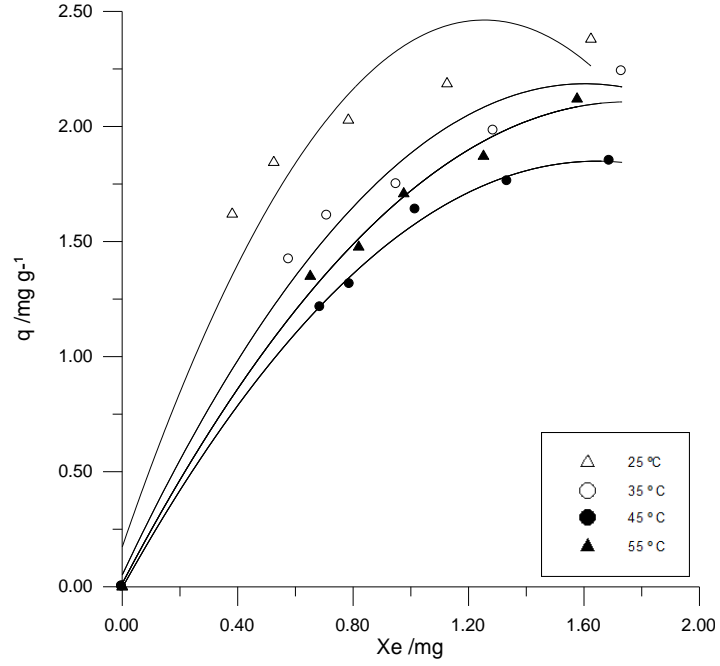
Şekil 5.19. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm 30 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



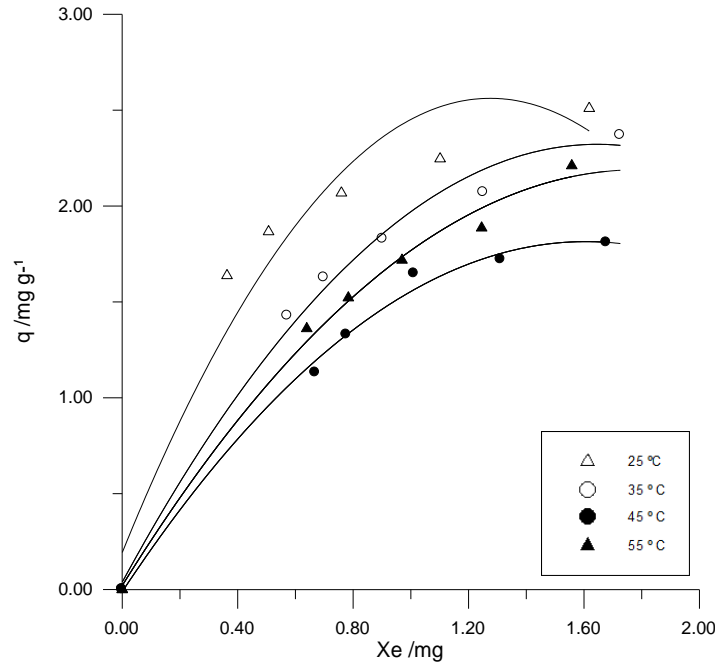
Şekil 5.20. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm 40 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



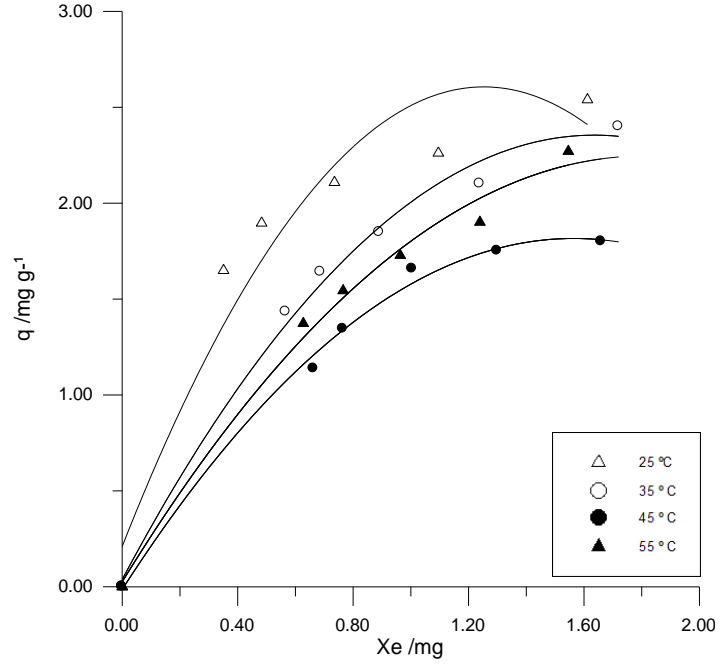
Şekil 5.21. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm 60 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



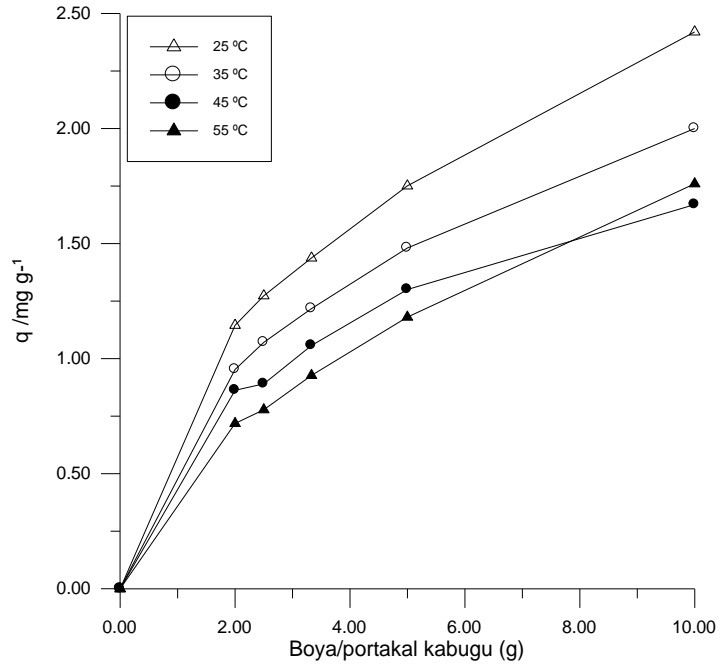
Şekil 5.22. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm 80 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



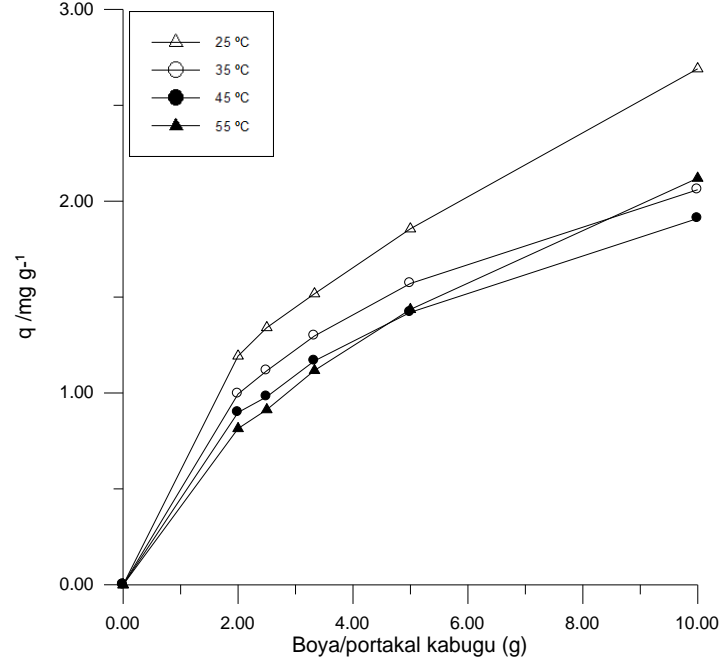
Şekil 5.23. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm 100 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



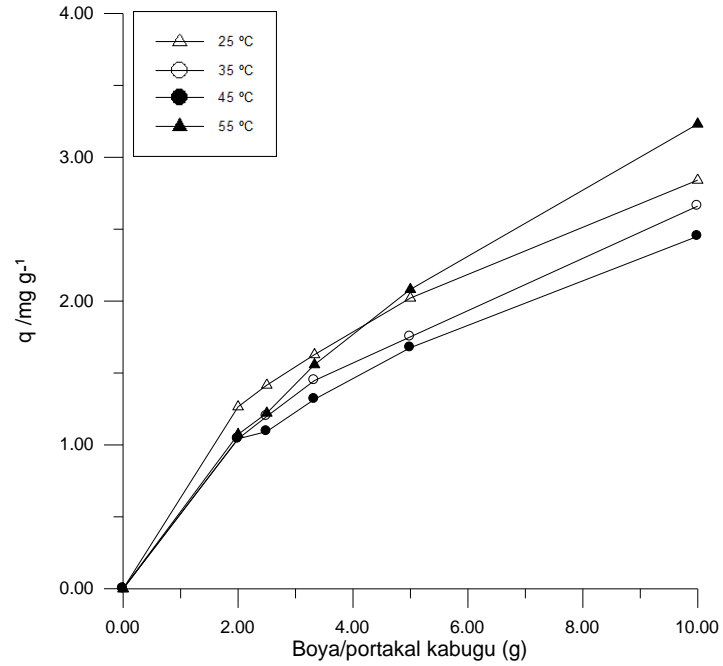
Şekil 5.24. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm 120 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/mg$ ) karşı değişimi.



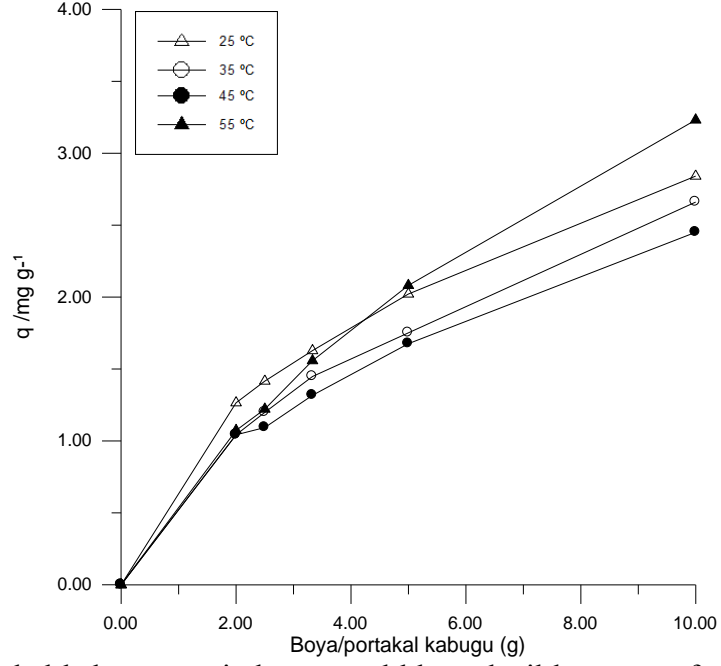
Şekil 5.25. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 10 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



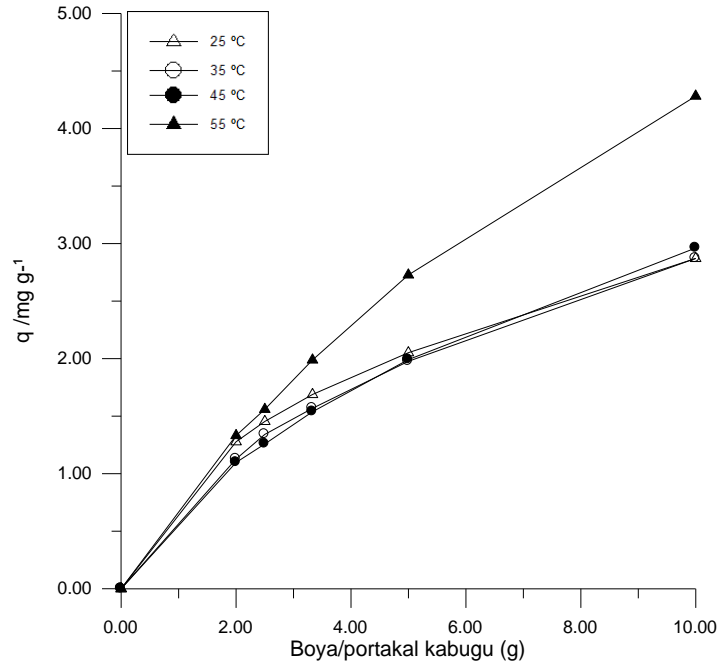
Şekil 5.26. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 20 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



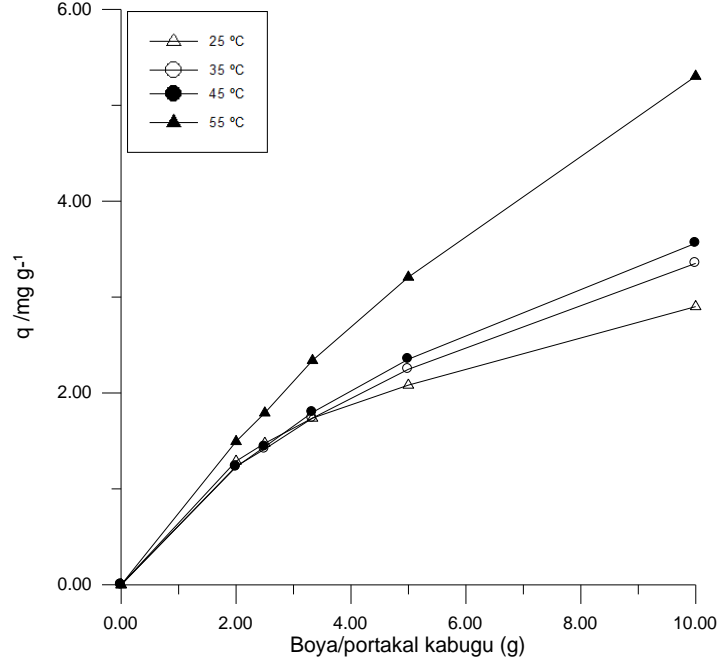
Şekil 5.27. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



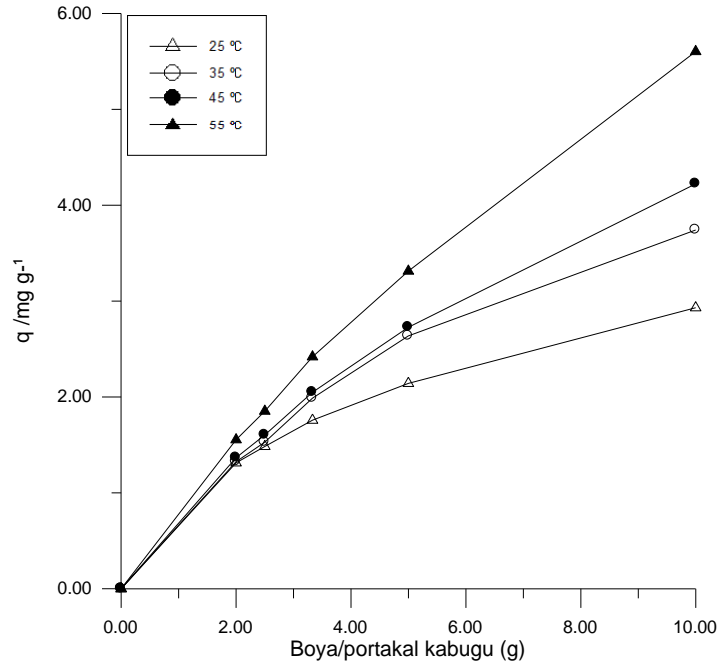
Şekil 5.28. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 40 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ )denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



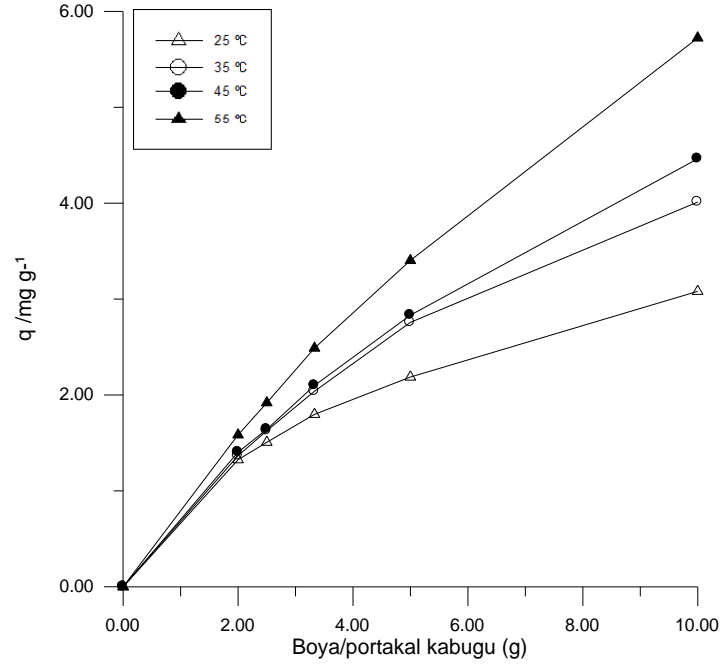
Şekil 5.29. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 60 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ )denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



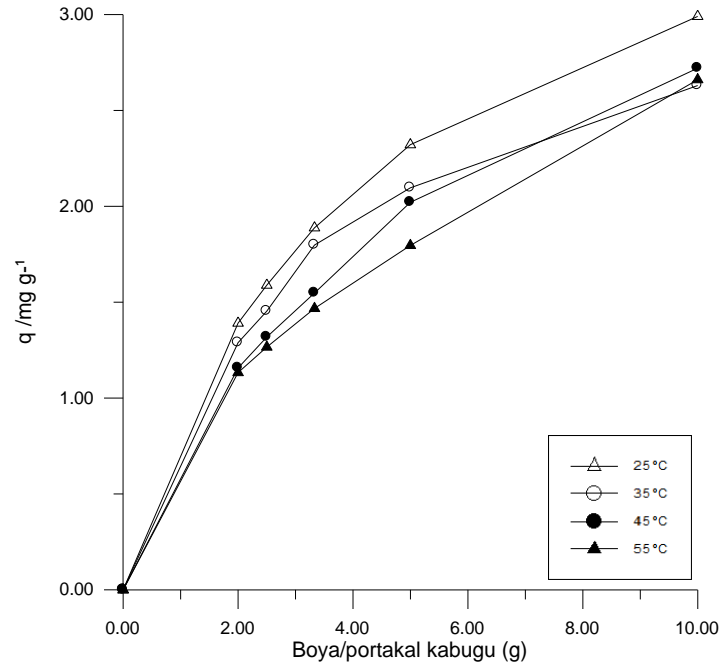
Şekil 5.30. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 80 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



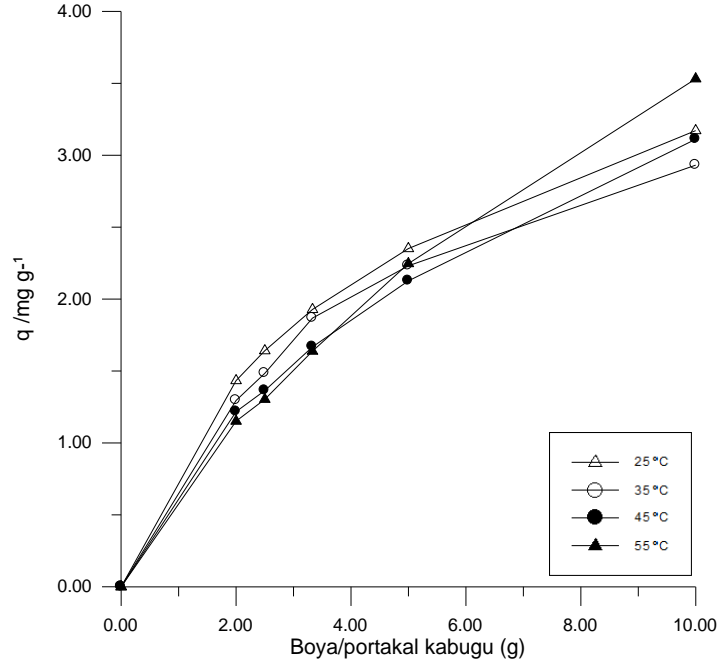
Şekil 5.31. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 100 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



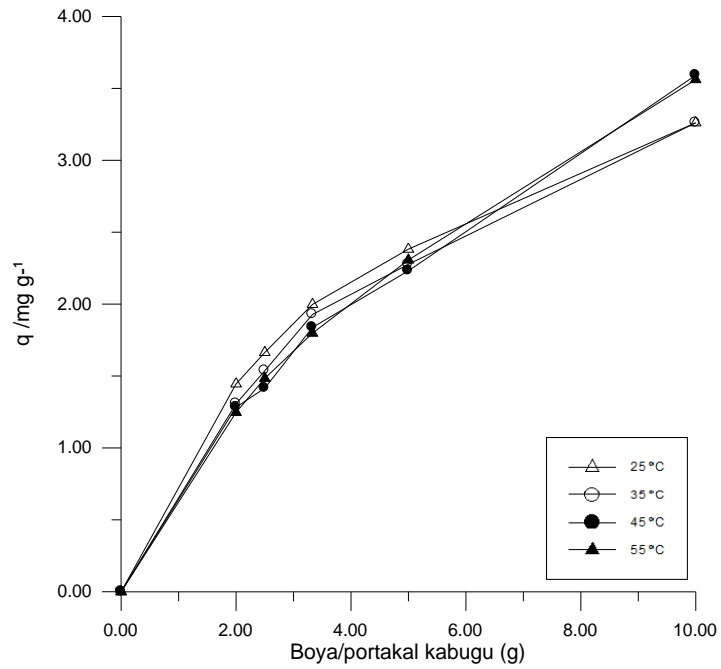
Şekil 5.32. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



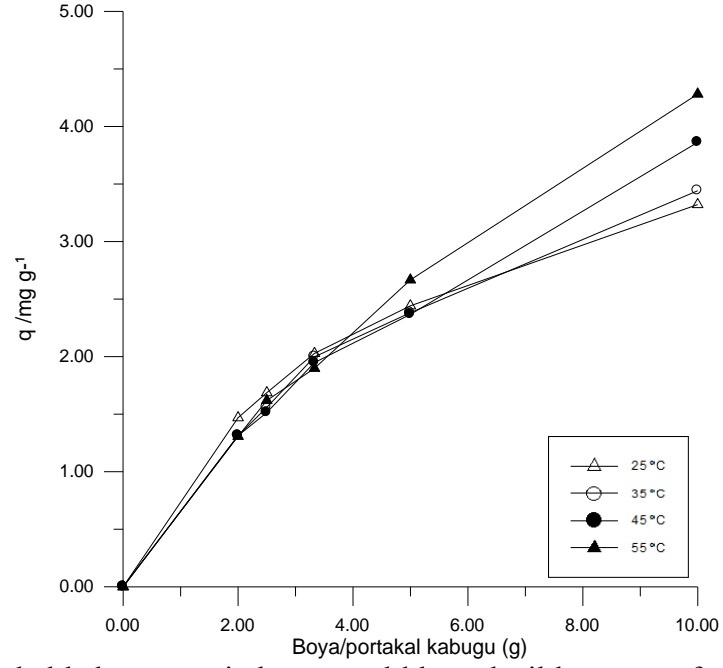
Şekil 5.33. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 10 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



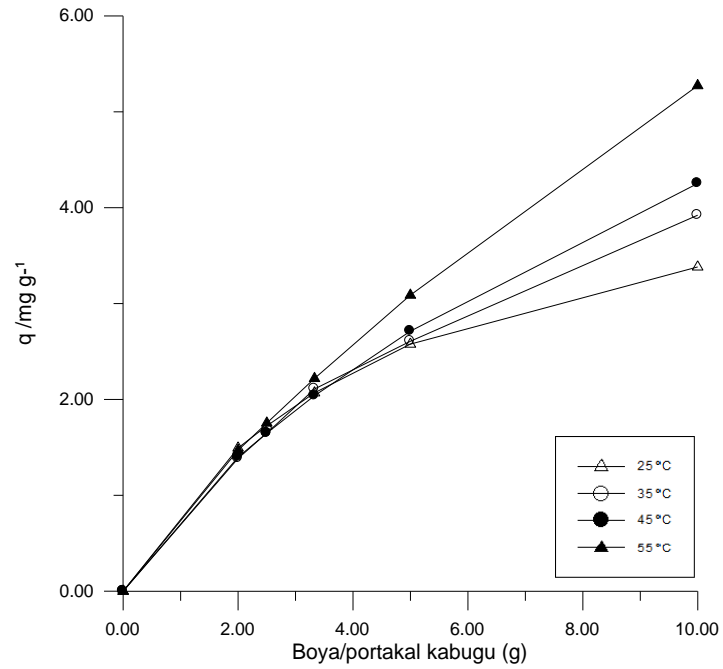
Şekil 5.34. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 20 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



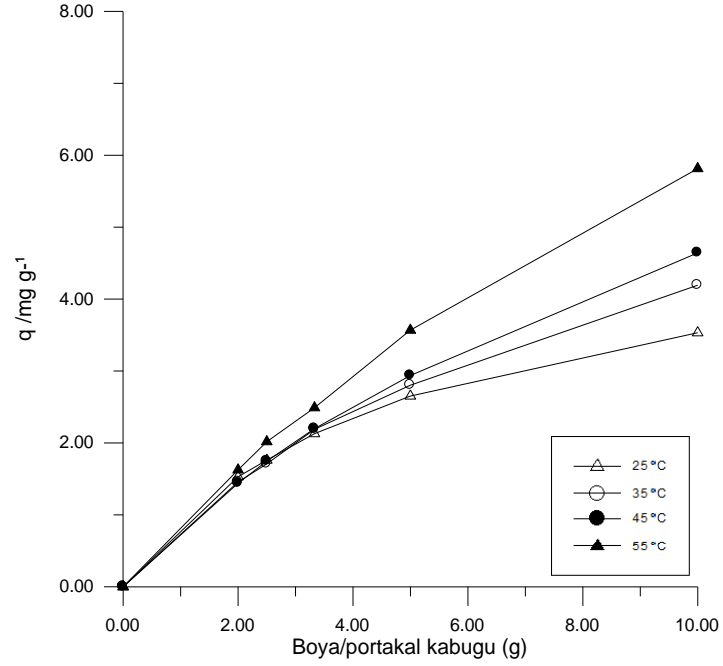
Şekil 5.35. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



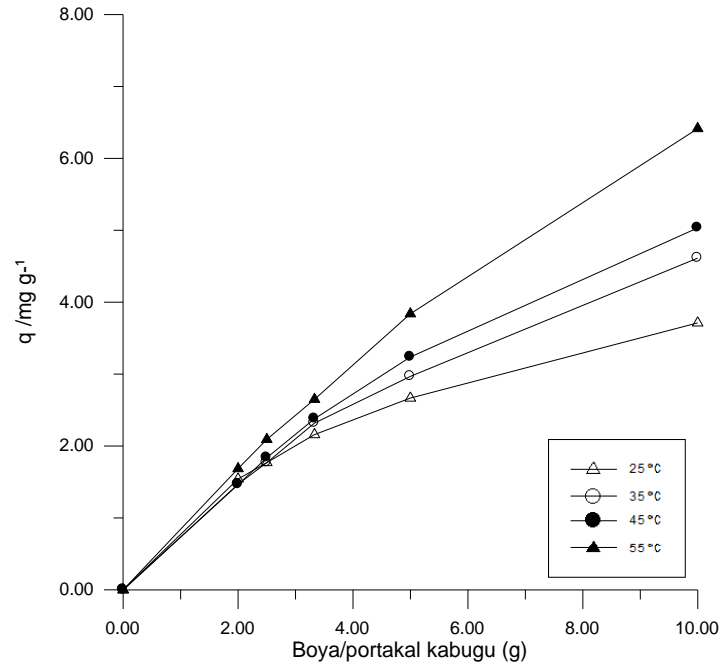
Şekil 5.36. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 40 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ )denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



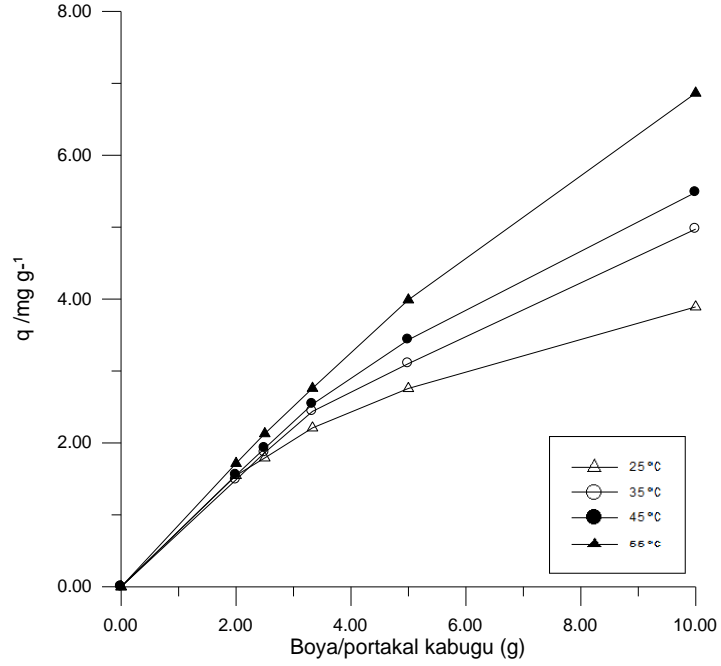
Şekil 5.37. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 60 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ )denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



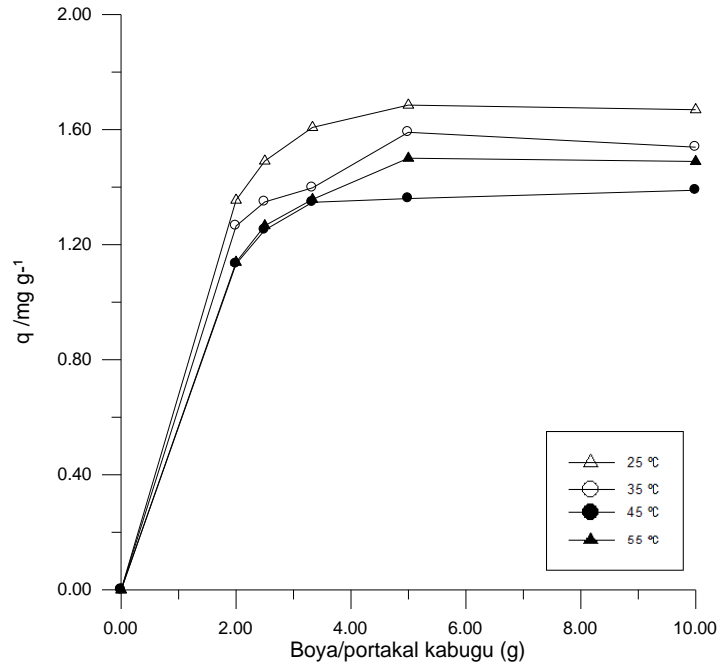
Şekil 5.38. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 80 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



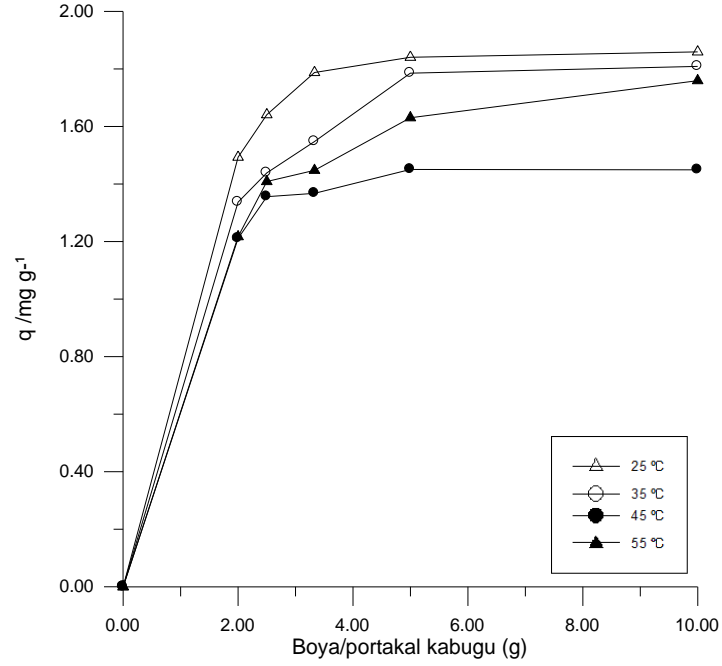
Şekil 5.39. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 100 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



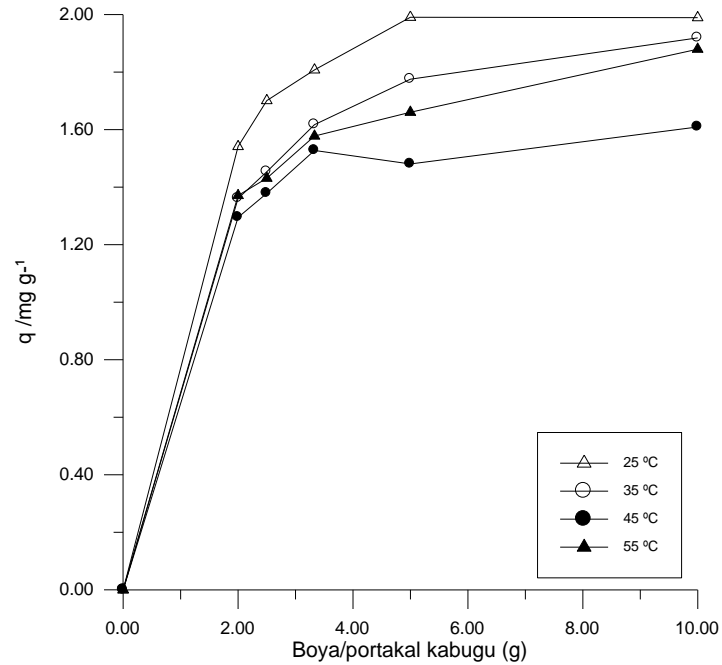
Şekil 5.40. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



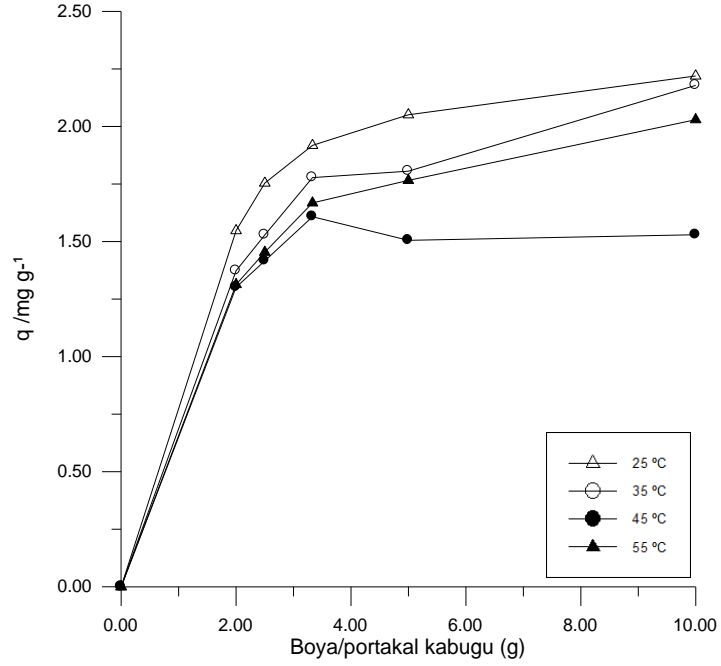
Şekil 5.41. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 10 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



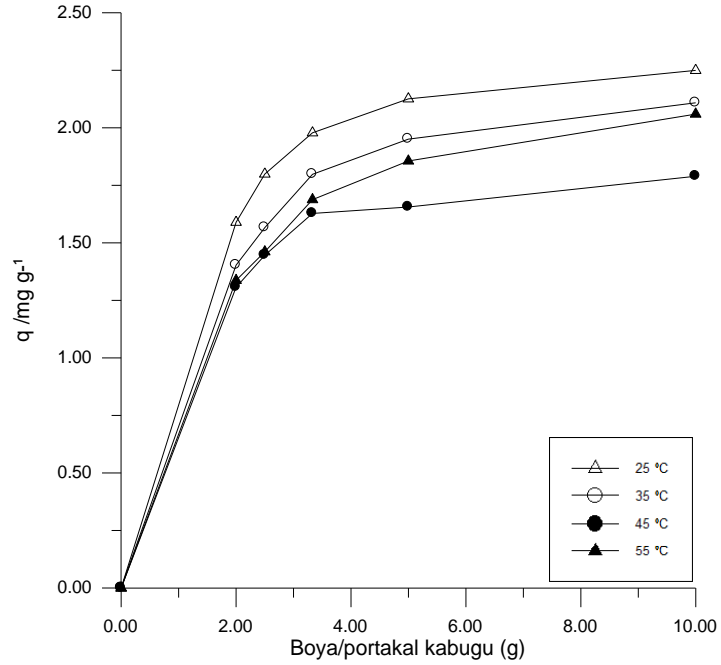
Şekil 5.42. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 20 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



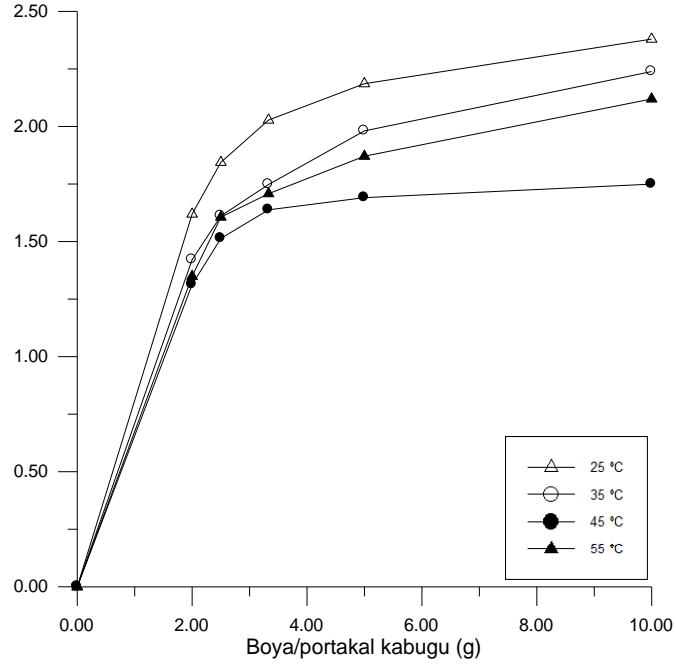
Şekil 5.43. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



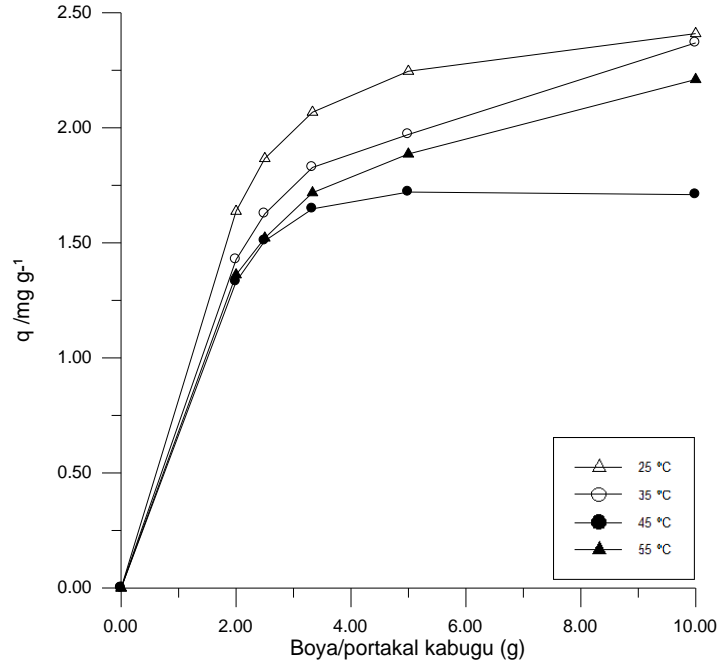
Şekil 5.44. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 40 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



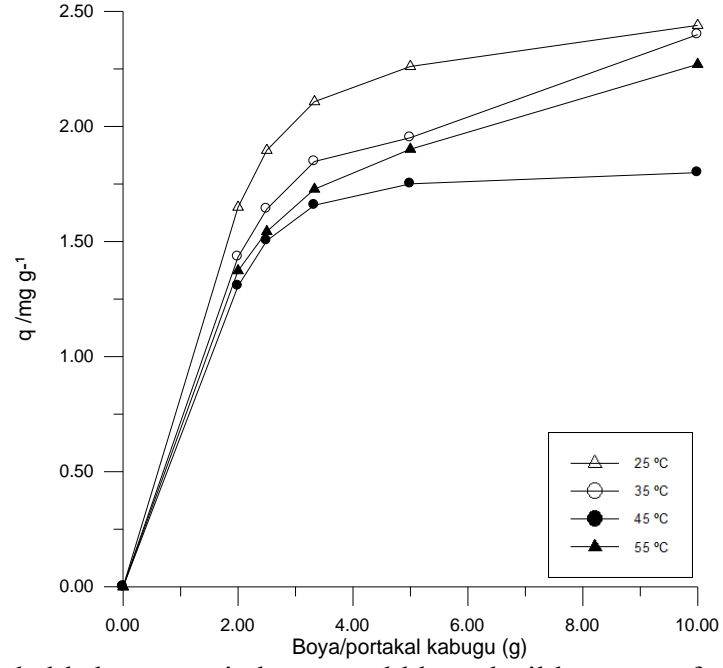
Şekil 5.45. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 60 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



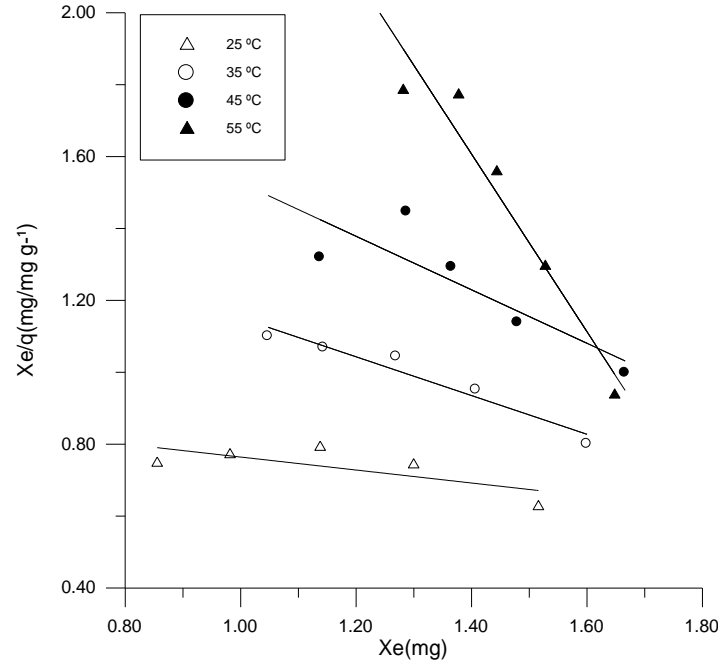
Şekil 5.46. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 80 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



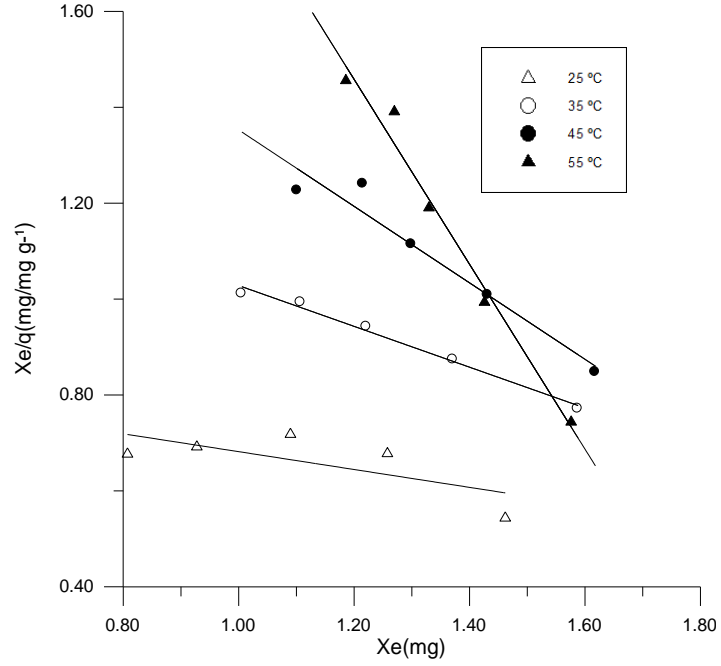
Şekil 5.47. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 100 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



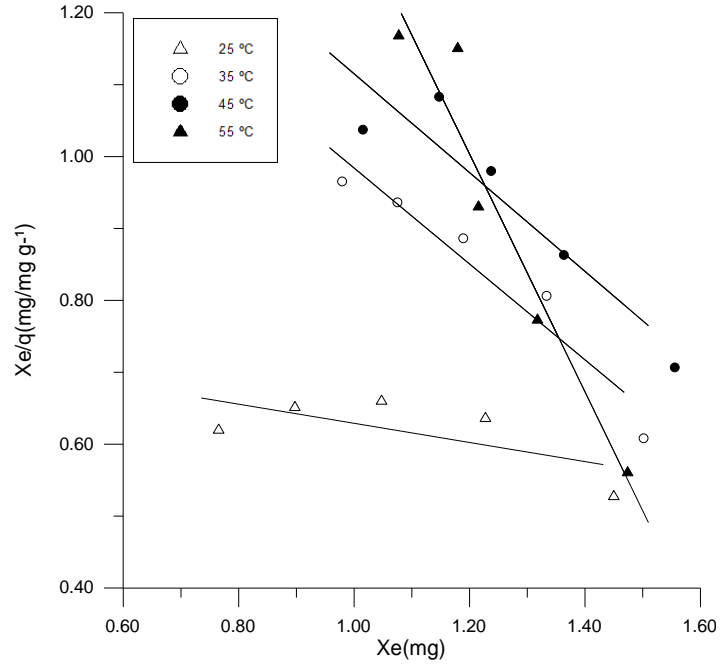
Şekil 5.48. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/portakal kabuğu oranına karşı değişimi.



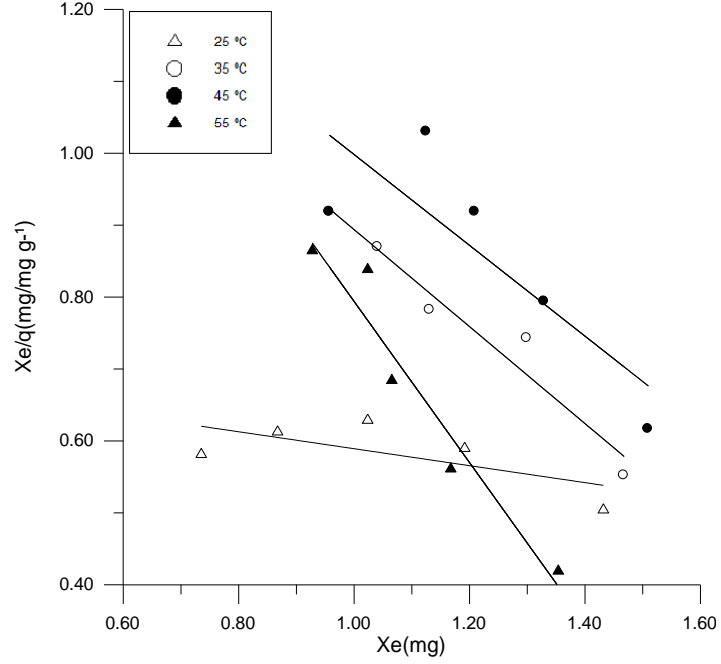
Şekil 5.49. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 10 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermeleri.



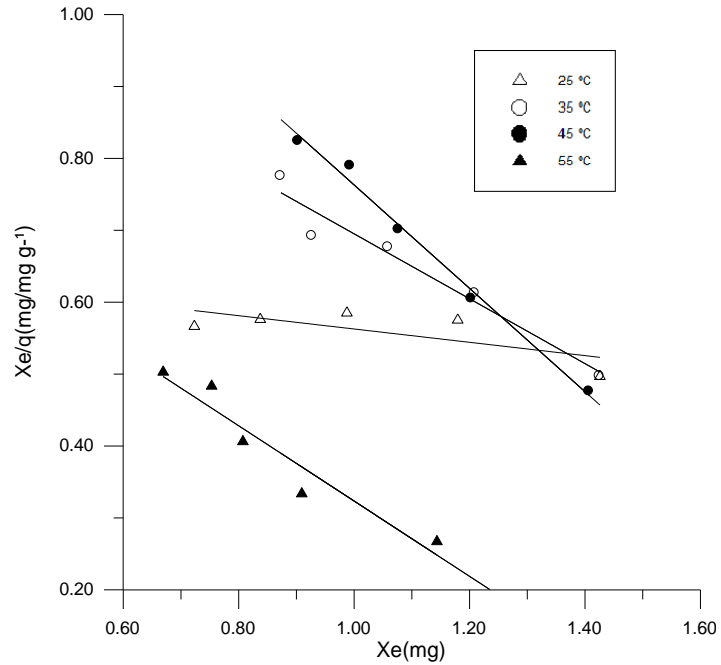
Şekil 5.50. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 20 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermleri.



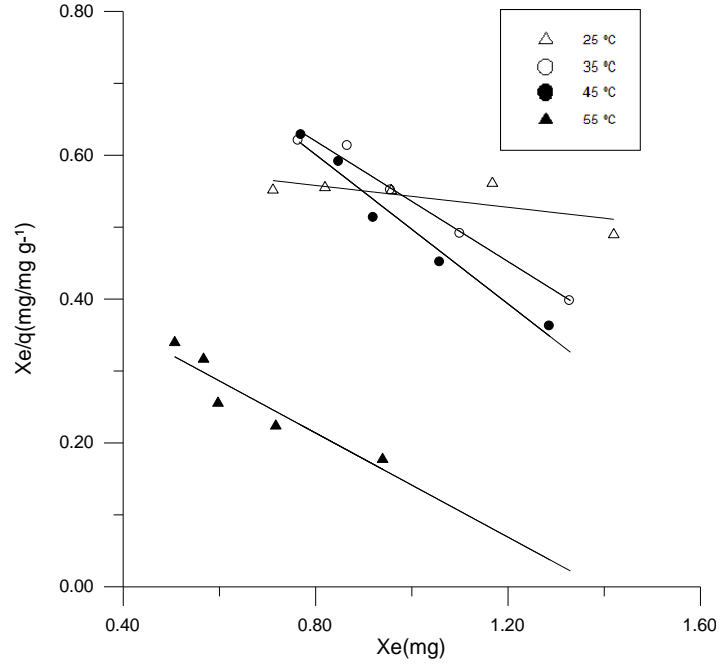
Şekil 5.51. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermleri.



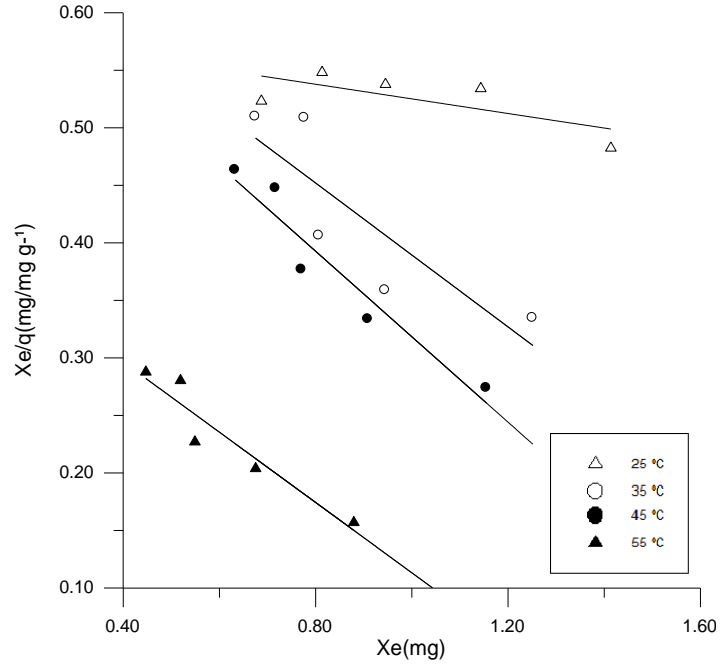
Şekil 5.52. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 40 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermleri.



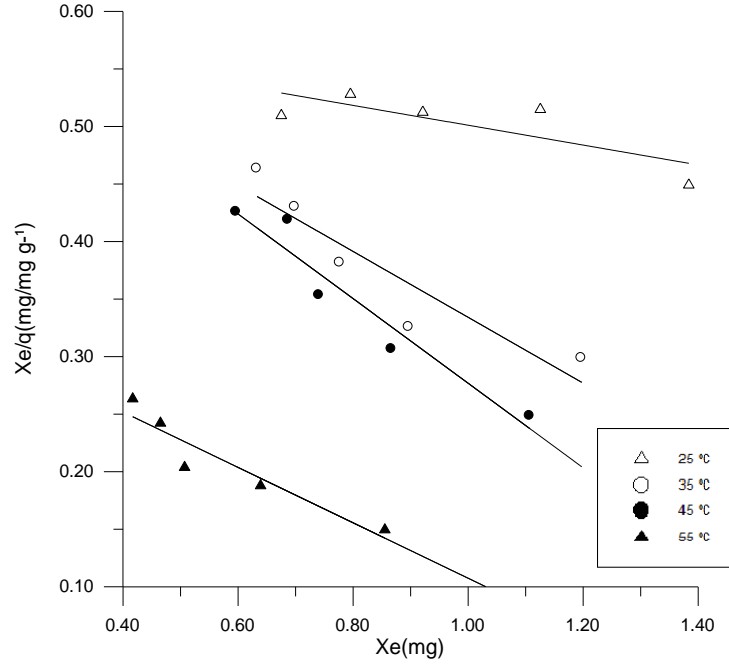
Şekil 5.53. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 60 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermleri.



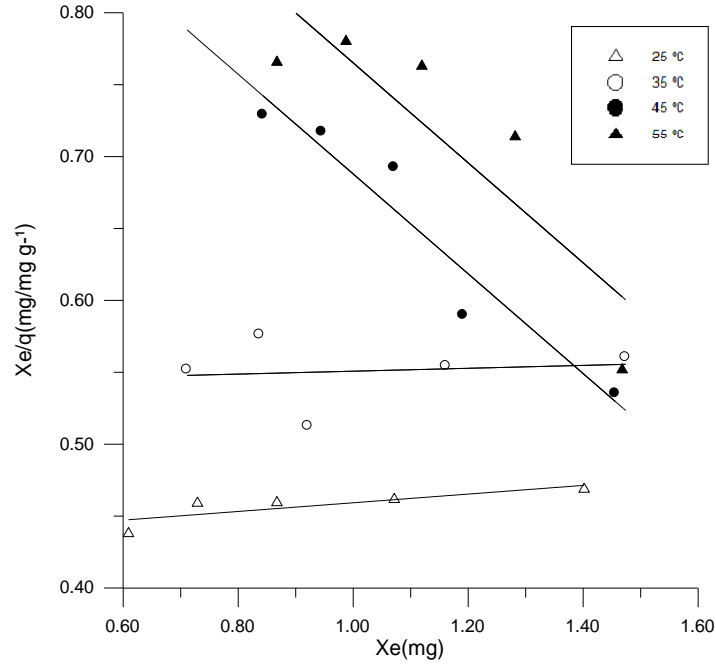
Şekil 5.54. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 80 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermleri.



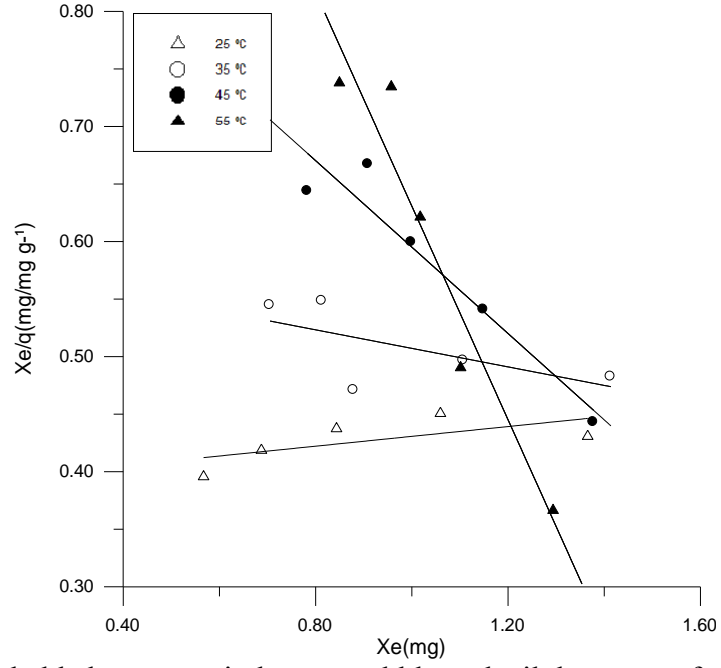
Şekil 5.55. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 100 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermleri.



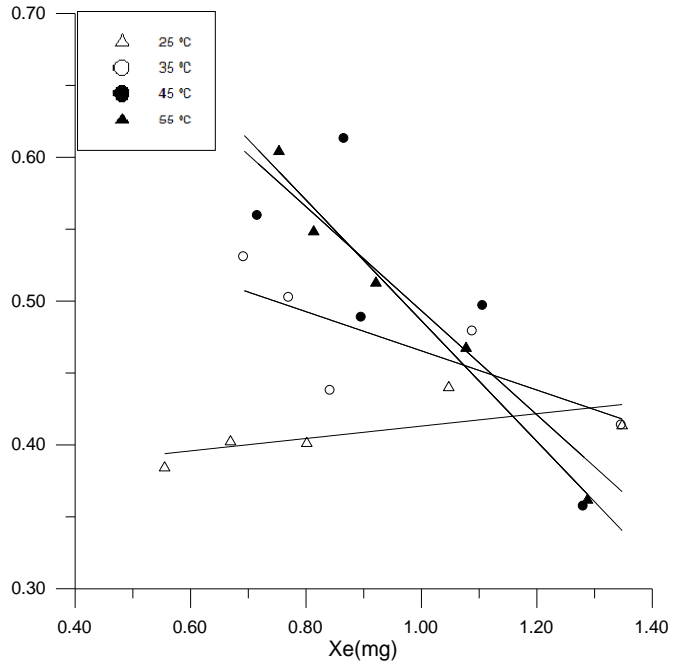
Şekil 5.56. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 120 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermleri.



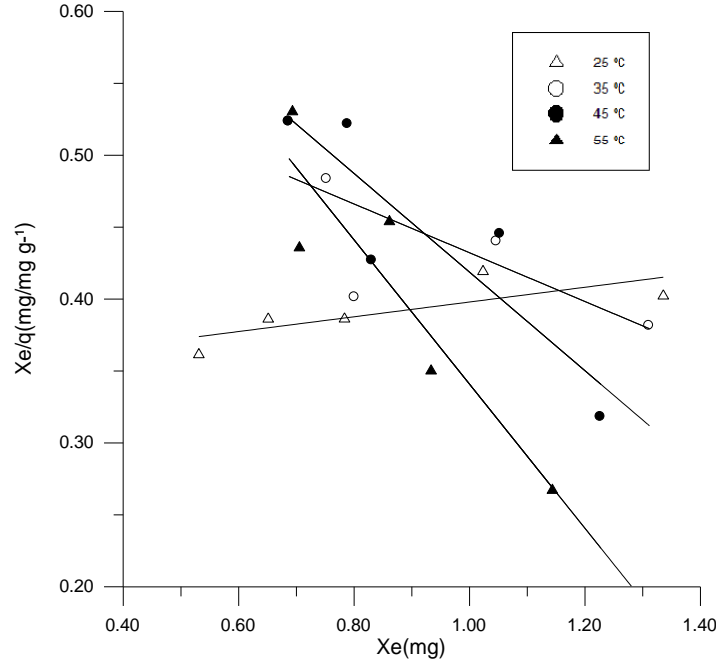
Şekil 5.57. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 10 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermleri.



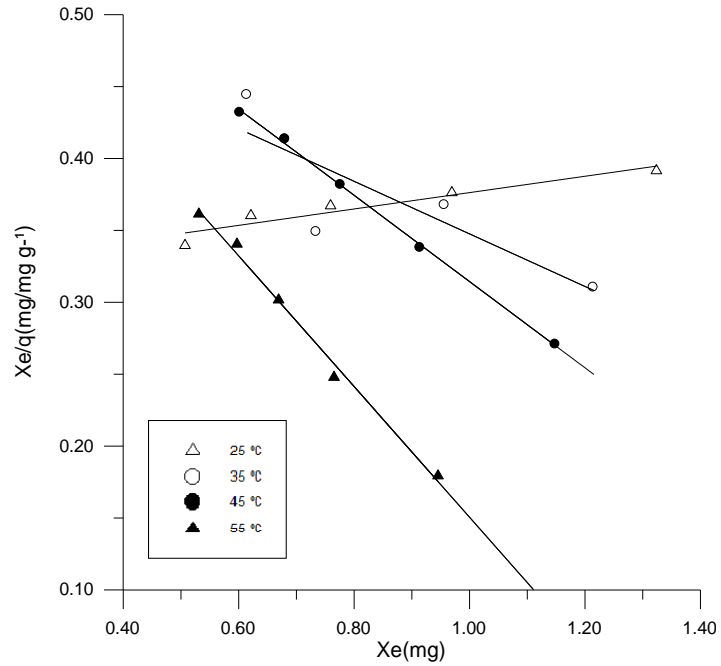
Şekil 5.58. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 20 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



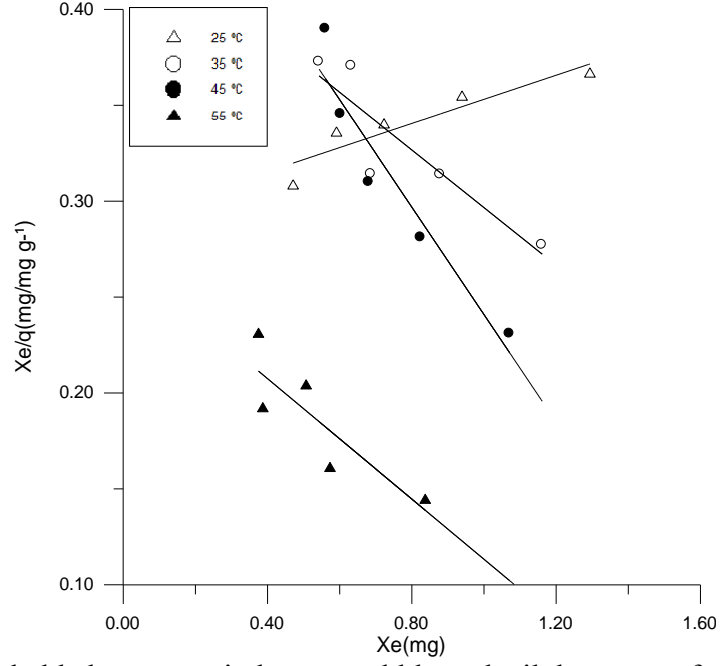
Şekil 5.59. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



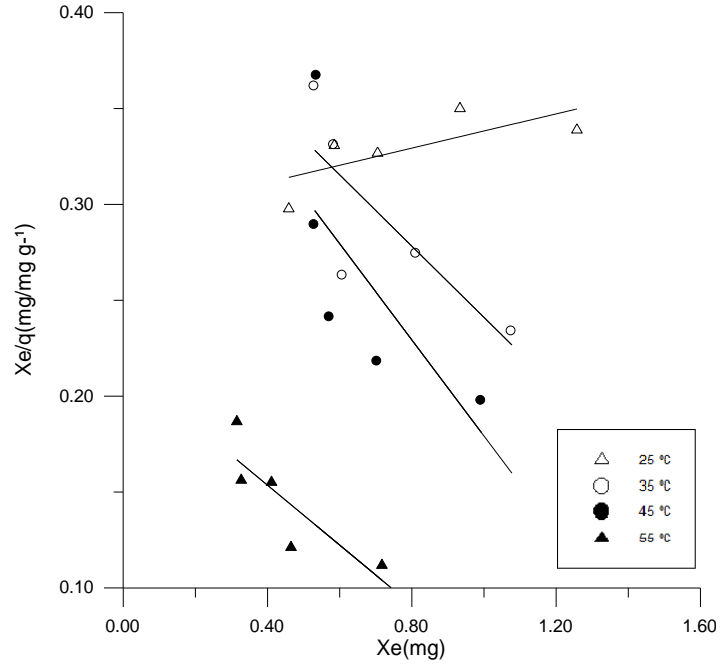
Şekil 5.60. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 40 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



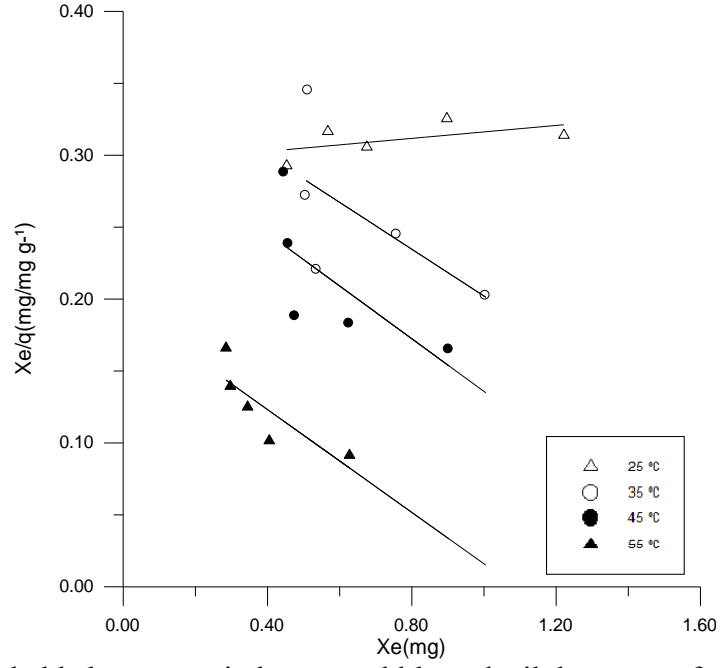
Şekil 5.61. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 60 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



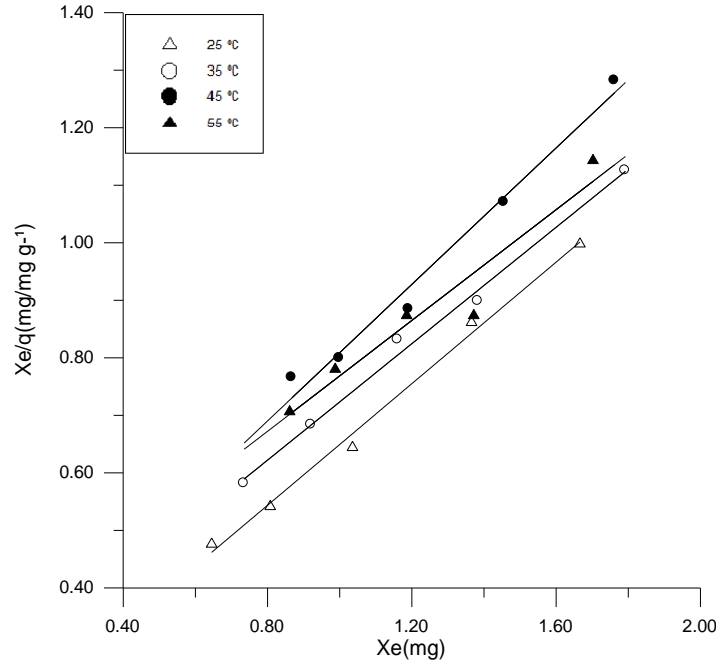
Şekil 5.62. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 80 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



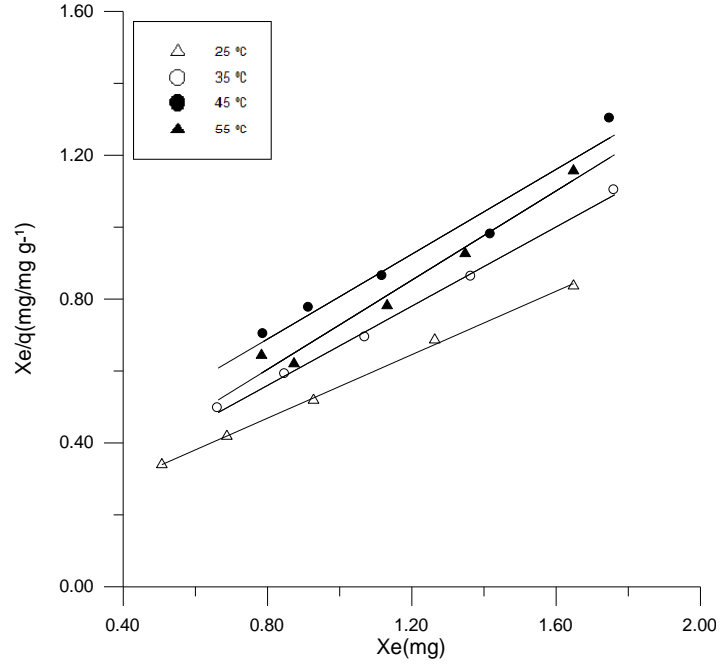
Şekil 5.63. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 100 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



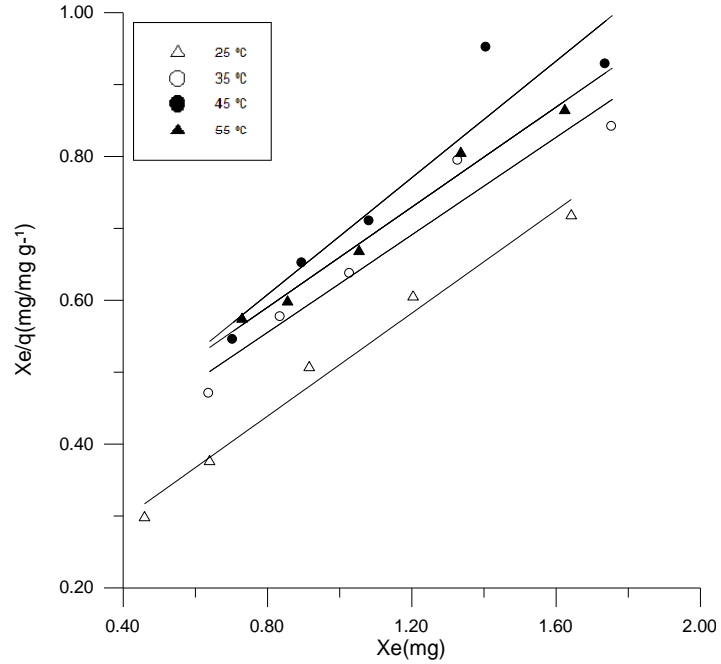
Şekil 5.64. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 120 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



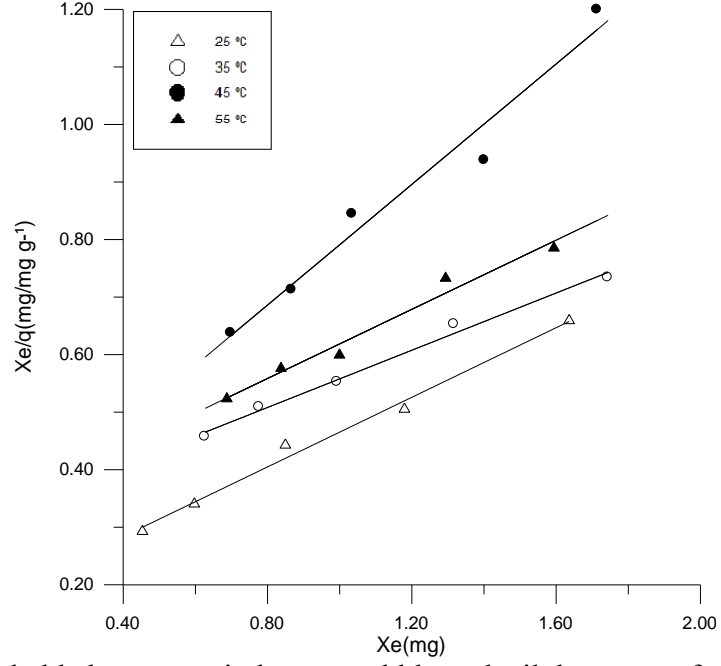
Şekil 5.65. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 10 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



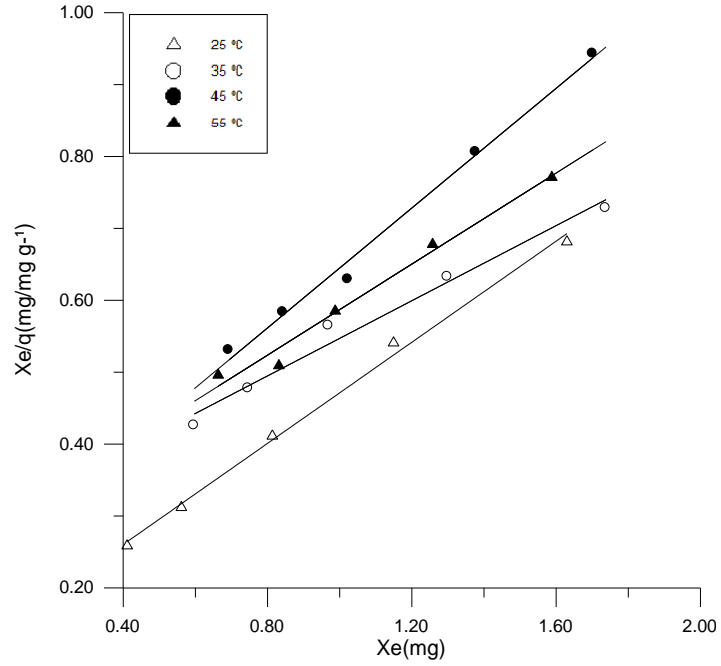
Şekil 5.66. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 20 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



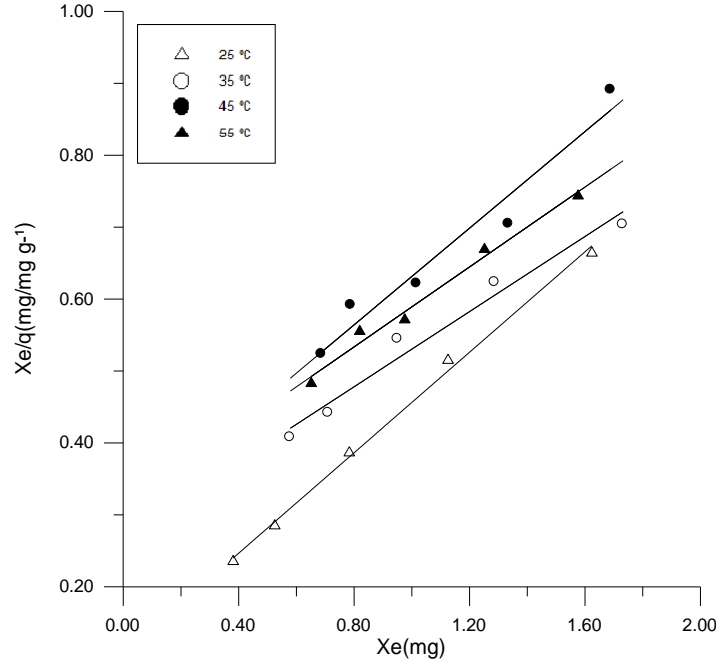
Şekil 5.67. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



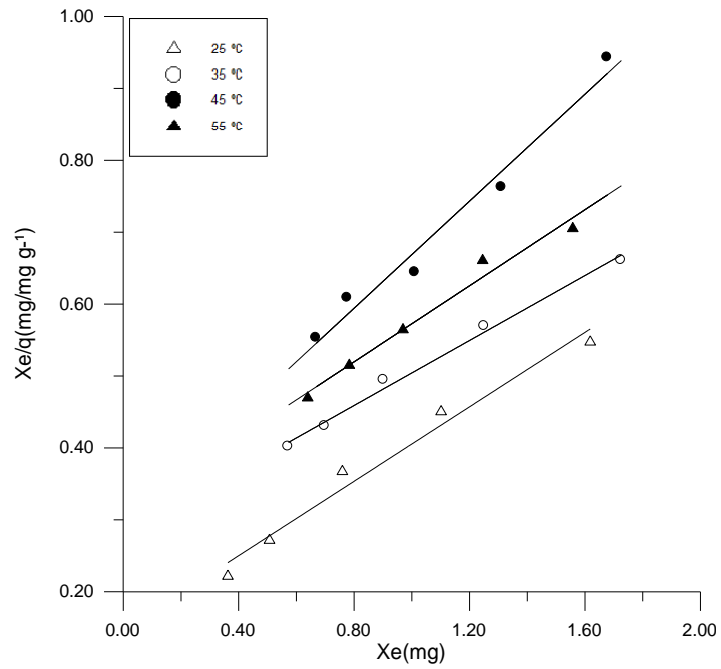
Şekil 5.68. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 40 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



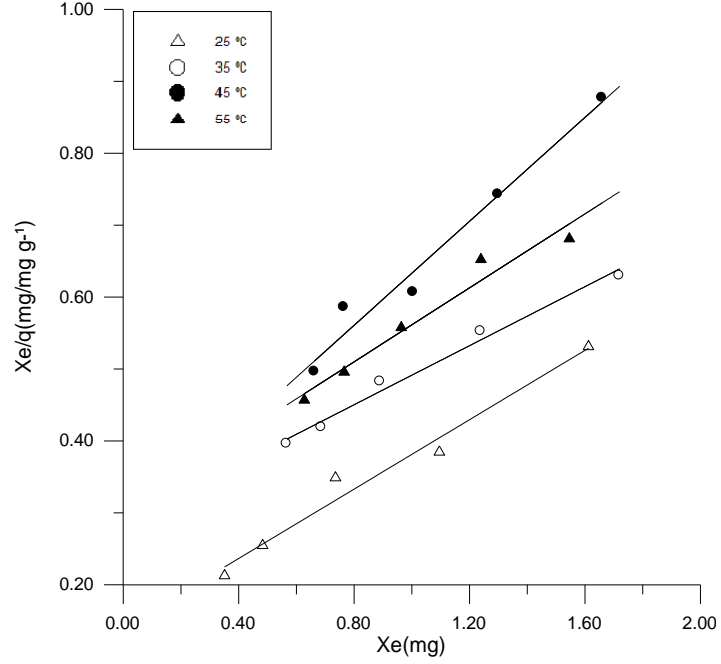
Şekil 5.69. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 60 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



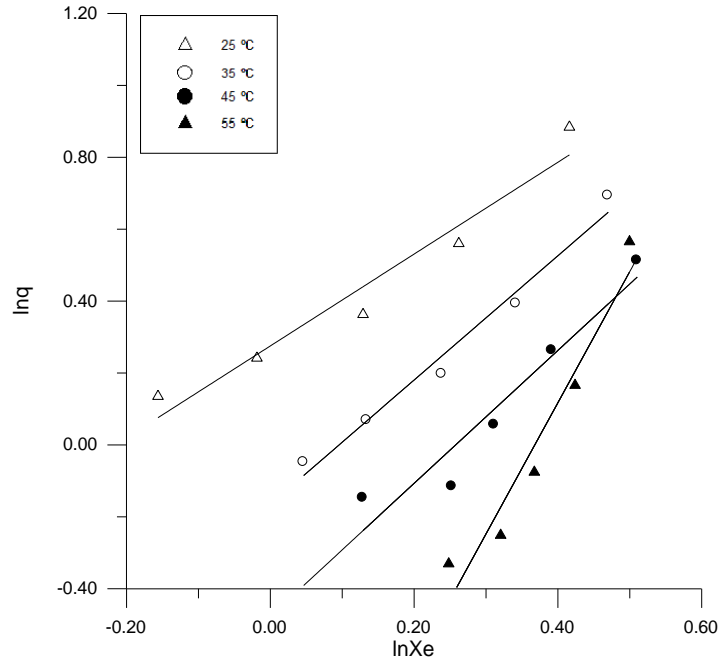
Şekil 5.70. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 80 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



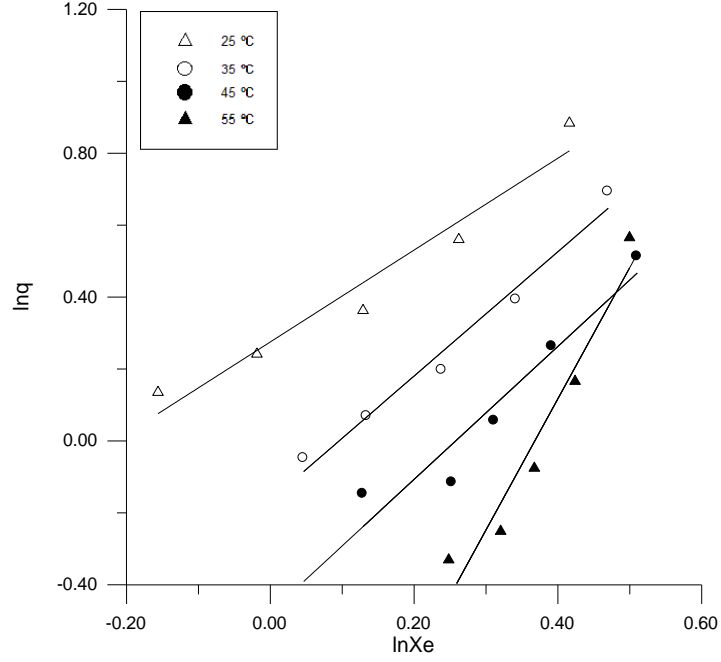
Şekil 5.71. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 100 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



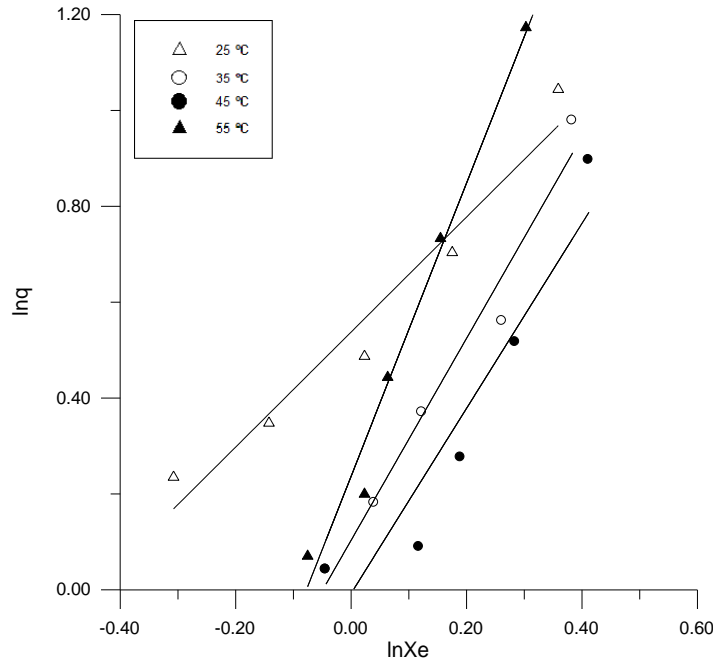
Şekil 5.72. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 120 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi.



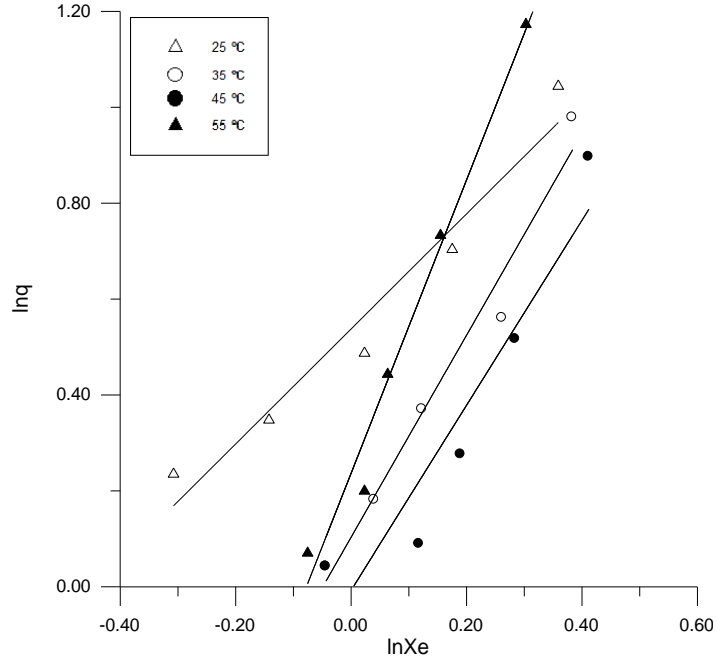
Şekil 5.73. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 10 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



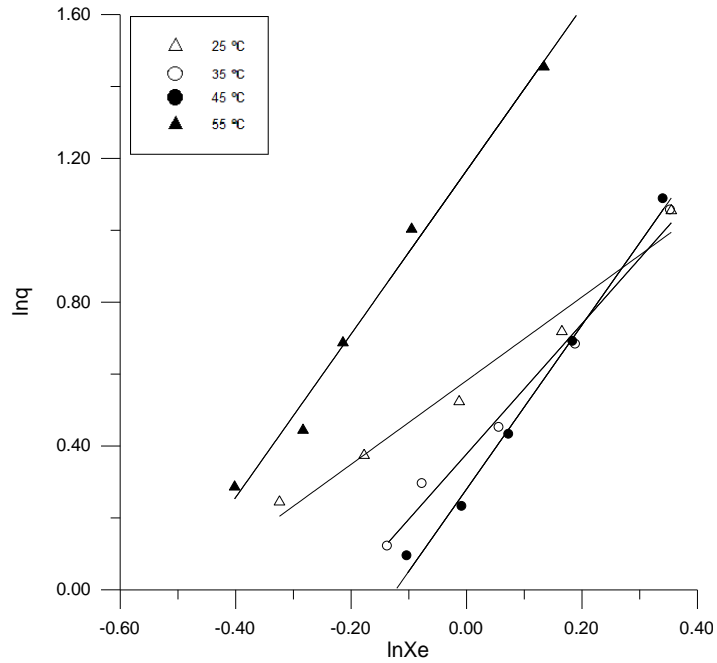
Şekil 5.74. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 20 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermleri.



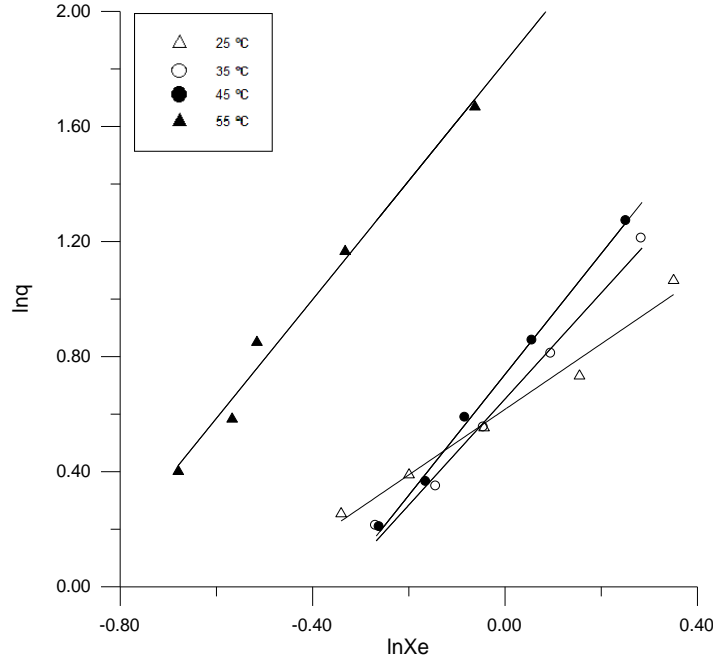
Şekil 5.75. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermleri.



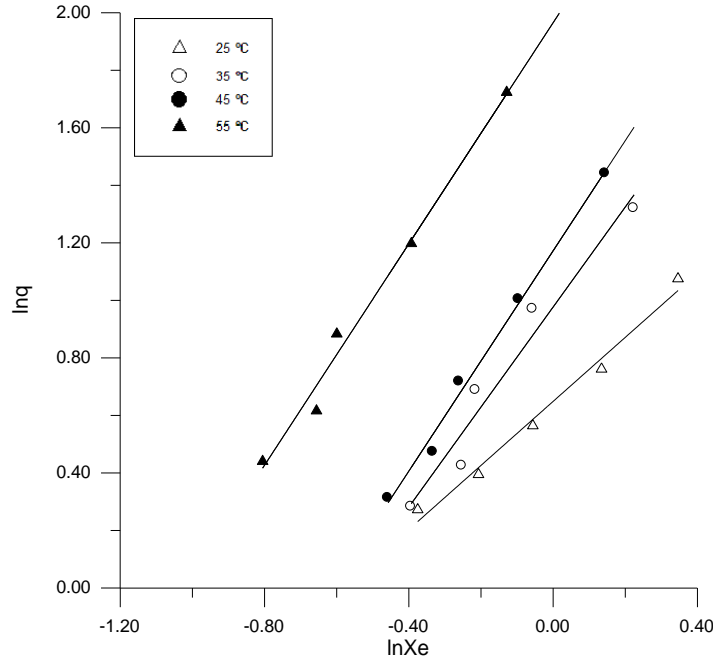
Şekil 5.76. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 40 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermleri.



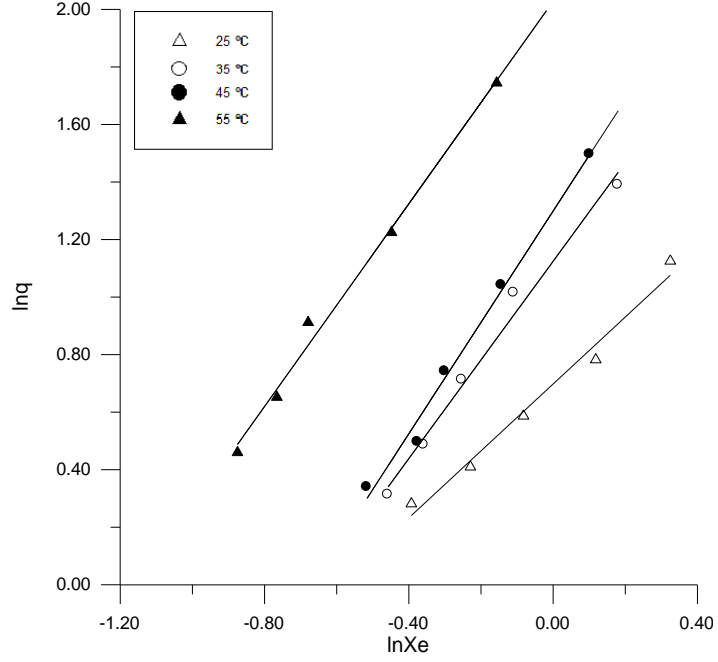
Şekil 5.77. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 60 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermleri.



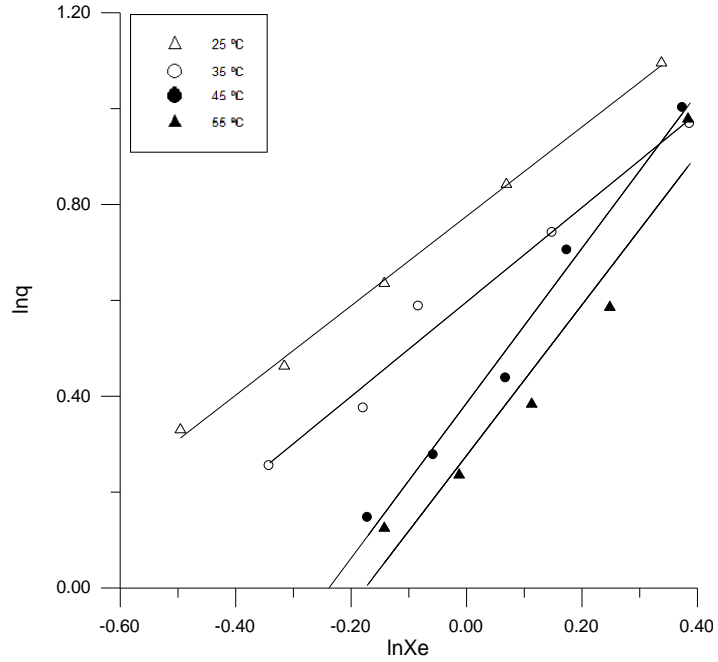
Şekil 5.78. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 80 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermleri.



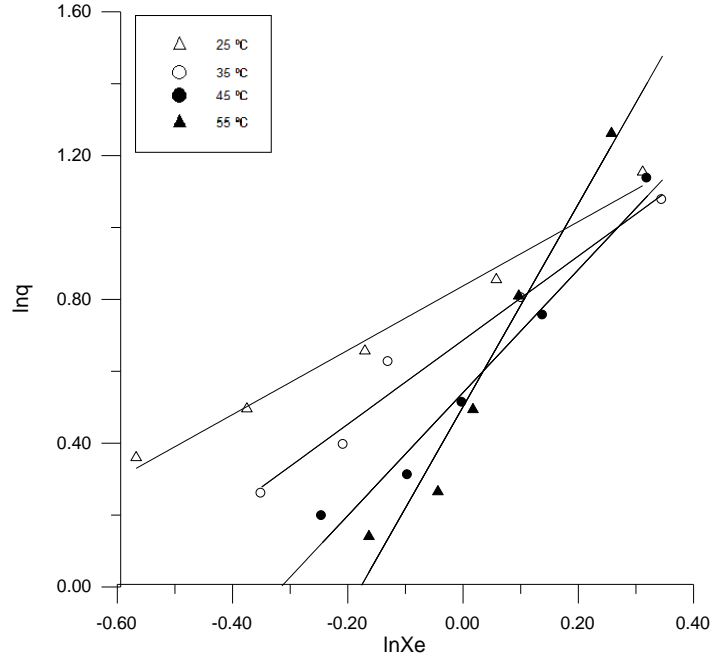
Şekil 5.79. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 100 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermleri.



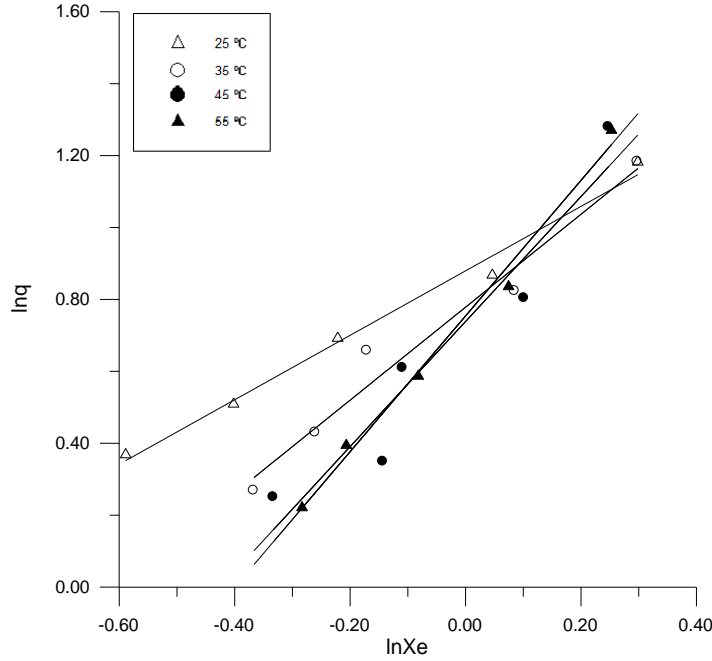
Şekil 5.80. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda nötr ortamda (pH=7) 40 ppm 120 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermleri.



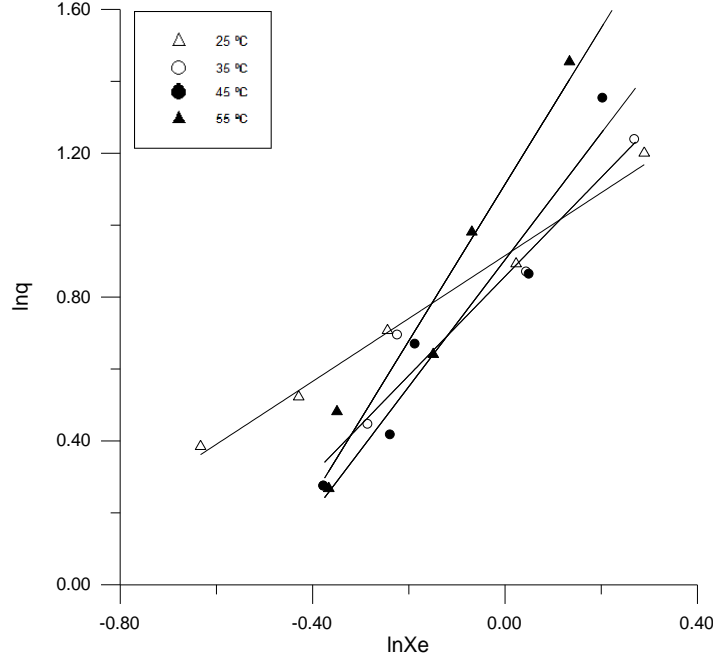
Şekil 5.81. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH 9 40 ppm 10 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermleri.



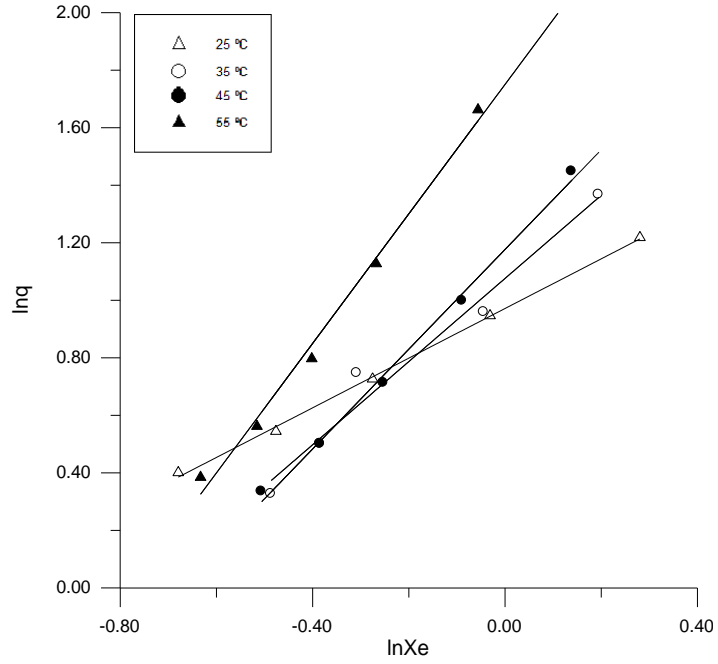
Şekil 5.82. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 20 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



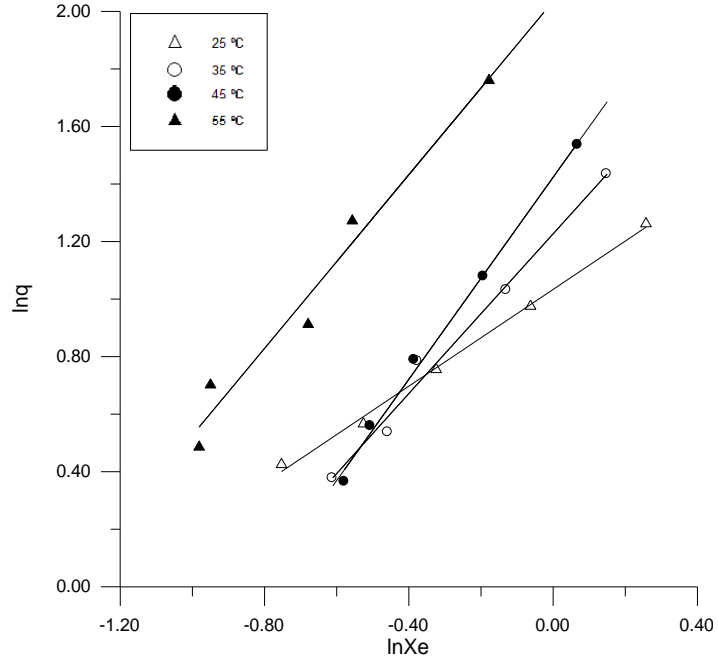
Şekil 5.83. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



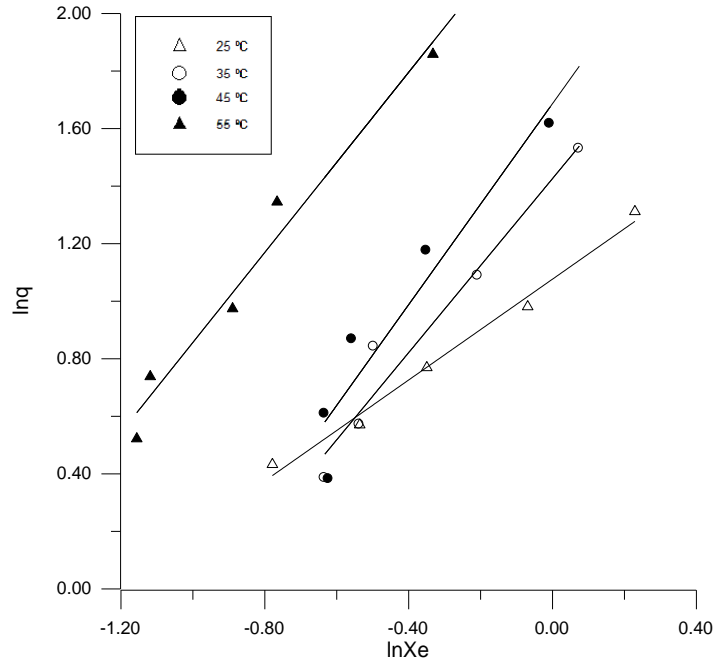
Şekil 5.84. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 40 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



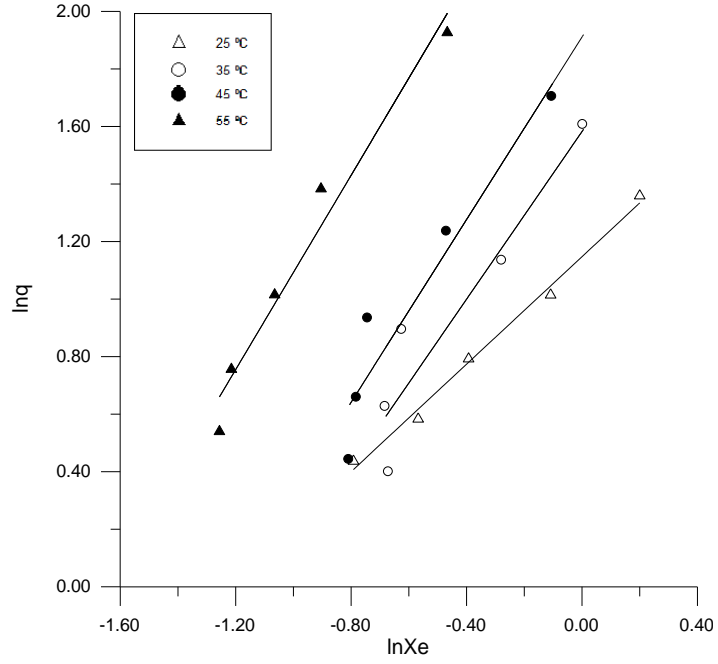
Şekil 5.85. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 60 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



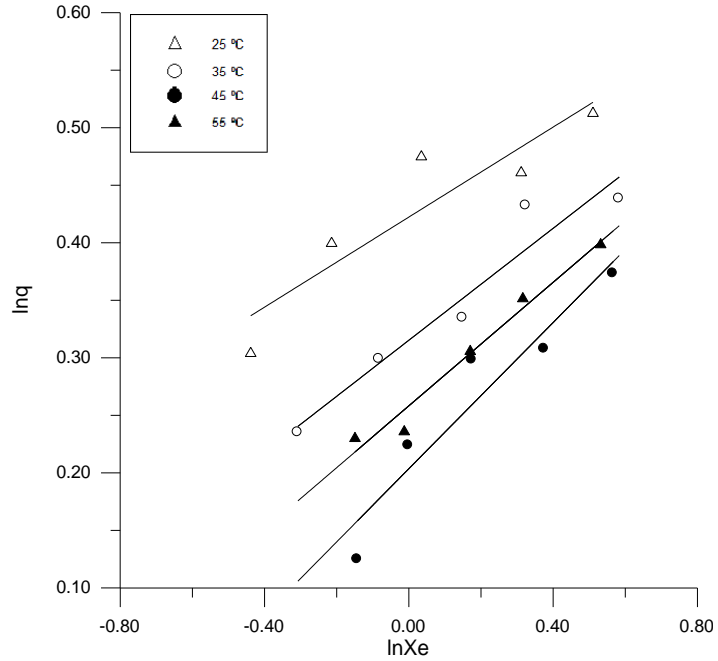
Şekil 5.86. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 80 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



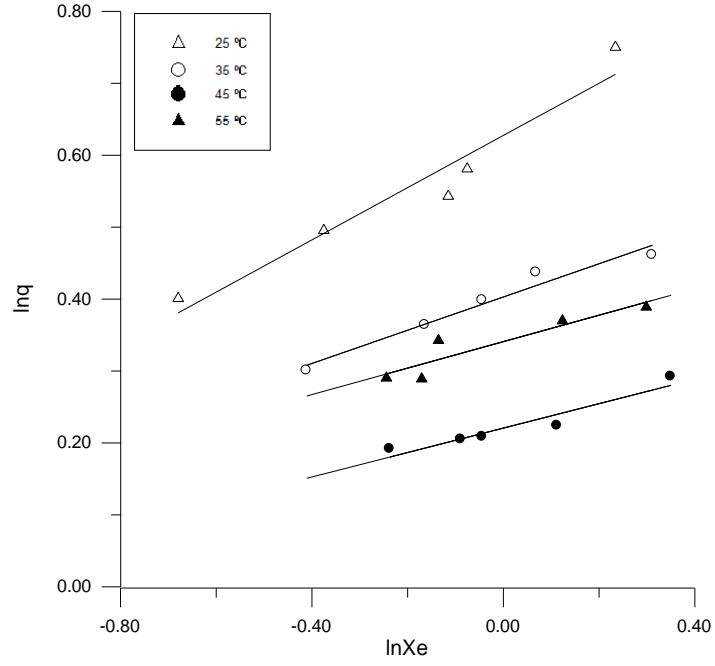
Şekil 5.87. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 100 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



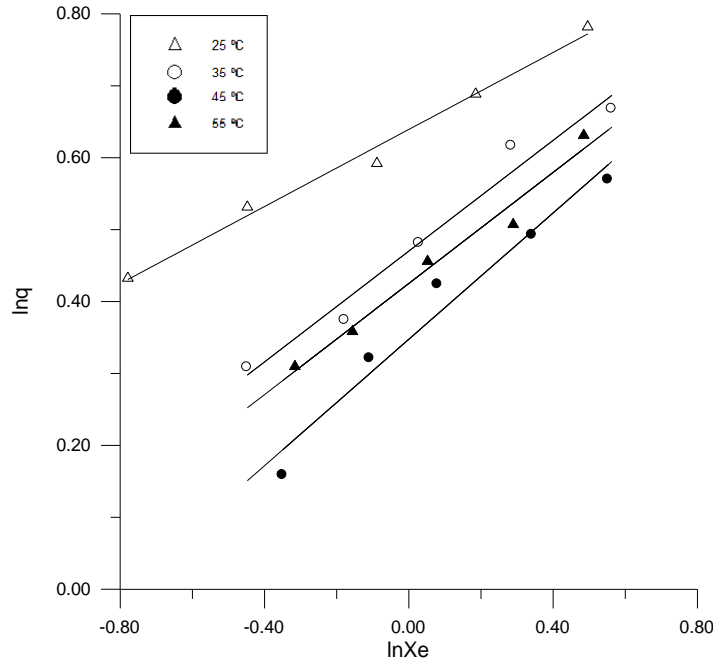
Şekil 5.88. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=9 40 ppm 120 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



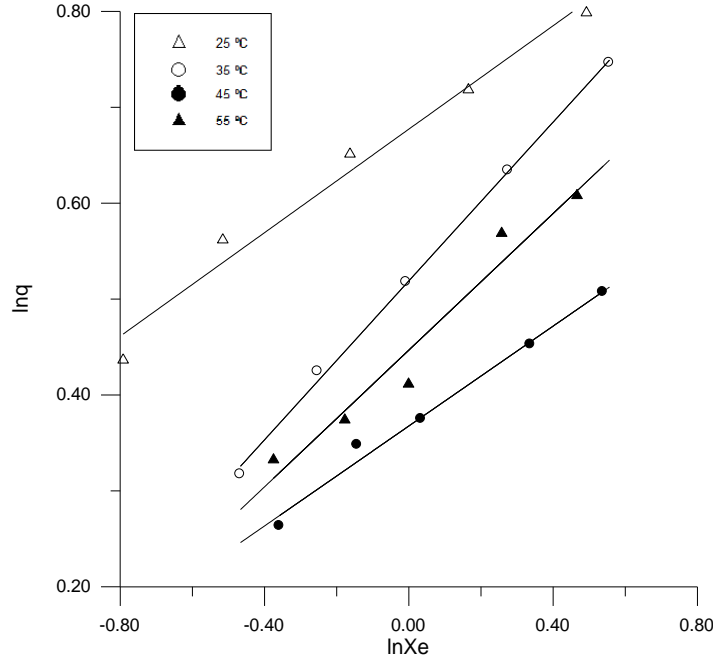
Şekil 5.89. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 10 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



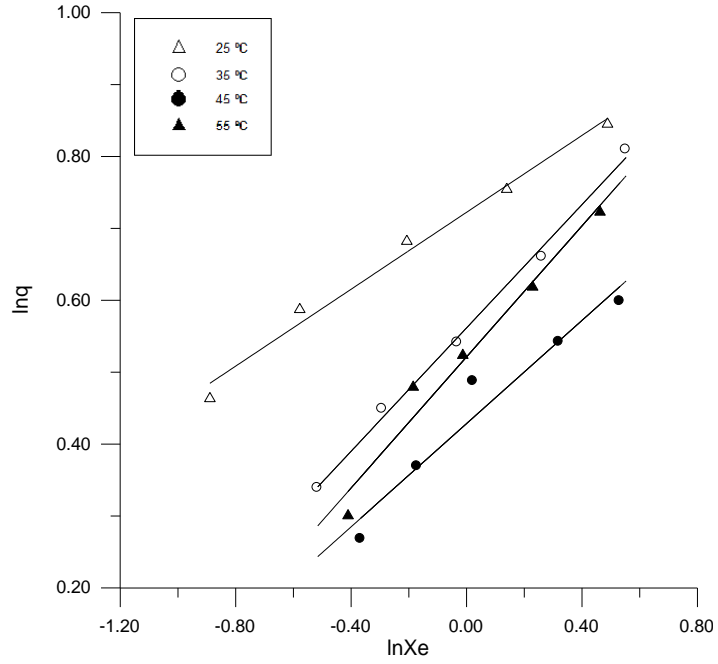
Şekil 5.90. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 20 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



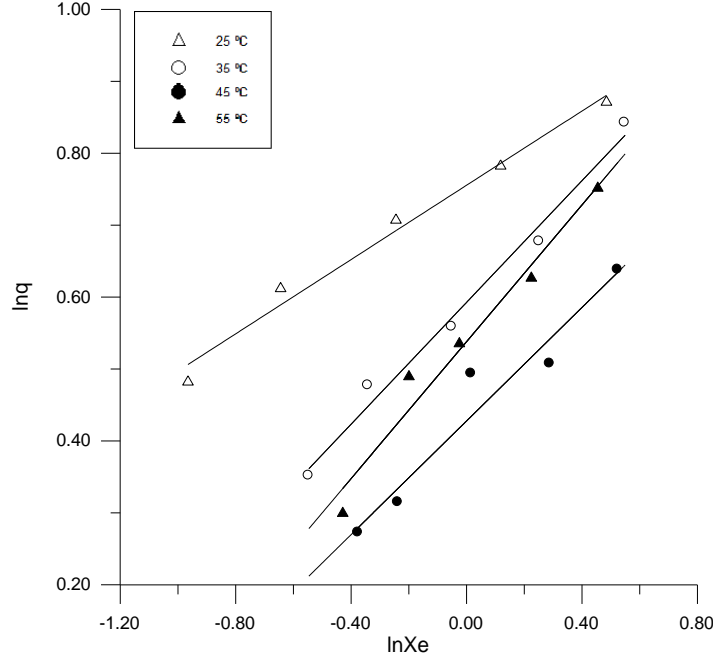
Şekil 5.91. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



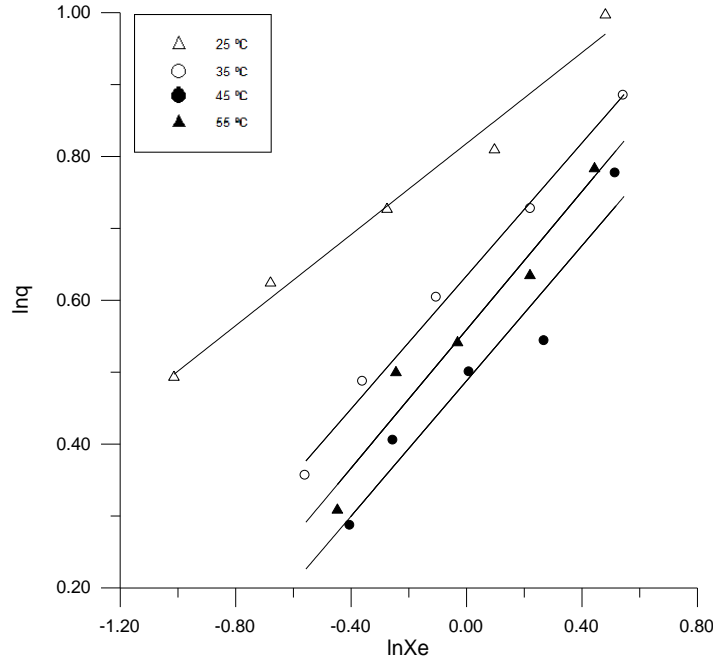
Şekil 5.92. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 40 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



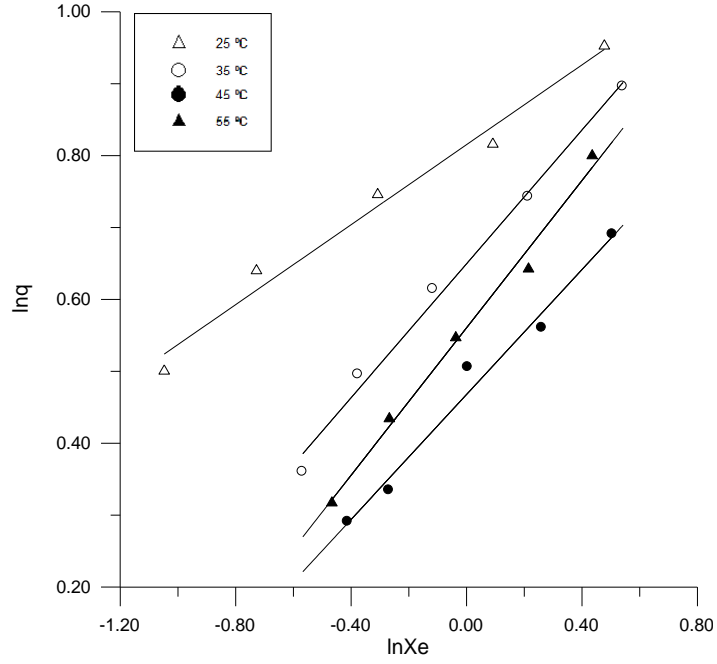
Şekil 5.93. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 60 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



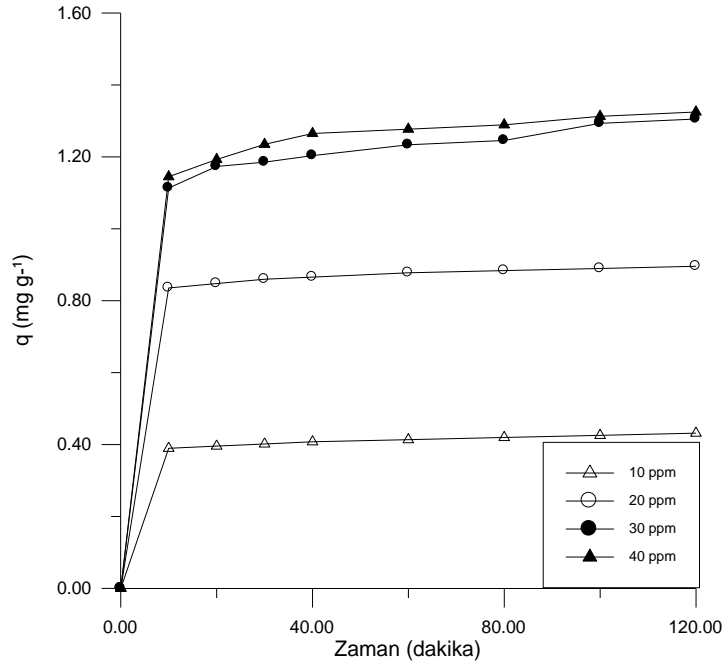
Şekil 5.94. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 80 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



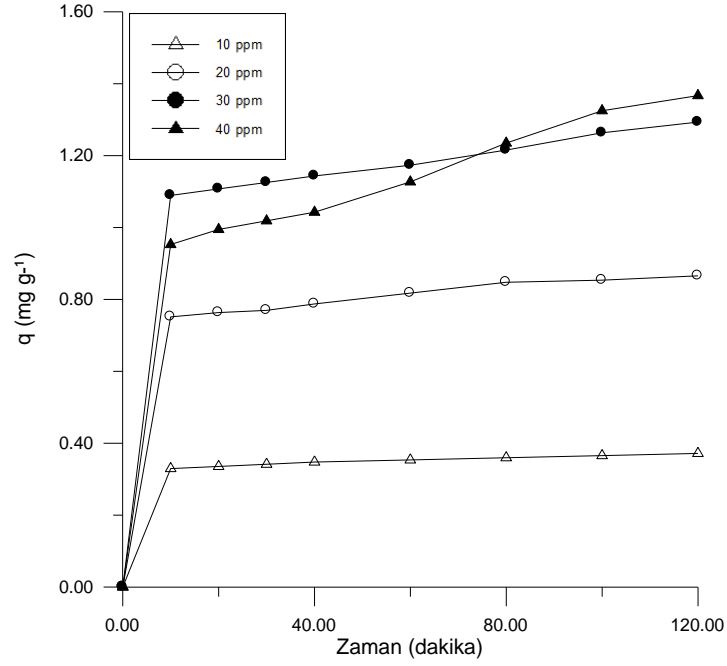
Şekil 5.95. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 100 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



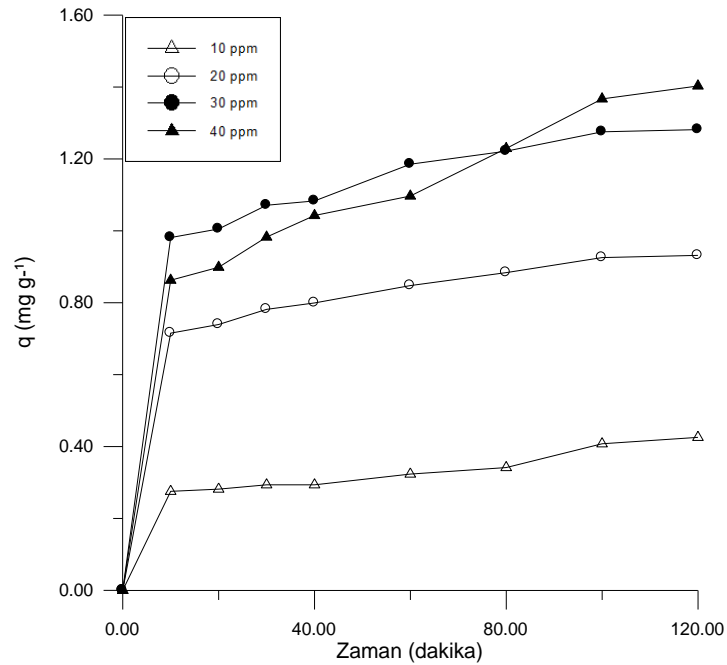
Şekil 5.96. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda pH=5 40 ppm 120 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi.



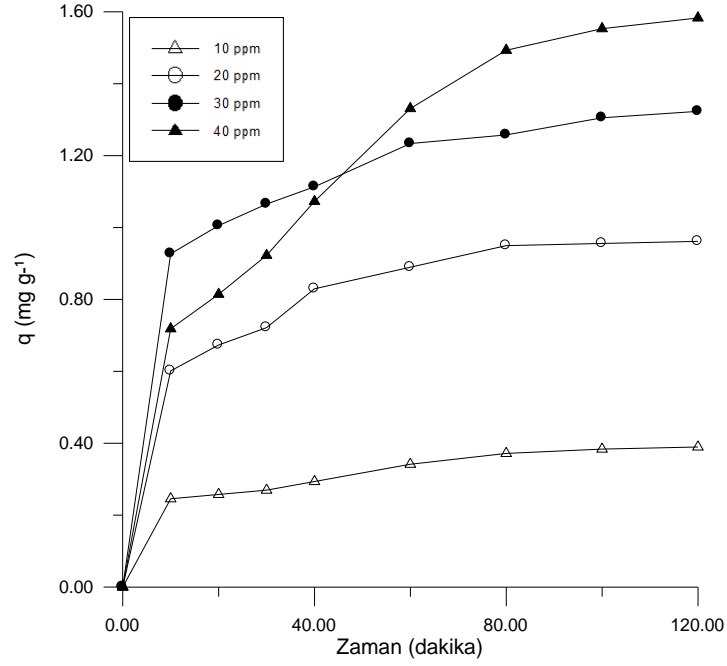
Şekil 5.97. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 25°C sıcaklıkta 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm boya miktarına karşı değişimi.



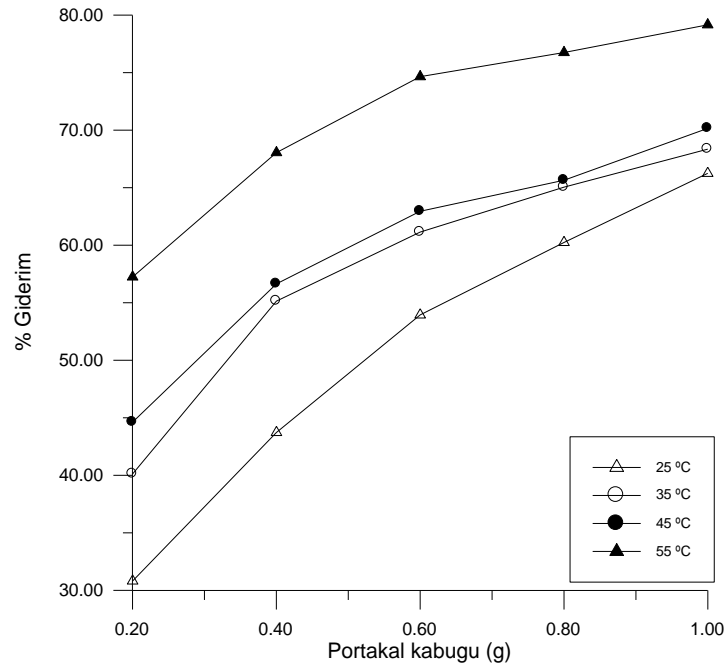
Şekil 5.98. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 35°C sıcaklıkta 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda 10, 20, 30, 40 ppm boya miktarına karşı değişimi.



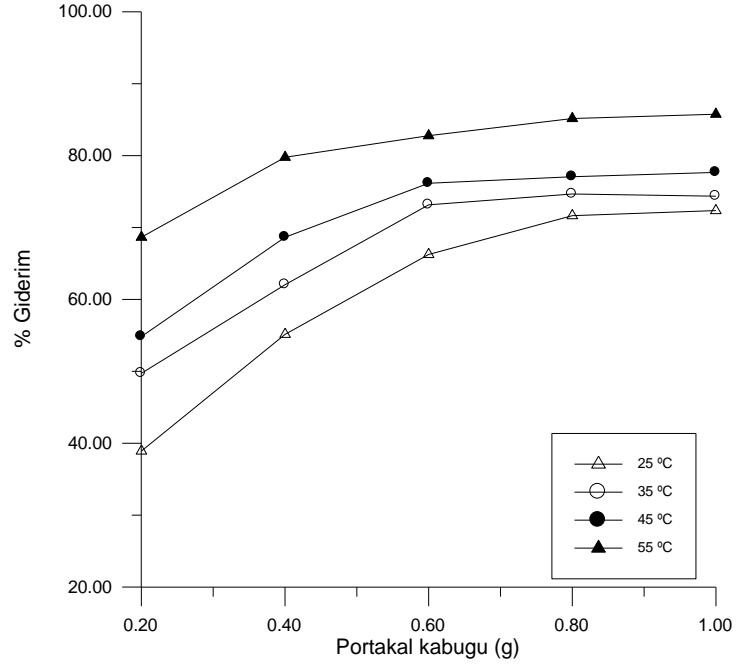
Şekil 5.99. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 45°C sıcaklıkta 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda 10, 20, 30, 40 ppm boya miktarına karşı değişimi.



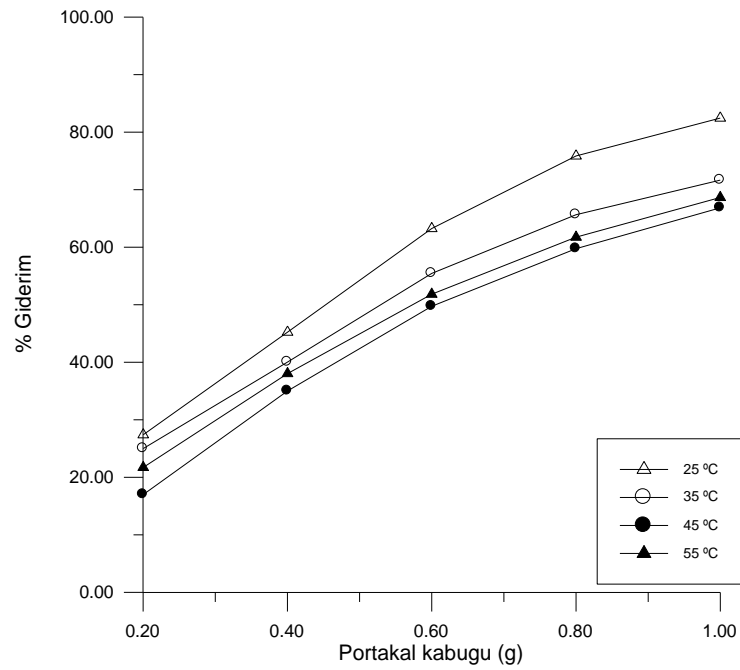
Şekil 5.100. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 55°C sıcaklıkta 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda 10, 20, 30, 40 ppm boya miktarına karşı değişimi.



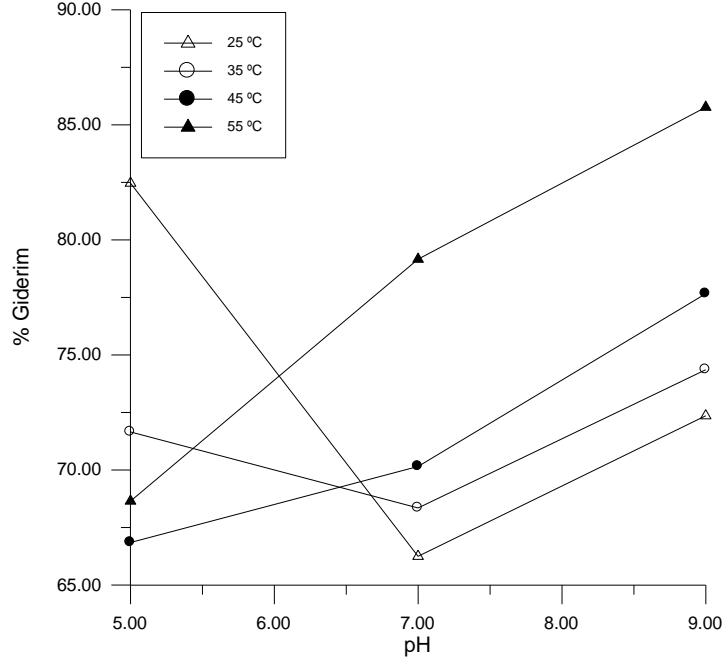
Şekil 5.101. Değişik miktarda portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının nötr ortamda (pH=7) 40 ppm ve 25°C, 35°C, 45°C, 55°C sıcaklıklarda % giderim oranlarının karşılaştırılması.



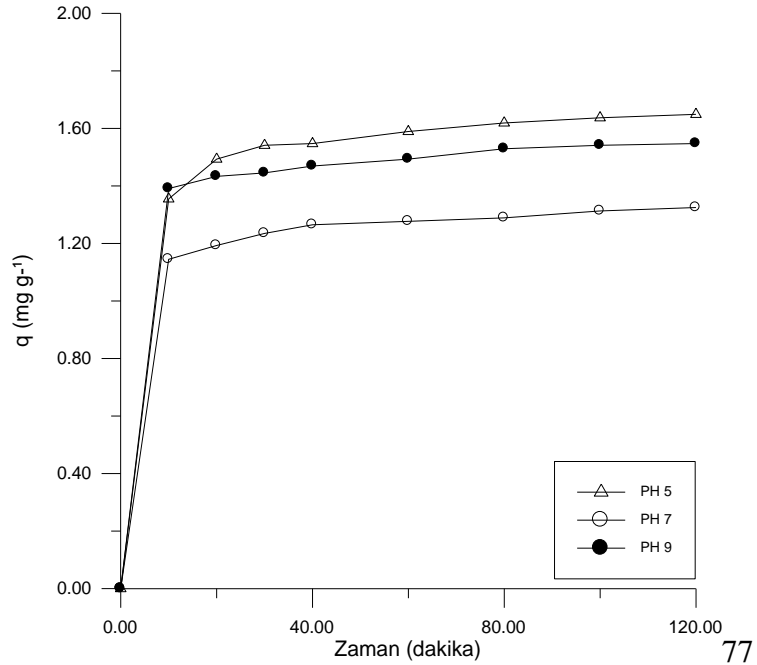
Şekil 5.102. Değişik miktarda portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=9 40 ppm ve 25°C, 35°C, 45°C, 55°C sıcaklıklarda % giderim oranlarının karşılaştırılması.



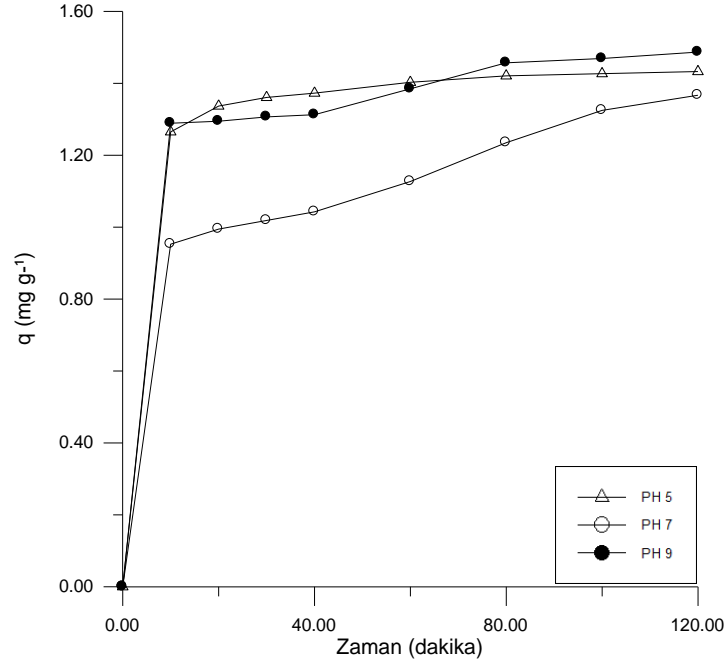
Şekil 5.103. Değişik miktarda portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının pH=5 40 ppm ve 25°C, 35°C, 45°C, 55°C sıcaklıklarda % giderim oranlarının karşılaştırılması.



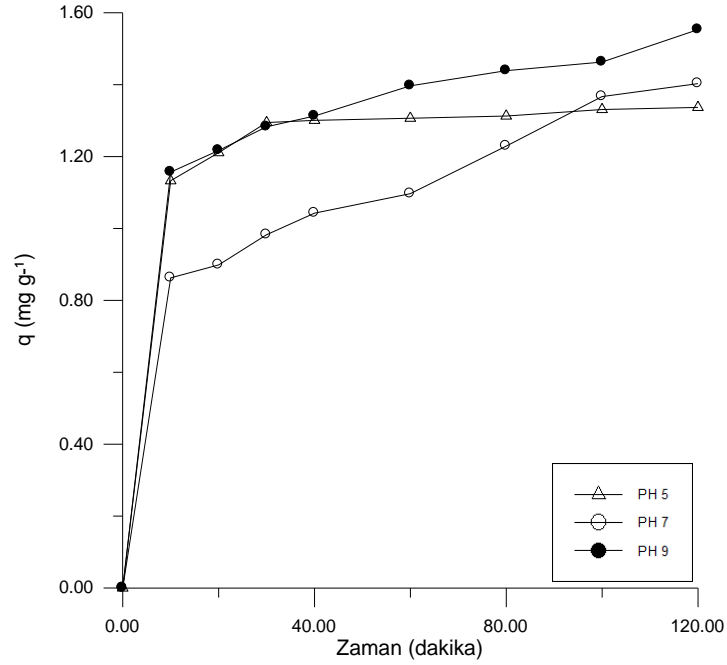
Şekil 5.104. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 25°C, 35°C, 45°C, 55°C sıcaklıklarda 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından % giderim miktarının pH'a karşı değişimi.



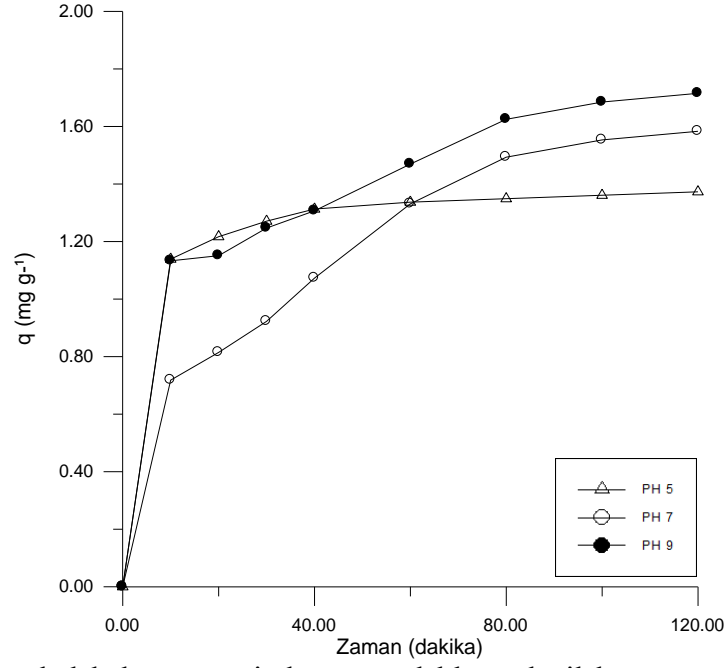
Şekil 5.105. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 25°C sıcaklıkta 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q$ /mg g<sup>-1</sup>) denge durumunda pH=5, pH=7 ve pH=9 için değişimi.



Şekil 5.106. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 35°C sıcaklıkta 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda pH=5, pH=7 ve pH=9 için değişimi.



Şekil 5.107. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 45°C sıcaklıkta 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda pH=5, pH=7 ve pH=9 için değişimi.



Şekil 5.108. Portakal kabuğu üzerinde remazol blue tekstil boyasının 55°C sıcaklıkta 120 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda pH=5, pH=7 ve pH=9 için değişimi.

## 5.TARTIŞMA

Tablo 4.1-4.8'deki değerler sayesinde çizilen Şekil 5.1-5.8, portakal kabuğu üzerinde remazol mavi tekstil boyasının 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltildeki adsorbat miktarına ( $X_e /mg$ ) karşı değişimini göstermektedir.

Burada 10, 20, 30, 40, 60, 80,100 ve 120 dakikalık sürelerde 25°C, 35°C, 45°C, 55°C sıcaklıklarda pH=5, pH=7 ve pH=9'da adsorpsiyon gözlenmiştir.

pH=5 için çizilen Şekil 5.17-5.24'e baktığımızda genel olarak 25°C'den 55°C'ye doğru adsorplama kapasitesinin düştüğü gözlenmektedir. pH=5 için 25°C'de en yüksek adsorplama kapasitesine ulaşılmıştır. Sivaraj ve ark. (2000) da yaptıkları deneyde asidik ortamda en yüksek değerlere ulaşmışlardır.

pH=7 için çizilen Şekil 5.1 ve 5.2'ye bakıldığında 25°C'den 55°C'ye doğru grafiğin değerlerinin azaldığı gözlenmektedir. pH=7 için çizilen Şekil 5.7 ve 5.8 değerlerine baktığımızda ise 25°C'den 55°C'ye doğru grafiğin değerlerinde bir artış gözlenmektedir. Buna göre pH=7'de sıcaklık arttıkça adsorplama kapasitesinin arttığını söyleyebiliriz.

pH=9 için çizilen Şekil 5.9 ve 5.10'a baktığımızda 25°C'den 55°C'ye doğru grafiğin değerlerinin azaldığı gözlenmektedir. pH 9 için çizilen Şekil 5.15 ve 5.16'ya baktığımızda ise 25°C'den 55°C'ye doğru grafiğin değerlerinde bir artış gözlenmektedir. Buna göre pH 9'da sıcaklık arttıkça adsorplama kapasitesinin arttığını söyleyebiliriz.

pH=5 için düzenlenen Tablo 4.65-4.72'den yararlanılarak Şekil 5.65-5.72'de lineer adsorpsiyon grafiği olarak çizilmiştir. Bu doğrusal grafikler sayesinde ulaşılan Langmuir sabitleri ve elde edilen parametreler Tablo 4.121-4.128'de gösterilmiştir.

pH=7 için düzenlenen Tablo 4.49-4.56'dan yararlanılarak Şekil 5.49-5.56'da lineer adsorpsiyon grafiği olarak çizilmiştir. Bu doğrusal grafikler sayesinde ulaşılan Langmuir sabitleri ve elde edilen parametreler Tablo 4.105-4.112'de gösterilmiştir.

pH=9 için düzenlenen Tablo 5.57-5.64'den yararlanılarak Şekil 5.57-5.64'de lineer adsorpsiyon grafiği olarak çizilmiştir. Bu doğrusal grafikler sayesinde ulaşılan Langmuir sabitleri ve elde edilen parametreler Tablo 4.113-4.120'de gösterilmiştir.

H. Benaïssa (2005) ve Sivaraj ve ark. (2000) yaptıkları deneylerde Langmuir izotermine uygunluk gözlemişlerdir. Biz de yaptığımız deneylerde Langmuir izotermine uygunluk gözledik ve hesaplamalarımızı Langmuir izotermine göre yaptık.

pH=5 için Freundlich izotermi Tablo 5.89-5.96'dan yararlanılarak Şekil 5.89-5.96 çizilmiş ve pozitif eğimli doğrusal grafikler elde edilmiştir.

pH=7 için Freundlich izotermi Tablo 5.73-5.80'den yararlanılarak Şekil 5.73-5.80 çizilmiş ve pozitif eğimli doğrusal grafikler elde edilmiştir.

pH=9 için Freundlich izotermi Tablo 5.81-5.88'den yararlanılarak Şekil 5.81-5.88 çizilmiş ve pozitif eğimli doğrusal grafikler elde edilmiştir.

Tablo 4.105-4.128'deki değerlere baktığımızda tek tabaka kapasitesi ( $q_m$ ) süre arttıkça arttığı görülmektedir. pH=5, pH=7 ve pH=9'un 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C'deki  $q_m$  değerlerini karşılaştırdığımızda pH=9'un  $q_m$  değerlerinin en yüksek olduğu gözlenmiştir. pH=5'de 55°C'de  $q_m$  değerlerinin süre arttıkça düzenli bir şekilde arttığı gözlenmiştir. pH=7'de 55°C'de  $q_m$  değerlerinin süre arttıkça düzenli bir şekilde arttığı gözlenmiştir.

Maximum % 86 giderim oranı pH 9'da 55°C'de 1000 mg/50 ml adsorbent dozu ve 40 mg/L boya konsantrasyonunda elde edilmiştir. Optimum renk giderim ortamının saptanması için farklı kütlelerde portakal kabuğu farklı pH'larda incelenmiştir. pH=7 için çizilen Şekil 5.101'e baktığımızda en yüksek % giderim oranına 55°C'de ulaşılmıştır. pH=9 için çizilen Şekil 5.102'ye baktığımızda en yüksek % giderim oranına 55°C'de ulaşılmıştır. pH=5 için çizilen Şekil 5.103'e baktığımızda en yüksek % giderim oranına 25°C'de ulaşılmıştır.

pH=5, pH=7 ve pH=9 için çizilen Şekil 5.104'e baktığımızda en yüksek % giderim oranına pH=9'da ulaşılmıştır. Fakat biz çalışmamızda pH=7 üzerinde daha çok çalıştık. Bundaki amacımız; çevreyi daha fazla kirletmeden ve daha düşük maliyetli temizleme prosesini bulmaktır.

Şekil 5.105-108 ve diğer tüm tablo ve grafiklere baktığımızda pH=5 için tüm sıcaklıklarda 40 dakikanın yeterli süre olduğunu söyleyebiliriz. pH=5’de en yüksek adsorplama 25°C’de gerçekleştiğinden pH=5 için 25°C’nin uygun sıcaklık ve 40 dakikanın da uygun zaman olduğunu söyleyebiliriz.

Şekil 5.105-108 ve diğer tüm tablo ve grafiklere baktığımızda pH=7 için düşük sıcaklıklarda 40 dakikanın yeterli olduğu gözlenirken yüksek sıcaklıklarda 80 dakikanın gerekli olduğu gözlenmiştir. pH=7’de en yüksek adsorplama 55 °C’de gerçekleştiğinden pH=7 için 55°C’nin en uygun sıcaklık ve 80 dakikanın da en uygun zaman olduğunu söyleyebiliriz.

Şekil 5.105-108 ve diğer tüm tablo ve grafiklere baktığımızda pH=9 için düşük sıcaklıklarda 40 dakikanın yeterli olduğu gözlenirken yüksek sıcaklıklarda 80 dakikanın gerekli olduğu gözlenmiştir. pH=9’da en yüksek adsorplama 55°C’de gerçekleştiğinden pH=9 için 55°C’nin en uygun sıcaklık ve 80 dakikanın da en uygun zaman olduğunu söyleyebiliriz.

Literatüre baktığımızda adsorpsiyon denge süresinin bizim çalışmamıza paralel olarak 80 dakika olarak tespit edildiği gözlenmiştir (Sivaraj vd., 2000).

$\Delta G_{ads}^0$  değerlerine baktığımızda -3652.1890 joule/mol ile 10189.5800 joule/mol arasındadır. pH=5’in  $\Delta G_{ads}^0$  değerlerine baktığımızda kısmen negatif değerli olduğu görülmektedir. pH=7 ve pH=9’un değerlerine baktığımızda ise pozitif değerli oldukları görülmektedir. Buna göre adsorpsiyonun bir kısmı kendiliğinden gerçekleşirken bir kısmı enerji gerektirmektedir.

10, 20, 30, 40 ppm’lerde yapılan deneylere göre konsantrasyon arttığında adsorplama kapasitesinin arttığı gözlenmiştir. Literatürdeki diğer çalışmalara baktığımızda da adsorpsiyonun çözelti konsantrasyonuna bağımlı olduğu ve başlangıç konsantrasyonu arttıkça adsorpsiyon miktarının da arttığı görülmektedir (H. Benaïssa, 2005; Sivaraj vd., 2000).

Sonuç olarak; boyar madde içeren atık suların renginin giderilmesinde portakal kabuğundan yararlanılabilir. Portakal kabuğu günümüzde kullanılan adsorbanlara düşük maliyeti ve çevreye zararsızlığı ile bir alternatif olabilir.

## ÖZET

Bu çalışmada tekstil endüstrisinde kullanılan remazol blue boyasının giderimi için adsorban olarak portakal kabuğu incelendi ve adsorpsiyon izotermelerinin de Langmuir izotermine uyduğu belirlendi.

Doğal şartlar altında optimum renk giderim ortamını bulmak için farklı kütlelerdeki portakal kabuğu tozu farklı sıcaklık, farklı boya derişimlerinde ve farklı pH'larda incelendi. Adsorpsiyon denge süresi 10-120 dakika zaman aralığında belirlenmiştir. Adsorpsiyon dengesine ise yaklaşık 80 dakikada ulaşılmıştır. Bu sürenin sonunda adsorpsiyon kapasitesinde önemli bir değişiklik olmamıştır.

Sıcaklık artırıldığında ilk dakikalarda 25°C'den 55°C'ye doğru düşüş gösteren bir adsorpsiyon gözlenirken 40. dakikadan sonra durumun tersine döndüğü gözlemlendi. 80. ve 100. dakikalarda ise bu durum daha belirgin olarak gözükmemekte ve adsorpsiyonda sıcaklık arttıkça artış gözlenmektedir. Bu durum ise sıcaklık arttıkça adsorpsiyon kapasitesinin arttığı şeklinde izah edilebilir. Buna göre adsorpsiyon için 80 dakika ve 55°C'nin uygun olduğu söylenebilir.

Maximum % 86 giderim oranı pH 9'da 1000 mg/50 ml adsorbent dozu ve 40 mg/L boya konsantrasyonunda elde edilmiştir.

$\Delta G_{ads}^0$  değerlerine baktığımızda -3652.1890 joule/mol ile 10189.5800 joule/mol arasındadır. pH=5'in  $\Delta G_{ads}^0$  değerlerine baktığımızda kısmen negatif değerli olduğu görülmektedir. pH=7 ve pH=9'un değerlerine baktığımızda ise pozitif değerli oldukları görülmektedir. Buna göre adsorpsiyonun bir kısmı kendiliğinden gerçekleşirken bir kısmı enerji gerektirmektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre; portakal kabuğunun adsorpsiyonunun çözelti konsantrasyonuna bağımlı olduğu ve konsantrasyon arttıkça adsorpsiyonun da arttığı gözlemlendi. pH 5, pH 7, pH 9'da yapılan deneylerde maksimum adsorpsiyon kapasitesine pH 9'da ulaşılmıştır. Fakat biz çalışmamızda daha çok doğal ortam üzerinde durduk.

## SUMMARY

In this study the adsorption of remazol blue dye, which is used in textile industry, on orange peel from its solution, was studied. Also adsorption isotherm was determined to be conformed to the Langmuir isotherm. Under normal circumstances, different amount of orange peel was studied in different temperatures and dye concentration for optimum dye removal media.

The equilibrium time was determined between 10-120 minutes. The adsorption equilibrium was reached about 80 minutes period. After this period of time there was no little change on the capacity of adsorbent.

When temperature was increased 25°C to 55°C, it was observed the adsorption was decreasing but after 40 minutes, vice versa. At the very 80 and 100 minutes, this situation became more clear and as the temperature was increasing, the adsorption was also increased. This situation may be explained as; adsorption capacity gradually increased with temperature. According to this result, 80 minutes and 55°C is suitable for the adsorption.

A maximum removal of 86 % was obtained at pH 9.0 for an adsorbent dose of 1000 mg/50 ml of 40 mg/L dye concentration.

The values of  $\Delta G_{ads}^0$  were found between -3652.1890 joule/mol and 10189.5800 joule/mol for the adsorption. If we look pH 5's  $\Delta G_{ads}^0$  values, there are some negative values. If we look pH 7 and pH 9's  $\Delta G_{ads}^0$  values, they are positive values. According to this; some part of adsorption is spontaneous but the other part of adsorption energy was provided.

As a result of these analyses and data; it is clear that adsorption solution dependant on concentration and also it was observed that while concentration was increasing, adsorption was also increasing. After it was experienced in pH 5, pH 7, pH 9, at pH 9 value the adsorption of dye from solution reached maximum capacity. But we consider natural environment more important in our study.

### KAYNAKLAR

- AKSU, Z., ÇALIK, A., DURSUN, A. Y., DEMİRCAN, Z., Biosorption of iron(III)-cyanide complex anions to *Rhizopus arrhizus*: application of adsorption isotherms, *Process Biochem.*, 34:483-491, 1999.
- AKSU Z., “Reactive dye bioaccumulation by *Saccharomyces cerevisiae*”, *Process Biochemistry*, 38:1437-1444 (2003).
- AKSU, Z., 2001. Biosorption Of Reactive Dyes By Dried Activated Sludge: Equilibrium And Kinetic Modelling. *Process Biochem.*, 7:79-84
- ARICI, Y., Tekstil Endüstrisinde reaktif boyar maddelerden kaynaklanan rengin fenton prosesi ile giderilmesi, Yük. Lis. Tezi, İTÜ Çevre Müh. Anabilim Dalı, İstanbul (2000).
- AVCI, Ö.(2010) , Asit Mavi 193 ve Asit Oranj 95 Boyarmaddelerinin Bazı Kil Mineralleri Üzerine Adsorpsiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Eskisehir.
- BALCI, B. , 2007. Atıksulardan Tekstil Boyar Maddelerinin Sürekli Ve Kesikli Sistemlerde Ağaç Kabuğu (*Eucalyptus Camaldulensis*) Kullanılarak Adsorpsiyon İle Giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- BAŞIBÜYÜK, M.,YÜCEER, A. VE YILMAZ, T., Tekstil atıksularında renk giderilmesinde kullanılan ileri teknolojiler, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu, Kayseri, (1998) 82-86.
- BENAİSSA,H., Removal Of Acid Dyes From Aqueous Solutions Using Orange Peel As A Sorbent Material, *Ninth International Water Technology Conference, IWTC9 2005, Sharm El-Sheikh, Egypt*,1175-1187.
- C. NAMASIVAYAM AND J.S.E. ARASİ, Removal of congored from wastewater by adsorption on to waste red mud. *Chemosphere* 34 (1997), pp. 401–417.
- C. NAMASIVAYAM AND K. KADIRVELU, Coirpith as an agricultural waste by-product, for the treatment of dyeing wastewater. *Bioresource Technol* 48 (1994), pp. 79–81.
- C. NAMASIVAYAM, D. PRABHA AND M. KUMUTHA, Removal of dyes by adsorption on to agricultural solid waste. *Bioresource Technol.* 62 (1997), pp. 123–127.
- DUTTA, P.K., An overview of textile pollution and its remedy. *Indian J. Environ. Pollution* 14 (1994), pp. 443–446.

- FU Y., VİRARAGHAVANT., “Fungal decolorization of dye wastewayers: a review”, *Bioresource Technology*. 79:251-262 (2001).
- GARG, V.K., GUPTA, R., YADAV, A. B., KUMAR R., Dye removal from aqueous solution by adsorption on treated qawdust, *Bioresource Technology*, Vol. 89, 121-124, 2003.
- GURUSAMY , A., 2002. Adsorption of Basic Dye on Strongly Chelating Polymer: Batch Kinetics Studies. *Iranian PolynterJourual*, 1: 237-244
- H.M. ASFOUR, M.M. NASSER, O.A. FADALÍ AND M.S. EL-GEUNDÍ, Colour removal from textile effluents using hardwood sawdust as an adsorbent. *J. Che. Technol. Biotechnol* 35 (1985), pp. 28–34.
- K.S. LOW AND C.K. LEE, The removal of cationic dyes using coconut husk as an adsorbent. *Pertanika* 13 (1990), pp. 221–228.
- KAPDAN, I., KARGI, F., 1998. Atıksulardan Tekstil Boyar Maddelerinin Adsorpsiyonlu Biyolojik Arıtım ile Giderimi. *Turkish Journal Of Engineering & Environmental Sciences*, 24:161-169
- KESKİNLER, B., ÇAKICI, A. VE YILDIZ, E., Çevre Mühendisliği Temel İşlemler ve Prosesler Ders Notları, Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Ders Notları Sayı No:35, Erzurum, (1994) p:148-175
- MCKAY, G., OTTERBURN, M.S. AND AGA, A.J. (1985). *Water, Air and Soil Pollution*. 24, 307.
- MCKAY, G., PORTER, J.F., PRASAD, G.R., 1999. The Removal Of Dye Colours From Aqueous Solutions By Adsorption On Low-Cost Materials. *Water Air Soil Pollut.* 114: 423–438
- MORAIS, L.C., FREITAS, O.M., GONÇALVES, E.P., VASCONCELOS, L.T., GONZALEZ BEÇA, C.G., 1999. Reactive Dyes Removal From Wastewaters By Adsorption On Eucalyptus Bark: Variables That Define The Process. *Water Res.* 33: 979–988.
- N. DEO AND M. ALÍ, Dye adsorption by a new low cost material — congored-1. *Indian J. Environ. Prot* 13 (1993), pp. 496–508.
- NAS, M.Z.(2006), *Tekstil Boyalarının Sulu Çözeltilerden Adsorpsiyon Yöntemiyle Giderimi*, Yüksek Lisans Tezi, Gebze.
- NEVİM GENÇ Applicability of agricultural by-product as adsorbent in wastewater treatment Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Böümü, İzmit .2005

- NG, J.C.Y., CHEUNG, W.H., MCKAY, G., Equilibrium studies for the sorption of lead from effluents using chitosan, *Chemosphere*, 52:1021-1030, 2003.
- NIGAM, P., ARMOUR, G., BANAT, I.M., SINGH, D., MARCHANT, R., 2000. Physical Removal Of Textile Dyes And Solid State Fermentation Of Dyeadsorbed Agricultural Residues. *Bioresour. Technol.* 72: 219-226.
- O'MAHONY, T., GUİBAL, E., TOBİN, J.M., *Enzyme and Microbiology Technology*, Vol. 31, 456, 2002.
- ÖLMEZ, T. , KABDAŞLI, I. , TÜNAY, O. , 2003. Tekstil Endüstrisi Reaktif Boya Banyolarında Ozon İle Renk Giderimine Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi. *SKKD*, 13(1); 19-24.
- ROBINSON, T., MC MULLAN, G., MARCHANT, R., NIGAM, P., "Remediation of dyes in textile effluent: critical review on current treatment technologies with aproposed alternative", *Bioresource Technology*, 77:247-255 (2001).
- SELVAM, K., SWAMİNATHAN, K., CHAE, K-S., *Bioresource Technology.*, Vol. 88, 115-119, 2003.
- SIVARAJ, R., NAMASIVAYAM, C., KADIRVELU, K., "Orange peel as an adsorbent in the removal of Acid violet 17 (acid dye) from aqueous solutions", *Waste Management*, 21, 105-110,2000.
- STUMM, W. AND MORGAN J.J., *Aquatic Chemistry* New York: Wiley-Interscience (1970).
- ZOLLİNGER, H., *Color chemistry: synthesis, properties and applications of organic dyes and pigments*, 2<sup>nd</sup> Ed. VCH Publisher, New York, 1991.

## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Erzurumda doğdum. Orta ve lise öğrenimimi İstanbul'da tamamladım. 2002 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünü kazandım ve 2006 yılında mezun oldum. Aynı yıl Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizikokimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimime başladım ve halen devam etmekteyim.

Muhammet Yıldız