

**PORTAKAL KABUĞU KÜLÜ  
ÜZERİNE MAVİ TEKSTİL  
BOYASININ ADSORPSİYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Kimya bölümü  
Fizikokimya Anabilim Dalı

RESMİYE UZGÖR

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yüksel BAYRAK

**T.C.**  
**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PORTAKAL KABUĞU KÜLÜ ÜZERİNE**  
**MAVİ TEKSTİL BOYASININ ADSORPSİYONU**

**RESMİYE UZGÖR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**FİZİKOKİMYA ANABİLİM DALI**  
**KİMYA BÖLÜMÜ**

**DANIŞMAN:**

**Yrd. Doç. Dr. YÜKSEL BAYRAK**

**2008**

**EDİRNE**

T.C.  
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

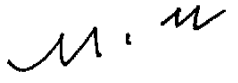
PORTAKAL KABUĞU KÜLÜ ÜZERİNE  
MAVİ TEKSTİL BOYASININ ADSORPSİYONU

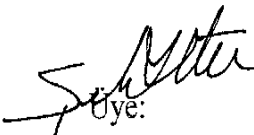
RESMİYE UZGÖR

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
FİZİKOKİMYA ANABİLİM DALI  
KİMYA BÖLÜMÜ

Bu tez 03/07/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

Danışman:   
Yrd. Doç. Dr. Yüksel BAYRAK

Üye:   
Prof. Dr. Mehmet İŞCAN

  
Üye:  
Yrd. Doç. Dr. Şaban AKTAŞ

## TEŐEKKÜR

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

Yüksek lisans programı süresince ders aldığım hocalarımın her birine donanımm için sağladıkları katkıdan ve felsefeden dolayı ayrıca teőekkür ederim.

Tez çalıőmalarım boyunca bana laboratuvar imkânlarını sağlayan Kimya Bölüm Başkanı Sayın Hocam Prof. Dr. Ömer ZAIM'e ve Fizikokimya Ana Bilim Dalı Başkanı Sayın Hocam Prof. Dr. Mehmet İŞCAN'a teőekkür eder saygılar sunarım.

Resmiye UZGÖR

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No:</u>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b>	<b>3</b>
2.1.Boya ile ilgili bilgiler	3
2.2.Adsorpsiyon	6
2.3.Adsorpsiyon İzotermleri	8
2.3.1.Freundlich İzotermi	8
2.3.2.Langmiur İzotermi	10
2.3.3.Brunauer-Emmett-Teller(BET) izotermi	11
2.4.Adsorpsiyon Kinetiği	12
2.5.Adsorpsiyon Termodinamiği	13
<b>3. MATERYAL VE METOD</b>	<b>15</b>
3.1.Kullanılan Maddeler	15
3.2.Kullanılan Aletler	15
3.3.Küllendirme İşlemi	15
3.4.Boya Çözeltileri	15
3.5.Adsorpsiyon İşlemi	16
<b>4. SONUÇLAR</b>	<b>17</b>
4.1. $X_e$ ve q Değerleri	17
4.2.Boya/kül ve q Değerleri	23
4.3.Adsorpsiyon izotermleri	29
4.4.Langmiur Sabitleri	41
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>79</b>
<b>ÖZET</b>	<b>81</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>82</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>83</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>85</b>

## 1.GİRİŞ

Gerek dünyada, gerek Türkiye’de önem taşıyan bir endüstri olan tekstil endüstrisi, kullanılan hammaddelerin, kimyasal maddelerin, gerçekleştirilen işlemlerin ve her işlem için uygulanan teknolojinin çeşitliliği nedeniyle değişken bir yapıya sahiptir. Bu değişken yapı, tekstil atık sularına uygulanan arıtma teknolojilerine de yansımakta ve bundan dolayı standart bir arıtma yönteminin tekstil atık sularına uygulanması güçleşmektedir.

Tekstil atık suları yüksek hacimli ve bileşimi büyük değişimler gösterebilen atık sular olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik olarak parçalanamayan boyar maddeler ve toksik bileşikler içermesi olasılığının yüksek olması, alıcı sular açısından risk oluşturma potansiyelini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle tekstil endüstrilerinden kaynaklanan atık suların uygun ve etkili yöntemlerle giderilmesi büyük önem taşımaktadır. (Abo ve diğ., 1988).

Boyar madde içeren tekstil endüstrisi atık sularına uygulanan mevcut renk giderme metodları rengin çamurda yoğunlaştırılması veya renkli moleküllerin kısmen ya da tamamen parçalanmasını içermektedir. Boya giderimi için fiziksel ve kimyasal metodların kullanılması en yaygın ve standart arıtma kimyasal yöntemlerdir özellikle atık su hacmi küçük olduğunda etkili olmaktadır. (Mckay, 1984).

Su arıtım uygulamalarında, aktif karbon ile adsorbsiyon çok verimli bir proses olmasına karşın gerek adsorbanın üretimi gerekse işletme maliyetinin yüksek oluşu alternatif adsorban arayışını gündeme getirmiştir. Tarımsal yan ürünler tek kullanımlı veya birkaç adsorbsiyon devrinde kullanılabilir olarak düşünülen, kolay, ucuz ve bol miktarda bulunabilen alternatif adsorban grubudur. (Alaya M.N., Gırgıs B.S.2000)

Yapılan çalışmalar, tarımsal yan ürünlerin karbonizasyonu ve aktivasyonu ile elde edilen aktif karbonun adsorbsiyon kapasitesinin başlangıç ham maddesine ve aktivasyon metoduna bağlı olarak değişeceğini göstermiştir. Genel olarak, elde edilen deneysel karbonların adsorbsiyon kapasitesinin, ticari amaçlı satılan aktif karbonlar ile benzer olduğu bulunmuştur. (Balcı S., Doğu T., Yücel H.1994)

Aktif karbon üretiminde kullanılabilecek çok geniş aralıkta organik madde grubu vardır. Karbon olabilecek maddeler arasında botanik kökenli (odun, tarımsal atıklar, hindistan cevizi kabukları, meyve çekirdekleri), mineral kökenli (kömür, linyit, turba, petrol kok) veya polimerik maddelere (plastikler) rastlanabilmektedir (Mourad W.E.2000)

Aktif karbonların spesifik özelliği, kullanılan ham maddeye ve aktivasyon çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Adsorbsiyon işlemi, adsorban üzerine olan bir kütle aktarımı

olduğu için, adsorban üzerindeki gözenek boyutunun dağılımı ve gözenek yapısı büyük önem taşımaktadır. Bu iki faktör, adsorbanın meydana getirildiği ham maddeye bağlıdır. (Kadlec, 1979).

Karbon üretiminde kullanılan tarımsal yan ürünler iki grupta sınıflandırılabilir. Birinci grup maddeler, şeker kamışı posası, pirincin kuru sapı (saman), soya kabukları, yerfıstığı kabukları ve pirinç kabukları gibi düşük yoğunluklu, yumuşak, sıkıştırılabilir atık ürünlerdir. (Ahmedna M., Marshall W.E., Rao R.M.2000)

İyi bir granül aktif karbon elde etmek için, birinci grup maddeler, uygun bir bağlayıcı ile karıştırılıp, ürünün yoğunluğunu artırmak için preslenerek granül formuna getirilir. Buna karşın ceviz kabuğu gibi ikinci grup maddeler sert, yoğun ve kolaylıkla sıkıştırılmazlar. İkinci grup maddeler ayrıca bağlayıcı ilavesi ve granülasyon işlemi olmaksızın granül aktif karbon üretimi için uygundur.

Adsorbsiyon, çözünmüş moleküllerin çözücüyü reddetme özelliği veya katıya olan ilgisi veya her ikisinin kombinasyonu sonucu katı yüzey (adsorban) üzerinde birikimi olaydır. Aktif karbon çok iyi tanımlanmış, evrensel ve çok yönlü bir adsorbandır. Geniş spesifik yüzey alanı, yüzeyinin yüksek derecede reaktivitesi ve uygun gözenek boyutu dağılımı gibi spesifik özellikleri onu diğer adsorbanlardan farklı kılar. (Bansode R.R., Losso J.N., Marshall W.E.2003)

Bu araştırmada, tarımsal yan ürünlerden olan portakal kabuğunun tekstil boyası giderimindeki uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, Langmiur izotermi sayesinde remazol siyah ve remazol mavi tekstil boyalarının farklı sıcaklık ve farklı pH' larda portakal kabuğu külü üzerine adsorpsiyonu ile atık sulardan giderimini incelemektir.

## 2.KURAMSAL TEMELLER

### 2.1.BOYA İLE İLGİLİ BİLGİLER

Cisimlerin (kumaş, elyaf vb. ) kendilerini renkli hale getirmede uygulanan maddelere **boyarmadde** denir. Ancak renk veren veya renkli olan madde boyarmadde değildir. Boyarmaddelerle yapılan renklendirme boyalarla yapılan renklendirme işlemine benzemez. Genellikle çözeltiler veya süspansiyonlar halinde çeşitli boyama yöntemleriyle uygulanır. Bütün boyarmaddeler organik bileşiklerdir.

Boyanacak cisimler bir şekilde birleşerek cismin yüzeyini yapı bakımından değiştirirler. Genellikle boyarmadde, cismin yüzeyi ile kimyasal veya fizikokimyasal bir ilişkiye girerek birleşmiştir. Boyanan yüzey kazıma, silme, yıkama gibi fiziksel işlemlerle başlangıçtaki renksiz durumunu alamaz.

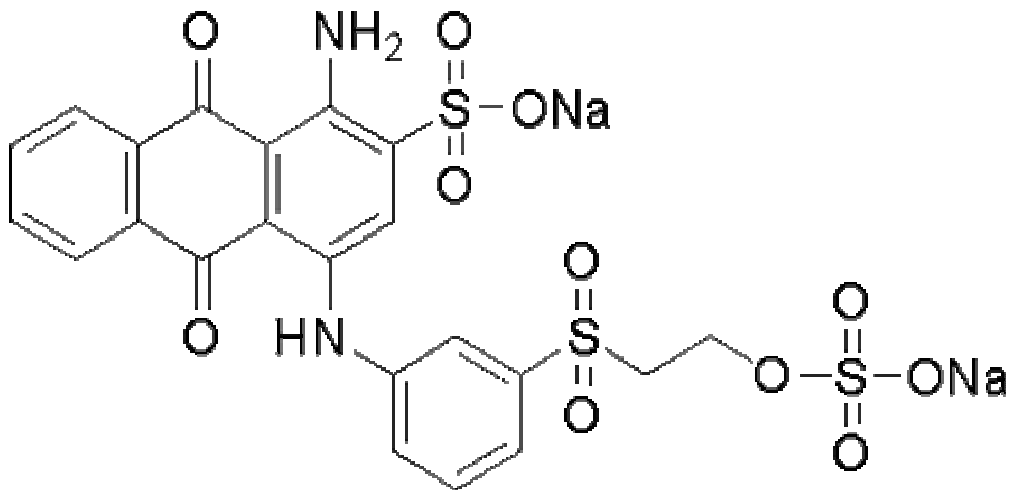
Boyarmaddeler doğal kökenli olmakla birlikte sentetik olanları da çoktur. Doğal boyarmaddeler genellikle hayvanların deri ve salgı bezlerinden, bitkilerin kök, kabuk, tohum, meyve gibi kısımlarından ve maya bakterileri gibi mikroorganizmalardan basit kimyasal işlemler sonucu elde edilirler.

Turpgiller familyasından bir bitki türü olan çivit otunda mavi rengin elde edildiği indigo boyarmaddesi bulunur. Mavi rengin çeşitli tonlarını sağlayan boyarmadde, fermantasyon yolu ile izole edilir.

Kimyasal yapıya göre gruplandırılan renk indeksleri:

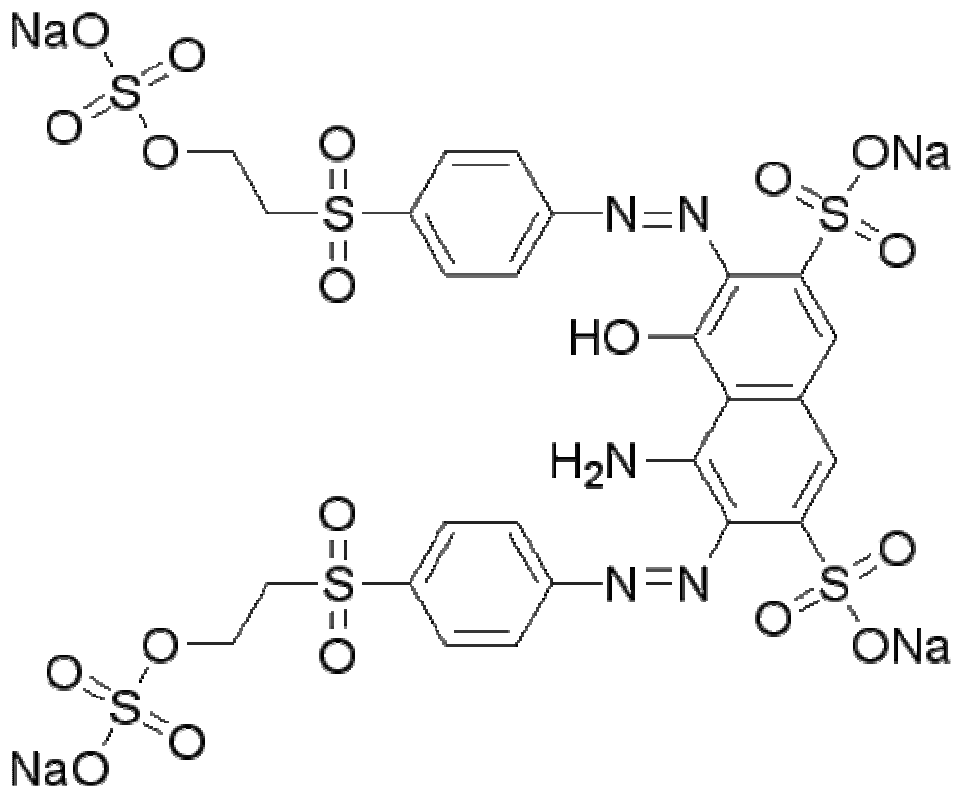
Structure	Range	Category
Nitroso	10000-10299	
Nitro	10300-10999	
Monoazo	11000-19999	Category:Azo dyes
Diazo	20000-29999	Category:Azo dyes
Stilbene	40000-40799	
Diarylmethane	41000-41999	Category:Diarylmethane dyes
Triarylmethane	42000-44999	Category:Triarylmethane dyes
Xanthene	45000-45999	
Acridine	46000-46999	Category:Acridine dyes
Quinoline	47000-47999	Category:Quinoline dyes
Methine	48000-48999	
Thiazole	49000-49399	Category:Thiazole dyes
Indamine	49400-49699	
Indophenol	49700-49999	Category:Indophenol dyes
Azine	50000-50999	Category:Azin dyes
Oxazine	51000-51999	Category:Oxazin dyes
Thiazine	52000-52999	Category:Thiazin dyes
Aminoketone	56000-56999	
Anthraquinone	58000-72999	Category:Anthraquinone dyes
Indigoid	73000-73999	
Phthalocyanine	74000-74999	Category:Phthalocyanines
Inorganic pigments	77000-77999	Category:Inorganic pigments

## Remazol blue



$C_{12} H_{16} N_2 Na_2 O_{11} S_3 = 626,54 \text{ g/mol}$

## Remazol black

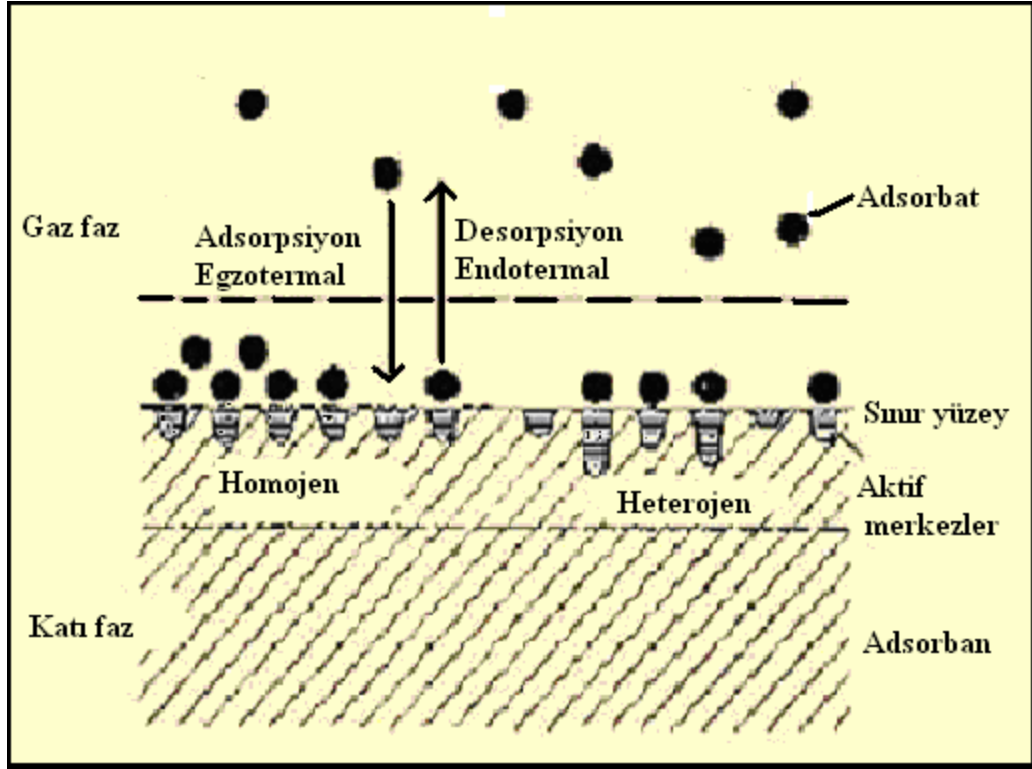


$C_{26} H_{21} N_5 Na_4 O_{19} S_6 = 991,82 \text{ g/mol}$

## 2.2.ADSORPSİYON

Bir fazda bulunan iyon ya da moleküllerin, bir diğer fazın yüzeyinde yoğunlaşması ve konsantre olması işlemi olarak tanımlanabilir. Havada veya suda bulunan kirleticilerin aktif karbon üzerine adsorpsiyonu, kirlenmiş olan havanın veya suyun iyileştirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Birikim gösteren maddeye adsorbat, adsorplayan katıya adsorban denilmektedir (Resim.2.1.)

Ağaç kırıntıları, uçucu kül+kömür karışımı, silika jeller, doğal killer, mısır koçanı gibi malzemeler de, boya gideriminde adsorban olarak kullanılabilir. Bunların ucuz ve elde edilebilir oluşu boyar madde giderimindeki kullanımını ekonomik açıdan cazip kılmaktadır (Robinson ve diğ., 2001).



Resim.2.1:Kati faz üzerinde adsorpsiyon ve desorpsiyon işlemleri

Üç tip adsorpsiyon çeşidi vardır:

- Fiziksel
- Kimyasal
- Elektrostatik adsorpsiyon

### **Fiziksel Adsorpsiyon**

Eğer adsorpsiyon bir yüzeydeki dengelenmemiş Van Der Waals kuvvetleri yardımıyla gerçekleşiyorsa, buna fiziksel adsorpsiyon denir. Bu tip adsorpsiyon termodinamik anlamda tersinirdir. Düşük adsorpsiyon ısısı ile karakterize edilir ve adsorpsiyonun derecesi sıcaklık yükseldikçe azalır.

### **Kimyasal Adsorpsiyon**

Yüzey moleküllerinin değerlik kuvvetleri nedeniyle yüzey üzerinde adsorplanan maddenin monomoleküler tabakası ile bir kimyasal bağın oluşmasından kaynaklanır. Adsorpsiyon yüksek sıcaklık gerektirir ve termodinamik anlamda tersinir değildir. Sıcaklık çok yükselirse fiziksel adsorpsiyon olayı kimyasal adsorpsiyona dönüşebilir.

**Tablo 2.1.** Fiziksel ve Kimyasal Adsorpsiyon Arasında temel karşılaştırma kriterleri

<b>Fizisorpsiyon</b>	<b>Kemisorpsiyon</b>
Adsorplayıcı ve adsorplanan arasında Adsorplananın kritik sıcaklığı altında meydana gelir.	Adsorplayıcı ve adsorplanan arasında Özel bir kimyasal ilgiyi gerektirir.
Düşük sıcaklıklarda gerçekleşir. Sıcaklık arttıkça azalır.	Yüksek sıcaklıklarda oluşur. Sıcaklık arttıkça artar.
Van der waals kuvvetleri etkindir.	Kimyasal bağ kuvvetleri etkindir.
Adsorplananın yoğunlaşma ısısı mertebesindedir.(5-10 kcal/mol)	Kimyasal tepkime ısısı mertebesindedir. (10-100 kcal/mol)
Çok hızlıdır. Aktifleşme enerjisi sifıra yakındır.	Hızı Aktifleşme enerjisinin büyüklüğü belirler.
Tek tabakalı veya çok tabakalı adsorpsiyon olabilir.	En fazla tek tabakalıdır.
Adsorpsiyon dengesi tersinirdir.	Çoğu kez tersinmezdir, desorpsiyonu çok zordur.

## Elektrostatik Adsorpsiyon

Aktif karbon üzerine çözeltilerin adsorplanmasından sorumlu elektriksel çekim kuvvetlerinin etkisi olarak tanımlanır. Ayrıca negatif yüklü karbon partikülleri ile pozitif yüklü adsorplanan moleküller veya iyonlar arasındaki elektriksel çekim difüzyon sırasında ortaya çıkan engelleri azaltır ve bu yüzden de adsorpsiyonun verimliliğini artırır.

Adsorpsiyonun hızı ve miktarı adsorbanın yüzeyinin bir fonksiyonudur. Bunun için, aktif karbon (1000 m<sup>2</sup>/g) gibi kütlesine oranla yüzey alanı büyük olan maddeler kullanılır. Gazların adsorpsiyonu sırasında basınç yükseltilecek olunursa, adsorban daha fazla miktarda madde adsorplayacaktır. Çözeltilerin adsorpsiyonu için de aynı kural geçerlidir. Çözeltinin adsorpsiyonu, adsorbe olacak maddenin doğasına ve çözelti içerisindeki konsantrasyonuna bağlıdır. Sıcaklık da önemli bir faktördür

## 2.3.ADSORPSİYON İZOTERMLERİ

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 çözeltide 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

### 2.3.1 Freundlich İzotermi:

Freundlich, çözeltilerin adsorpsiyonunu açıklamak için aşağıdaki eşitliği türetmiştir:

$$q_e = K_F C_e^{\frac{1}{n}} \quad (2.1)$$

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

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

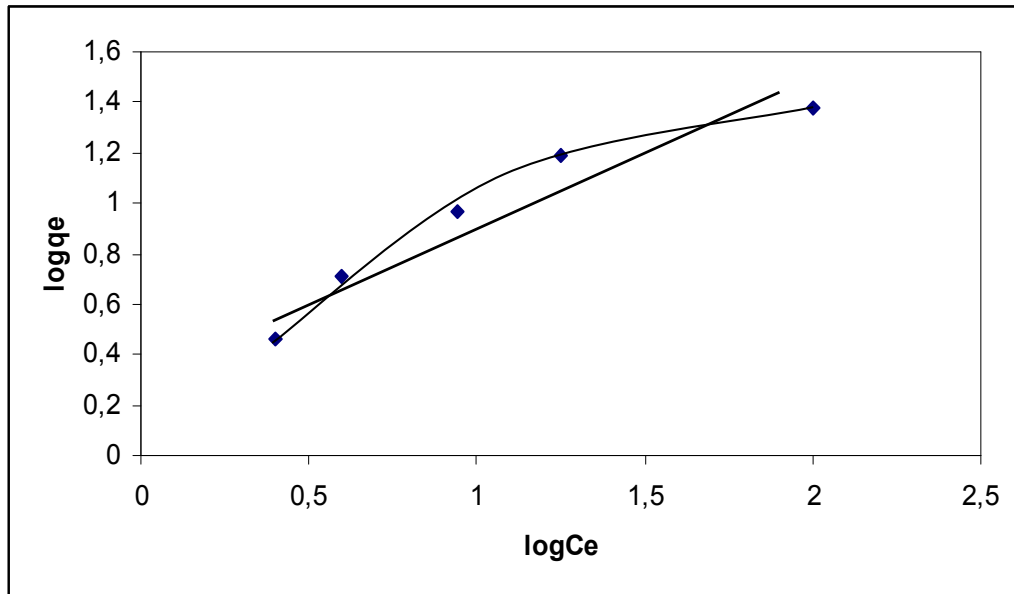
$K_F$ : Deneysel olarak hesaplanır. Adsorpsiyon kapasitesini.

$n$ : Adsorpsiyon yoğunluğu.

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

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad (2.2)$$

$\log q_e$ '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

### 2.3.2.Langmuir 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. (Weber, 1972; Singer and Yen, 1980; Aksu et al., 1991; Callega et al., 1993).

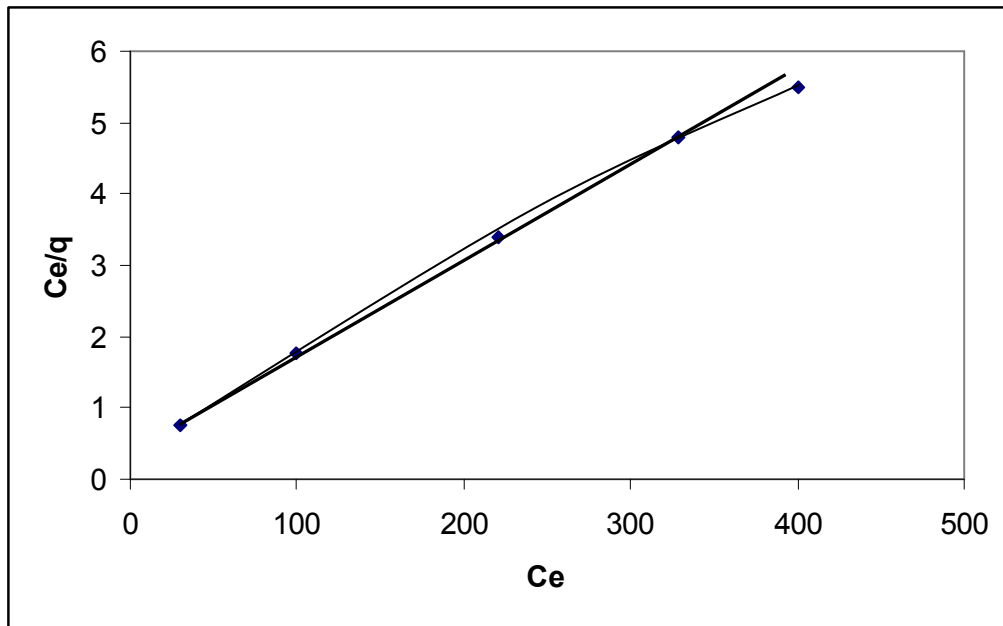
$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L} + \left(\frac{a_L}{K_L}\right)C_e \quad q_e = \frac{Q_{\max} a_L C_e}{1 + a_L C_e} \quad q_e = \frac{K_L C_e}{1 + a_L C_e} \quad (2.3)$$

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

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

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

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



Şekil2.2: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

$$R_L = \frac{1}{1 + bC_0} \quad (2.4)$$

$b$  ( $a_L$ ): Langmuir sabiti

$C_0$ : Maddenin çözeltideki 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

### 2.3.3. Brunauer- Emmett- Teller (BET) İzotermi:

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 izotermine her bir tabakaya uygulanmış şeklindedir.

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

## 2.4. ADSORPSİYON KİNETİĞİ

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

## 2.5. ADSORPSİYON TERMODİNAMIĞI

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

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T\Delta S^{\circ} \quad (2.5)$$

$\Delta G^{\circ}$ : 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:

$$K_c = \frac{C_a}{C_e} \quad (2.6)$$

$K_c$ : Denge sabiti

$C_a$ : Adsorbanın birim kütlesinde 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

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_c \quad (2.7)$$

$\Delta H^\circ$ '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.KULLANILAN MADDELER

Portakal kabuğu piyasadan temin edilmiştir. Remazol blue (R8001 CAS Number 2580-78-1 Colour Index Number=61200) kimya bölümünden ve remazol black (CAS Number 17095-24-8 ) Kız Teknik Anadolu Meslek Lisesi'nin tekstil bölümünden temin edilmiştir. pH ayarı için genel kimya laboratuvarındaki NaOH ve HCl çözeltileri kullanılmıştır.

#### 3.2.KULLANILAN ALETLER

- Kül fırını:M 1914 Model, Elektro-Mag Laboratuar Aletleri San. Ve Tic. A.Ş. İstanbul,Türkiye.
- 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

#### 3.3.KÜLLENDİRME İŞLEMİ

Portakal kabukları on gün boyunca güneşte kurutuldu. Bu kurutulmuş kabuklar havanda dövüldükten sonra krozelere konarak 600 °C 'de 3'er saat yakılarak küllendirme işlemi yapıldı. Gri-beyaz renkli küller bu çalışmada adsorban olarak kullanıldı.

#### 3.4.BOYA ÇÖZELTİLERİ

Remazol blue toz boyadan 11,8 mg alınarak 1000 ml saf suda çözüldü. Remazol black toz boyadan da 10,2 mg alınarak 1000 ml saf suda çözüldü. Bu çözeltiler için UV de uygun dalga boyu tarandı ve seçildi. Remazol blue için 595nm ve remazol black için 295nm dalga boyları en iyi gözlem yapılabilecek dalga boyları olarak tespit edildi.

### 3.5.ADSORPSİYON İŞLEMİ

0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 ve 1.0 g portakal kabuğu külü örnekleri 50 ml'lik erlen mayerlere koyuldu. Her bir erlen mayere 20 ml remazol blue boya çözeltisi ilave edildi ve mekanik çalkalayıcıda çalkalandı.

Öncelikle bu külün adsorplama özelliğinin olup olmadığı incelendi. Boya çözeltisi ilavesinden sonra bir süre mekanik çalkalayıcıda bekletilip santrifüjlenerek çözelti adsorbandan ayrılmış ve UV-spektrofotometresi yardımıyla adsorplanmadan kalan boya miktarı belirlenmiştir.

Uygun pH aralığının 6-7 olduğu belirlendi. 30 dakika süre ile 25 °C' de, 35 °C' de, 45 °C' de ve 55 °C' de adsorpsiyon gözlemlendi ve değerlendirildi. Daha sonra 15 dakika, 45 dakika 60 dakika ve 75 dakika süreyle de aynı sıcaklıklarda adsorpsiyon incelendi.

Ayrıca 25 °C ve 35 °C'de remazol black boya çözeltisiyle 30 dakika süreyle portakal kabuğu külüne adsorpsiyon incelendi. UV'de ölçümler yapıldı. Bulgular gerekli matematiksel işlemlerden sonra grafiğe aktarıldı.

## 4.SONUÇLAR

### 4.1.X<sub>e</sub> VE q DEĞERLERİ

Tablo 4.1:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu kütü ile 15 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna 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
Kül miktarı/g	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>
1,0	1,6221	10,1779	0,7627	11,0373	3,7625	8,0375	3,8844	7,9156
0,9	2,0244	10,8618	0,9834	12,0184	4,0327	8,6303	4,1327	8,5192
0,8	2,6571	11,4286	1,2575	13,1781	4,4117	9,2354	4,5625	9,0469
0,7	3,8121	11,4113	1,7238	14,3946	4,8256	9,9634	4,9092	9,8440
0,6	4,3232	12,4613	2,0725	16,2125	5,5114	10,4810	5,7213	10,1312
0,5	5,1457	13,3086	2,8418	17,9164	5,8278	11,9444	6,1241	11,3518
0,4	6,0856	14,2860	3,1012	21,7470	6,6256	12,9360	7,0526	11,8685
0,3	7,1017	15,6610	4,9060	22,9800	7,4572	14,4760	8,1012	12,3293
0,2	8,6325	15,8375	6,4221	26,8895	8,8112	14,9440	9,2411	12,7945
0,1	9,8932	19,0680	8,8615	29,3850	10,1210	16,7900	10,2127	15,8730

Tablo 4.2:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu kültü ile 30 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna 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
Kül miktarı/g	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>
1,0	1,4225	10,3775	0,5844	11,2156	3,4874	8,3126	3,5672	8,2328
0,9	1,7118	11,2011	0,7522	12,2753	3,7258	8,9713	3,8255	8,8639
0,8	1,9642	11,2948	0,9428	13,5715	4,0571	9,6786	4,2656	9,4180
0,7	2,5245	13,2507	1,1211	15,2556	4,4463	10,5053	4,5891	10,3013
0,6	3,4122	13,9797	1,6342	16,9430	5,0639	11,2268	5,2563	10,9062
0,5	4,2264	15,1475	2,1575	19,2850	5,5346	12,5308	5,7645	12,0710
0,4	5,0652	16,8370	2,7295	22,6763	6,0224	14,4440	6,4273	13,4318
0,3	6,0735	19,0883	3,2534	28,4887	7,1857	15,3810	7,1658	15,4573
0,2	7,4872	21,5640	5,0245	33,8775	8,3728	17,1360	8,5532	16,2340
0,1	9,4978	23,0220	8,2809	35,1910	10,0702	17,2980	10,1725	16,2750

Tablo 4.3:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu kültü ile 45 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna 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
Kül miktarı/g	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>
1,0	1,0618	10,7382	0,1861	11,6139	3,2572	8,5428	3,4221	8,3379
0,9	1,3244	11,6396	0,2732	12,8076	3,6218	9,0869	3,5513	9,1652
0,8	1,8475	12,4406	0,3412	14,3235	3,9524	9,8095	4,1325	9,5844
0,7	2,3561	13,4913	0,5681	16,0456	4,3040	10,7086	4,2127	10,8390
0,6	3,0242	14,6263	0,7432	18,4280	4,9230	11,4617	5,0256	11,2907
0,5	3,9615	15,6770	1,0256	21,5488	5,3415	12,9170	5,3340	12,932
0,4	4,8227	17,4433	1,5748	25,5630	5,9083	14,7293	5,9023	14,7443
0,3	5,9434	19,5220	2,1293	32,2350	6,7185	16,9383	6,4124	17,9587
0,2	7,2596	22,7020	3,4724	41,6380	7,5629	21,1855	7,3427	22,2865
0,1	9,3245	24,7550	7,2345	45,6550	9,4758	23,2420	9,5255	22,7450

Tablo 4.4:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu kültü ile 60 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna 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
Kül miktarı/g	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>
1,0	0,2758	11,5242	0,1344	11,6656	1,3517	10,4483	2,3618	9,4382
0,9	0,4621	12,5977	0,1587	12,9348	1,9073	10,9919	3,1035	9,6628
0,8	0,5714	14,0358	0,1873	14,5159	2,7618	11,2977	3,9222	9,8473
0,7	0,6495	15,9292	0,2238	16,5374	3,4073	11,9896	4,1257	10,9633
0,6	0,8235	18,2942	0,4122	18,9797	4,1621	12,7298	4,9495	11,4175
0,5	1,2555	21,0890	0,5534	22,4932	5,1227	13,3546	5,1537	13,2926
0,4	1,9273	24,6818	0,7012	27,7470	5,7071	15,2323	5,7040	15,2400
0,3	2,5625	30,7917	1,4575	34,4750	6,5022	17,6593	6,2658	18,4473
0,2	4,3418	37,2910	2,3044	47,4780	7,3415	22,2925	8,1011	18,4945
0,1	7,5575	42,4250	6,8914	49,0860	9,1220	26,7800	9,2790	25,2100

Tablo 4.5:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu kültü ile 75 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna 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
Kül miktarı/g	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>
1,0	0,1886	11,6114	0,1014	11,6986	0,9270	10,8730	1,2471	10,5529
0,9	0,3131	12,6000	0,1249	12,9723	1,2753	11,6941	1,8233	11,0852
0,8	0,4975	14,1281	0,1552	14,556	2,1006	12,1242	2,2618	11,9228
0,7	0,5234	16,1094	0,1885	16,5879	2,9725	12,6107	3,0230	12,5386
0,6	0,7117	18,4805	0,3844	19,0260	3,5043	13,8262	3,9118	13,1470
0,5	0,9435	21,7130	0,5257	22,5486	4,2720	15,0560	5,0242	13,5516
0,4	1,6244	25,4390	0,8091	27,4772	5,3483	16,1293	5,3315	16,1713
0,3	1,3418	34,8607	1,3223	34,9257	5,9525	19,4917	6,0136	19,2880
0,2	3,4227	41,8865	2,5221	46,3895	6,6213	25,8935	7,3418	22,2910
0,1	7,1604	46,3960	6,5801	52,1990	8,1533	36,4670	9,1527	26,4730

Tablo 4.6:600°C'de küllendirilen portakal kabuğu küllü üzerinde 35°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle **remazol blue (○)** ve **remazol black (Δ)** tekstil boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için **X<sub>e</sub>** ve **q** değerleri.

Δblack	Δ black	○blue	○blue
X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>
0,7834	9,4166	0,5844	11,2156
1,0958	10,1158	0,7522	12,2753
1,2344	11,2070	0,9428	13,5715
1,5020	12,4257	1,1211	15,2556
1,8226	13,9623	1,6342	16,9430
2,3348	15,7304	2,1575	19,2850
3,1233	17,6918	2,7295	22,6763
3,8624	21,1253	3,2534	28,4887
5,0237	25,8815	5,0245	33,8775
6,7600	34,4000	8,2809	35,1910

Tablo 4.7:600°C'de küllendirilen portakal kabuğu küllü üzerinde 25°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle **remazol blue (○)** ve **remazol black (Δ)** tekstil boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için **X<sub>e</sub>** ve **q** değerleri.

Δblack	Δ black	○blue	○blue
X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>	X <sub>e</sub> /mg	q /mg g <sup>-1</sup>
1,7839	8,4161	1,4225	10,3775
2,1472	8,9476	1,7118	11,2011
2,5384	9,5770	1,9642	11,2948
3,0183	10,2596	2,5245	13,2507
3,6725	10,8792	3,4122	13,9797
4,3844	11,6312	4,2264	15,1475
5,2111	12,4723	5,0652	16,8370
6,0237	13,9210	6,0735	19,0883
7,2652	14,6740	7,4872	21,5640
8,6545	15,4550	9,4978	23,0220

#### 4.2.Boya/Kül VE q DEĞERLERİ

Tablo 4.8:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu kütü ile 15 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna ait

**Boya/Kül** 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/kül(mg g <sup>-1</sup> )	25 °C	35 °C	45 °C	55 °C
11,8000	10,1779	11,0373	8,0375	7,9156
13,1111	10,8618	12,0184	8,6303	8,5192
14,7500	11,4286	13,1781	9,2354	9,0469
16,8571	11,4113	14,3946	9,9634	9,8440
19,6767	12,4613	16,2125	10,4810	10,1312
23,6000	13,3086	17,9164	11,9444	11,3518
29,5000	14,2860	21,7470	12,9360	11,8685
39,0000	15,6610	22,9800	14,4760	12,3293
59,0000	15,8375	26,8895	14,9440	12,7945
118,0000	19,0680	29,3850	16,7900	15,8730

Tablo 4.9:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu kültü ile 30 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait

**Boya/Kül ve q değerleri.**

Boya/kül(mg g <sup>-1</sup> )	q /mg g <sup>-1</sup> 25 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 35 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 45 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 55 °C
11,8000	10,3775	11,2156	8,3126	8,2328
13,1111	11,2011	12,2753	8,9713	8,8639
14,7500	11,2948	13,5715	9,6786	9,4180
16,8571	13,2507	15,2556	10,5053	10,3013
19,6767	13,9797	16,9430	11,2268	10,9062
23,6000	15,1475	19,2850	12,5308	12,0710
29,5000	16,8370	22,6763	14,4440	13,4318
39,0000	19,0883	28,4887	15,3810	15,4573
59,0000	21,5640	33,8775	17,1360	16,2340
118,0000	23,0220	35,1910	17,2980	16,2750

Tablo 4.10:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 45 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait

**Boya/Kül ve q değerleri.**

	q /mg g <sup>-1</sup> 25 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 35 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 45 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 55 °C
Boya/kül(mg g <sup>-1</sup> )				
11,8000	10,7382	11,6139	8,5428	8,3379
13,1111	11,6396	12,8076	9,0869	9,1652
14,7500	12,4406	14,3235	9,8095	9,5844
16,8571	13,4913	16,0456	10,7086	10,8390
19,6767	14,6263	18,4280	11,4617	11,2907
23,6000	15,6770	21,5488	12,9170	12,9320
29,5000	17,4433	25,5630	14,7293	14,7443
39,0000	19,5220	32,2350	16,9383	17,9587
59,0000	22,7020	41,6380	21,1855	22,2865
118,0000	24,7550	45,6550	23,2420	22,7450

Tablo 4.11:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 60 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait

**Boya/Kül ve q değerleri.**

Boya/kül(mg g <sup>-1</sup> )	q /mg g <sup>-1</sup> 25 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 35 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 45 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 55 °C
11,8000	11,5242	11,6656	10,4483	9,4382
13,1111	12,5977	12,9348	10,9919	9,6628
14,7500	14,0358	14,5159	11,2977	9,8473
16,8571	15,9292	16,5374	11,9896	10,9633
19,6767	18,2942	18,9797	12,7298	11,4175
23,6000	21,0890	22,4932	13,3546	13,2926
29,5000	24,6818	27,7470	15,2323	15,2400
39,0000	30,7917	34,4750	17,6593	18,4473
59,0000	37,2910	47,4780	22,2925	18,4945
118,0000	42,4250	49,0860	26,7800	25,2100

Tablo 4.12:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 75 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de remazol blue boyasının adsorpsiyonuna ait

**Boya/Kül ve q değerleri.**

Boya/kül(mg g <sup>-1</sup> )	q /mg g <sup>-1</sup> 25 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 35 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 45 °C	q /mg g <sup>-1</sup> 55 °C
11,8000	11,6114	11,6986	10,8730	10,5529
13,1111	12,6000	12,9723	11,6941	11,0852
14,7500	14,1281	14,5560	12,1242	11,9228
16,8571	16,1094	16,5879	12,6107	12,5386
19,6767	18,4805	19,0260	13,8262	13,1470
23,6000	21,7130	22,5486	15,0560	13,5516
29,5000	25,4390	27,4772	16,1293	16,1713
39,0000	34,8607	34,9257	19,4917	19,2880
59,0000	41,8865	46,3895	25,8935	22,2910
118,0000	46,3960	52,1990	36,4670	26,4730

Tablo 4.13:600°C'de küllendirilen portakal kabuğu küllü üzerinde 35°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle **remazol blue (○)** ve **remazol**

**black (Δ)** tekstil boyasının adsorpsiyonuna ait

**Boya/Kül** ve **q** değerleri.

ΔBoya/kül	q /mg g <sup>-1</sup>	○Boya/kül	q /mg g <sup>-1</sup>
10,2000	9,4166	11,8000	11,2156
11,3300	10,1158	13,1111	12,2753
12,7500	11,2070	14,7500	13,5715
14,5714	12,4257	16,8571	15,2556
17,0000	13,9623	19,6767	16,9430
20,4000	15,7304	23,6000	19,2850
25,5000	17,6918	29,5000	22,6763
34,0000	21,1253	39,0000	28,4887
51,0000	25,8815	59,0000	33,8775
102,0000	34,4000	118,0000	35,1910

Tablo 4.14:600°C'de küllendirilen portakal kabuğu küllü üzerinde 25°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle **remazol blue (○)** ve **remazol**

**black (Δ)** tekstil boyasının adsorpsiyonuna ait

**Boya/Kül** ve **q** değerleri.

ΔBoya/kül	q /mg g <sup>-1</sup>	○Boya/kül	q /mg g <sup>-1</sup>
10,2000	8,4161	11,8000	10,3775
11,3300	8,9476	13,1111	11,2011
12,7500	9,5770	14,7500	11,2948
14,5714	10,2596	16,8571	13,2507
17,0000	10,8792	19,6767	13,9797
20,4000	11,6312	23,6000	15,1475
25,5000	12,4723	29,5000	16,8370
34,0000	13,9210	39,0000	19,0883
51,0000	14,6740	59,0000	21,5640
102,0000	15,4550	118,0000	23,0220

### 4.3.ADSORPSİYON İZOTERMLERİ

Tablo 4.15:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu kültü ile 15 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
Kül 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> )
1,0	1,6221	0,1594	0,7627	0,0691	3,7625	0,4681	3,8844	0,4907
0,9	2,0244	0,1864	0,9834	0,0818	4,0327	0,4673	4,1327	0,4851
0,8	2,6571	0,2325	1,2575	0,0954	4,4117	0,4777	4,5625	0,5043
0,7	3,8121	0,3341	1,7238	0,1198	4,8256	0,4843	4,9092	0,4987
0,6	4,3232	0,3469	2,0725	0,1278	5,5114	0,5258	5,7213	0,5647
0,5	5,1457	0,3866	2,8418	0,1586	5,8278	0,4879	6,1241	0,5395
0,4	6,0856	0,4260	3,1012	0,1426	6,6256	0,5120	7,0526	0,5942
0,3	7,1017	0,4535	4,9060	0,2135	7,4572	0,5151	8,1012	0,6571
0,2	8,6325	0,5451	6,4221	0,2388	8,8112	0,5896	9,2411	0,7223
0,1	9,8932	0,5188	8,8615	0,3016	10,1210	0,6028	10,2127	0,6434

Tablo 4.16:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 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
Kül 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> )
1,0	1,4225	0,1371	0,5844	0,0522	3,4874	0,4195	3,5672	0,4333
0,9	1,7118	0,1528	0,7522	0,0613	3,7258	0,4153	3,8255	0,4316
0,8	1,9642	0,1739	0,9428	0,0695	4,0571	0,4192	4,2656	0,4529
0,7	2,5245	0,1904	1,1211	0,0735	4,4463	0,4232	4,5891	0,4455
0,6	3,4122	0,2441	1,6342	0,0964	5,0639	0,4511	5,2563	0,5339
0,5	4,2264	0,2790	2,1575	0,1119	5,5346	0,4417	5,7645	0,4775
0,4	5,0652	0,3008	2,7295	0,1204	6,0224	0,4169	6,4273	0,4785
0,3	6,0735	0,3182	3,2534	0,1142	7,1857	0,4672	7,1658	0,4636
0,2	7,4872	0,3472	5,0245	0,1483	8,3728	0,4886	8,5532	0,5268
0,1	9,4978	0,4125	8,2809	0,2353	10,0702	0,5822	10,1725	0,6250

Tablo 4.17:600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 45 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C’de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermi için **X<sub>e</sub> ve X<sub>e</sub>/q** değerleri.

Sıcaklık	25 °C	25 °C	35 °C	45 °C	45 °C	55 °C	55 °C
Kül miktarı/g	X <sub>e</sub> (mg)	X <sub>e</sub> /q (mg/mg g <sup>-1</sup> )	X <sub>e</sub> (mg)	X <sub>e</sub> /q (mg/mg g <sup>-1</sup> )	X <sub>e</sub> (mg)	X <sub>e</sub> /q (mg/mg g <sup>-1</sup> )	X <sub>e</sub> /q (mg/mg g <sup>-1</sup> )
1,0	1,0618	0,0989	0,1861	0,0160	3,2572	0,3813	0,4104
0,9	1,3244	0,1138	0,2732	0,0213	3,6218	0,3986	0,3875
0,8	1,8475	0,1485	0,3412	0,0238	3,9524	0,4029	0,4312
0,7	2,3561	0,1746	0,5681	0,0354	4,3040	0,4019	0,3887
0,6	3,0242	0,2068	0,7432	0,0403	4,9230	0,4295	0,4451
0,5	3,9615	0,2527	1,0256	0,0476	5,3415	0,4135	0,4125
0,4	4,8227	0,2765	1,5748	0,0616	5,9083	0,4011	0,4003
0,3	5,9434	0,3044	2,1293	0,0661	6,7185	0,3966	0,3571
0,2	7,2596	0,3198	3,4724	0,0834	7,5629	0,3570	0,3295
0,1	9,3245	0,3767	7,2345	0,1585	9,4758	0,4077	0,4188

Tablo 4.18:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu külü ile 60 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermini 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
Kül 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> )
1,0	0,2758	0,0239	0,1344	0,0115	1,3517	0,1294	2,3618	0,2502
0,9	0,4621	0,0367	0,1587	0,0123	1,9073	0,1735	3,1035	0,3212
0,8	0,5714	0,0407	0,1873	0,0129	2,7618	0,2445	3,9222	0,3983
0,7	0,6495	0,0408	0,2238	0,0135	3,4073	0,2842	4,1257	0,3763
0,6	0,8235	0,0450	0,4122	0,0217	4,1621	0,3270	4,9495	0,4335
0,5	1,2555	0,0595	0,5534	0,0246	5,1227	0,3835	5,1537	0,3877
0,4	1,9273	0,0781	0,7012	0,0253	5,7071	0,3747	5,7040	0,3743
0,3	2,5625	0,0832	1,4575	0,0423	6,5022	0,3682	6,2658	0,3397
0,2	4,3418	0,1164	2,3044	0,0485	7,3415	0,3293	8,1011	0,4380
0,1	7,5575	0,1781	6,8914	0,1404	9,1220	0,3406	9,2790	0,3681

Tablo 4.19:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 75 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	45 °C	45 °C	55 °C	55 °C
Kül 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> )	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
1,0	0,1886	0,0162	0,1014	0,0087	0,9270	0,0853	0,1182
0,9	0,3131	0,0248	0,1249	0,0096	1,2753	0,1090	0,1645
0,8	0,4975	0,0352	0,1552	0,0107	2,1006	0,1733	0,1897
0,7	0,5234	0,0324	0,1885	0,0114	2,9725	0,2357	0,2411
0,6	0,7117	0,0385	0,3844	0,0202	3,5043	0,2534	0,2975
0,5	0,9435	0,0434	0,5257	0,0233	4,2720	0,2837	0,3707
0,4	1,6244	0,0638	0,8091	0,0294	5,3483	0,3316	0,3297
0,3	1,3418	0,0384	1,3223	0,0379	5,9525	0,3054	0,3118
0,2	3,4227	0,0817	2,5221	0,0544	6,6213	0,2557	0,3294
0,1	7,1604	0,1543	6,5801	0,1261	8,1533	0,2235	0,3457

Tablo 4.20: 600°C'de küllendirilen portakal kabuğu küllü üzerinde 35°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle **remazol blue** (○) ve **remazol black** (Δ) tekstil boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermini için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Δblack	Δ black	○blue	○blue
$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
1,7839	0,2120	1,4225	0,1371
2,1472	0,2400	1,7118	0,1528
2,5384	0,2651	1,9642	0,1739
3,0183	0,2942	2,5245	0,1904
3,6725	0,3376	3,4122	0,2441
4,3844	0,3770	4,2264	0,2790
5,2111	0,4178	5,0652	0,3008
6,0237	0,4327	6,0735	0,3182
7,2652	0,4951	7,4872	0,3472
8,6545	0,5600	9,4978	0,4125

Tablo 4.21: 600°C'de küllendirilen portakal kabuğu küllü üzerinde 25°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle **remazol blue** (○) ve **remazol black** (Δ) tekstil boyasının adsorpsiyonuna ait Langmiur izotermini için  $X_e$  ve  $X_e/q$  değerleri.

Δblack	Δ black	○blue	○blue
$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )	$X_e$ (mg)	$X_e/q$ (mg/mg g <sup>-1</sup> )
0,7834	0,0832	0,5844	0,0522
1,0958	0,1083	0,7522	0,0613
1,2344	0,1101	0,9428	0,0695
1,5020	0,1195	1,1211	0,0735
1,8226	0,1305	1,6342	0,0964
2,3348	0,1484	2,1575	0,1119
3,1233	0,1765	2,7295	0,1204
3,8624	0,1828	3,2534	0,1142
5,0237	0,1941	5,0245	0,1483
6,7600	0,1965	8,2809	0,2353

Tablo 4.22:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 15 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermini için **lnX<sub>e</sub>** ve **lnq** değerleri.

Sıcaklık	25 °C	35 °C	45 °C	55 °C
Kül miktarı/g	lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq
1,0	0,4837	-0,2709	1,3251	2,0841
0,9	0,7054	-0,0167	1,3944	2,1553
0,8	0,9772	0,2291	1,4843	2,2230
0,7	1,3382	0,5445	1,5739	2,2989
0,6	1,4640	0,7288	1,7068	2,3496
0,5	1,6382	1,0444	1,7626	2,4802
0,4	1,8059	1,1318	1,8909	2,5600
0,3	1,9603	1,5905	2,0092	2,6724
0,2	2,1555	1,8597	2,1760	2,7043
0,1	2,2918	2,1817	2,3146	2,8207
			lnX <sub>e</sub>	lnq
			1,3569	2,0688
			1,4189	2,1423
			1,5178	2,2024
			1,5911	2,2868
			1,7441	2,3156
			1,8122	2,4293
			1,9533	2,4738
			2,0920	2,5119
			2,2236	2,5490
			2,3236	2,7646

Tablo 4.23:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 30 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için **lnX<sub>e</sub>** ve **lnq** değerleri.

Sıcaklık	25 °C	35 °C	45 °C	55 °C
Kül miktarı/g	lnX <sub>e</sub>	lnX <sub>e</sub>	lnX <sub>e</sub>	lnX <sub>e</sub>
1,0	0,3524	-0,5372	1,2492	1,2717
0,9	0,5375	-0,2848	1,3153	1,3417
0,8	0,6751	-0,0589	1,4005	1,4506
0,7	0,9260	0,1143	1,4921	1,5237
0,6	1,2274	0,4912	1,6221	1,6594
0,5	1,4413	0,7690	1,7110	1,7517
0,4	1,6224	1,0041	1,7955	1,8605
0,3	1,8039	1,1797	1,9721	1,9693
0,2	2,0132	1,6143	2,1250	2,1463
0,1	2,2511	2,1140	2,3096	2,3197
	lnq	lnq	lnq	lnq
1,0	2,3396	2,4173	2,1178	2,1081
0,9	2,4160	2,5076	2,1940	2,182
0,8	2,4243	2,6080	2,2699	2,2426
0,7	2,5841	2,7249	2,3519	2,3323
0,6	2,6376	2,8298	2,4183	2,3921
0,5	2,7178	2,9593	2,5282	2,4908
0,4	2,8236	3,1213	2,6703	2,5976
0,3	2,9491	3,3495	2,7331	2,7381
0,2	3,0710	3,5228	2,8412	2,7871
0,1	3,1365	3,5608	2,8506	2,7896

Tablo 4.24:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 45 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için **lnX<sub>e</sub>** ve **lnq** değerleri.

Sıcaklık	25 °C	25 °C	35 °C	35 °C	45 °C	45 °C	55 °C	55 °C
Kül miktarı/g	lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq
1,0	0,0599	2,3738	-1,6814	2,4522	1,1808	2,1450	1,2302	2,1208
0,9	0,2809	2,4544	-1,2975	2,5500	1,2869	2,2068	1,2673	2,2154
0,8	0,6138	2,5209	-1,0752	2,6619	1,3743	2,2833	1,4188	2,2601
0,7	0,8570	2,6020	-0,5654	2,7754	1,4595	2,3710	1,4381	2,3831
0,6	1,1066	2,6828	-0,2967	2,9138	1,5939	2,4390	1,6145	2,4239
0,5	1,3766	2,7521	0,0252	3,0703	1,6755	2,5585	1,6741	2,5597
0,4	1,5733	2,8589	0,4541	3,2411	1,7763	2,6898	1,7753	2,6908
0,3	1,7822	2,9715	0,7557	3,4730	1,9048	2,8295	1,8582	2,8880
0,2	1,9823	3,1224	1,2448	3,7290	2,0232	3,0533	1,9937	3,1039
0,1	2,2326	3,2090	1,9788	3,8211	2,2487	3,1459	2,2539	3,1243

Tablo 4.25:600 °C'de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 60 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C'de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için **lnX<sub>e</sub>** ve **lnq** değerleri.

Sıcaklık	25 °C	25 °C	35 °C	35 °C	45 °C	45 °C	55 °C	55 °C
Kül miktarı/g	lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq
1,0	-1,2880	2,4444	-2,0069	2,4566	0,3013	2,3464	0,8594	2,2447
0,9	-0,7719	2,5335	-1,8407	2,5599	0,6456	2,3971	1,1325	2,2682
0,8	-0,5596	2,6416	-1,6750	2,6752	1,0158	2,4245	1,3666	2,2871
0,7	-0,4315	2,7681	-1,4970	2,8056	1,2259	2,4840	1,4172	2,3945
0,6	-0,1941	2,9065	-0,8862	2,9433	1,4260	2,5439	1,5992	2,4351
0,5	0,2275	3,0487	-0,5916	3,1132	1,6336	2,5918	1,6397	2,5872
0,4	0,6561	3,2060	-0,3549	3,3231	1,7417	2,7234	1,7411	2,7239
0,3	0,9409	3,4272	0,3767	3,5402	1,8721	2,8712	1,8351	2,9149
0,2	1,4682	3,6187	0,8348	3,8602	1,9935	3,1042	2,0920	2,9174
0,1	2,0225	3,7477	1,9302	3,8935	2,2106	3,2876	2,2277	3,2272

Tablo 4.26:600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu küllü ile 75 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
Kül miktarı/g	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$	$\ln X_e$	$\ln q$
1,0	-1,6681	2,4519	-2,2886	2,4594	-0,0758	2,3862	0,2208	2,3564
0,9	-1,1612	2,5336	-2,0802	2,5628	0,2431	2,4590	0,6006	2,4056
0,8	-0,6981	2,6481	-1,8630	2,6780	0,7422	2,4952	0,8161	2,4784
0,7	-0,6474	2,7794	-1,6686	2,8086	1,0894	2,5345	1,1062	2,5288
0,6	-0,3401	2,9167	-0,9560	2,9458	1,2539	2,6265	1,3639	2,5761
0,5	-0,0581	3,0779	-0,6430	3,1156	1,4520	2,7117	1,6142	2,6065
0,4	0,4851	3,2362	-0,2118	3,3133	1,6767	2,7806	1,6736	2,7832
0,3	0,2940	3,5513	0,2793	3,5532	1,7838	2,9699	1,7940	2,9594
0,2	1,2304	3,7349	0,9250	3,8370	1,8902	3,2539	1,9935	3,1041
0,1	1,9685	3,8372	1,8840	3,9550	2,0984	3,5964	2,2140	3,2761

Tablo 4.27:600°C'de küllendirilen portakal kabuğu küllü üzerinde 35°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle **remazol blue (○) ve remazol black (Δ)** tekstil boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için **lnX<sub>e</sub> ve lnq** değerleri.

Δblack	Δ black	○blue	○blue
lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq
0,5788	2,1301	0,3524	2,3396
0,7642	2,1914	0,5375	2,4160
0,9315	2,2594	0,6751	2,4243
1,1047	2,3282	0,9260	2,5841
1,3009	2,3868	1,2274	2,6376
1,4780	2,4537	1,4413	2,7178
1,6508	2,5235	1,6224	2,8236
1,7957	2,6333	1,8039	2,9491
1,9831	2,6861	2,0132	3,0710
2,1581	2,7379	2,2511	3,1365

Tablo 4.28:600°C'de küllendirilen portakal kabuğu küllü üzerinde 25°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle **remazol blue (○) ve remazol black (Δ)** tekstil boyasının adsorpsiyonuna ait Freundlich izotermi için **lnX<sub>e</sub> ve lnq** değerleri.

Δblack	Δ black	○blue	○blue
lnX <sub>e</sub>	lnq	lnX <sub>e</sub>	lnq
-0,2440	2,2425	-0,5372	2,4173
0,0915	2,3141	-0,2848	2,5076
0,2106	2,4165	-0,0589	2,608
0,4068	2,5198	0,1143	2,7249
0,6003	2,6364	0,4912	2,8298
0,8479	2,7556	0,7690	2,9593
1,1389	2,8731	1,0041	3,1213
1,3513	3,0505	1,1797	3,3495
1,6142	3,2535	1,6143	3,5228
1,9110	3,5381	2,1140	3,5608

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

Tablo: 4. 29: 600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu külü ile 15 dakikada 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	21,5703	1,3648	-770,5445
35 °C	35,8640	1,4820	-1007,3650
45 °C	46,5116	1,5886	-1223,7152
55 °C	28,8767	1,3744	-867,2306

Tablo: 4. 30: 600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu külü ile 30 dakikada 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	30,0300	1,4279	-882,5231
35 °C	45,2489	1,5758	-1164,5173
45 °C	45,8926	1,5900	-1226,0441
55 °C	42,4628	1,5068	-1118,0345

Tablo: 4. 31: 600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu külü ile 45 dakikada 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	30,0571	1,4315	-888,7617
35 °C	52,3286	1,6816	-1330,9191
45 °C	45,4545	1,5697	-1192,0719
55 °C	22,7273	1,3149	-746,5430

Tablo: 4. 32: 600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu külü ile 60 dakikada 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	49,5050	1,5694	-1116,6253
35 °C	53,4759	1,6920	-1346,7073
45 °C	36,3901	1,4846	-1044,7059
55 °C	26,6800	1,3449	-808,0613

Tablo: 4. 33: 600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu külü ile 75 dakikada 25 °C, 35 °C, 45 °C ve 55 °C’de **remazol blue** boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m, K_A, \Delta G_{ads}^0$  değerleri.

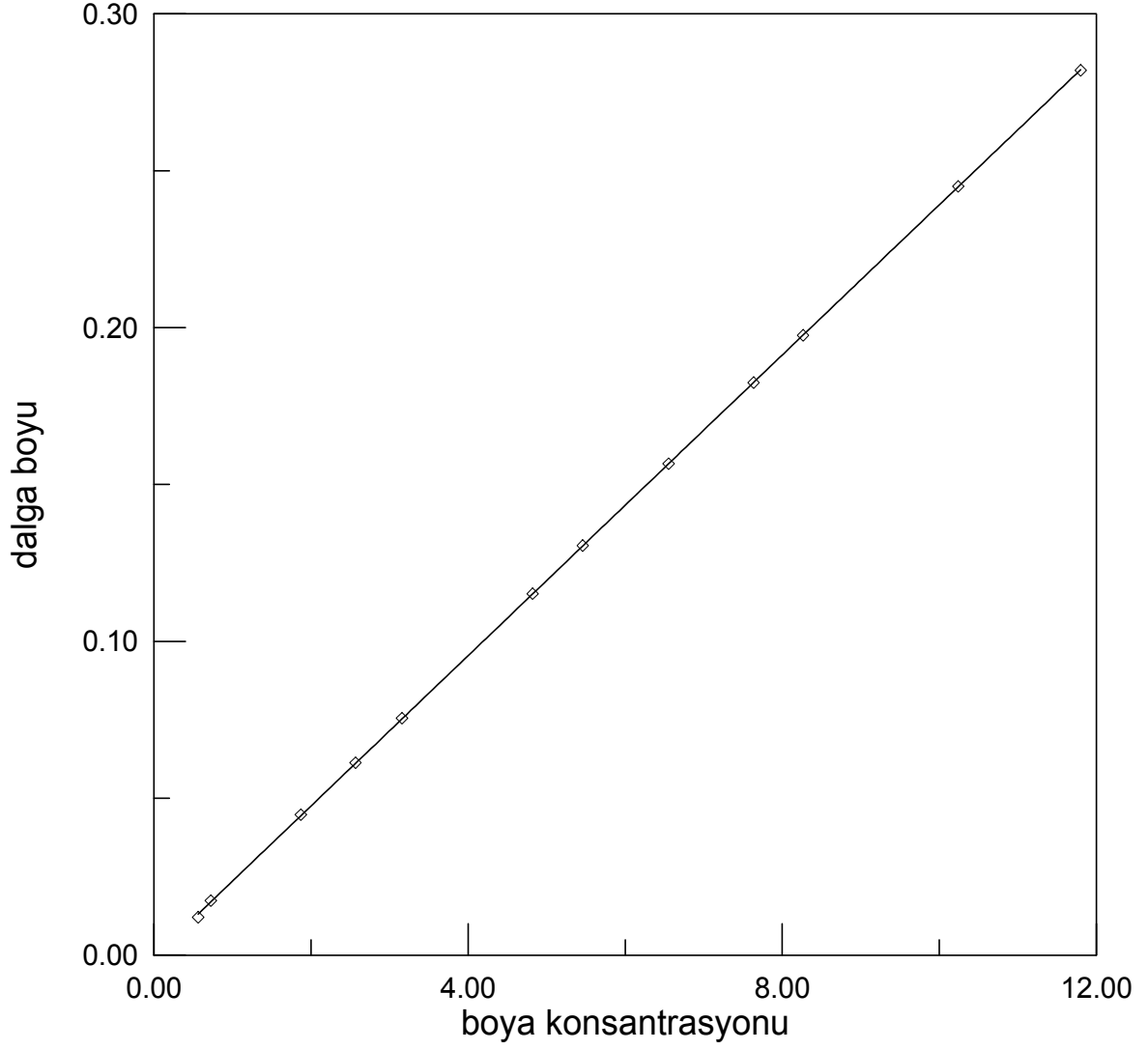
Sıcaklık	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
25 °C	53,9665	1,6223	-1198,7606
35 °C	56,4653	1,6565	-1292,4091
45 °C	42,5894	1,5327	-1129,0065
55 °C	34,9040	1,4546	-1021,8883

Tablo: 4. 34: 600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu külü ile 30 dakikada 25 °C’de **remazol blue ve remazol black** boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m, K_A, \Delta G_{ads}^0$  değerleri.

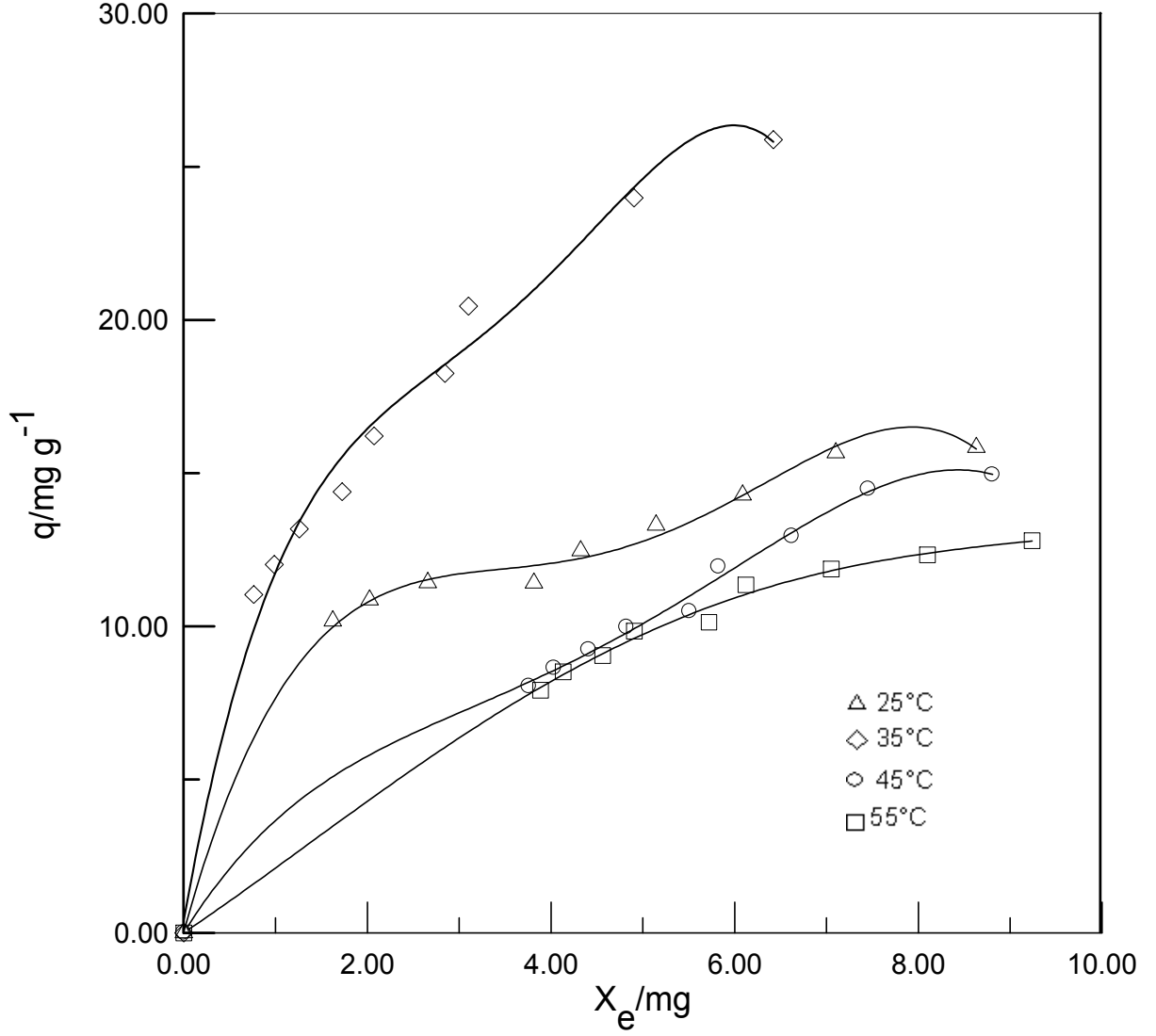
Boya	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
Remazol blue	30,0300	1,4279	-882,5231
Remazol black	20,3625	1,3377	-720,8538

Tablo: 4. 35: 600 °C’de küllendirilen değişik miktarlarda portakal kabuğu külü ile 30 dakikada 35 °C’de **remazol blue ve remazol black** boyasının adsorpsiyonuna ait  $q_m, K_A, \Delta G_{ads}^0$  değerleri.

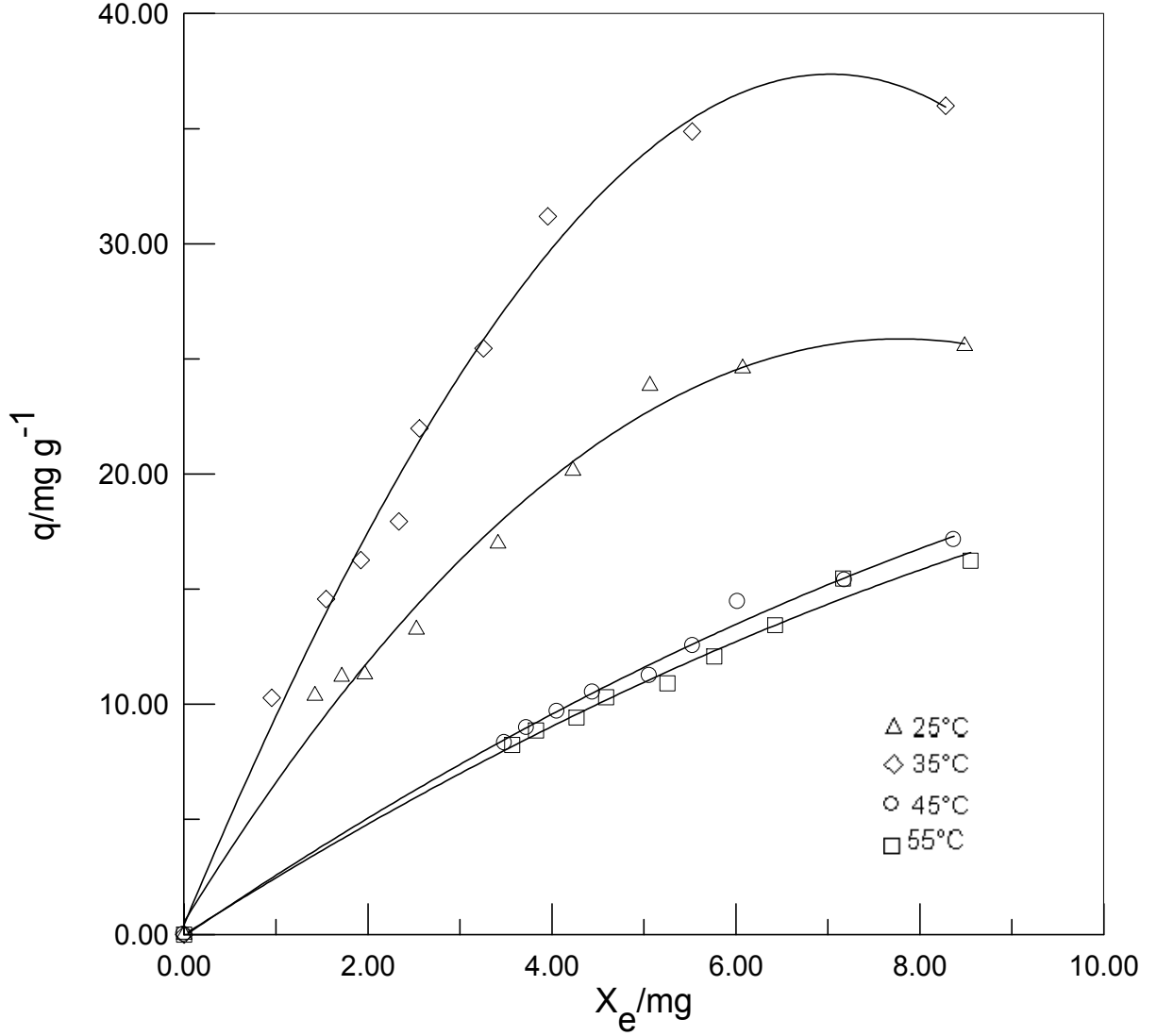
Boya	$q_m / \text{mg g}^{-1}$	$K_A / \text{mg}^{-1}$	$\Delta G_{ads}^0 / \text{joule mol}^{-1}$
Remazol blue	45,2589	1,5758	-1164,5173
Remazol black	33,4109	1,4500	-951,4673



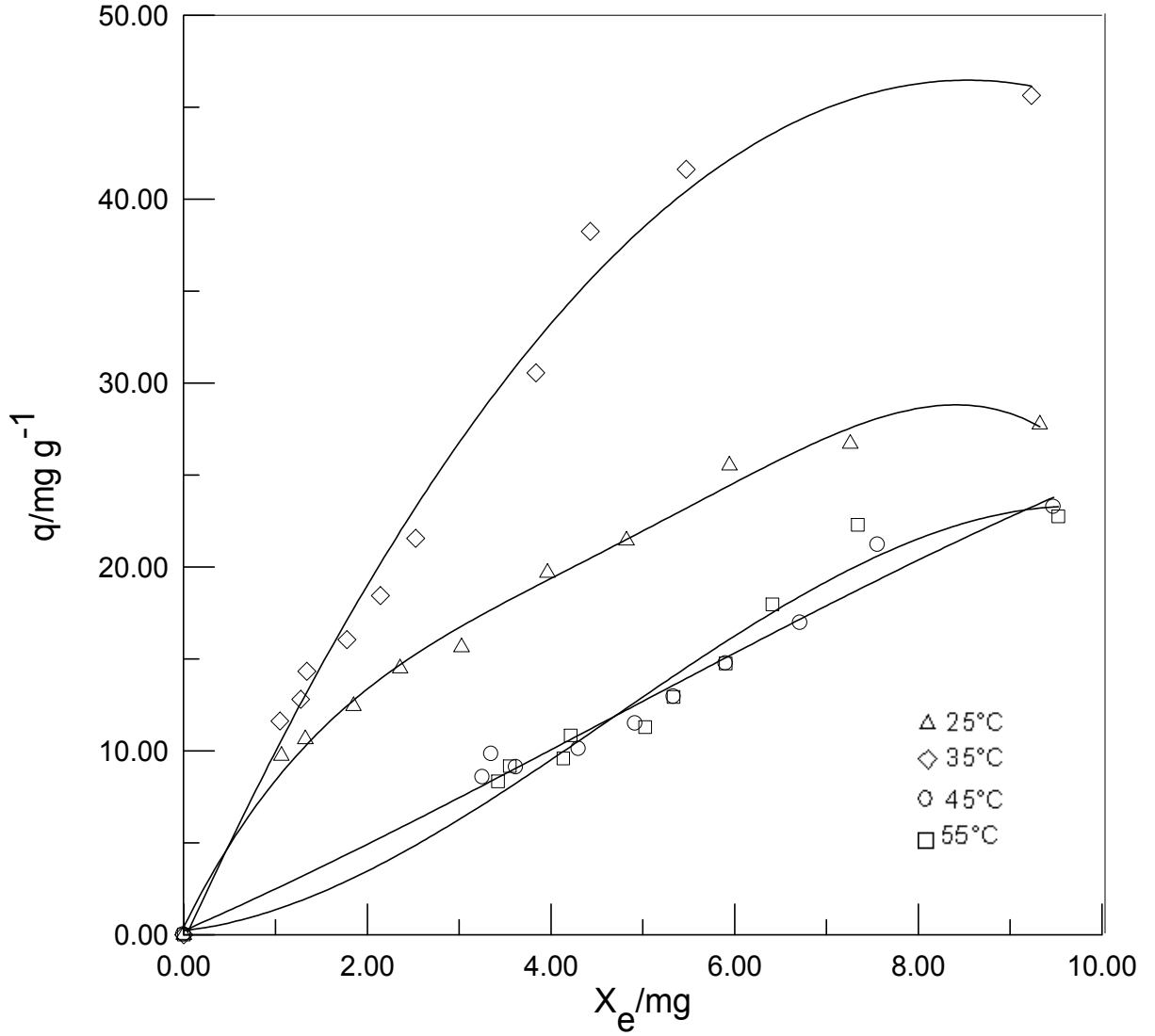
Şekil.5.0 Remazol blue tekstil boyasının konsantrasyonuna (mg/1000ml) karşılık gelen UV ölçümleri.



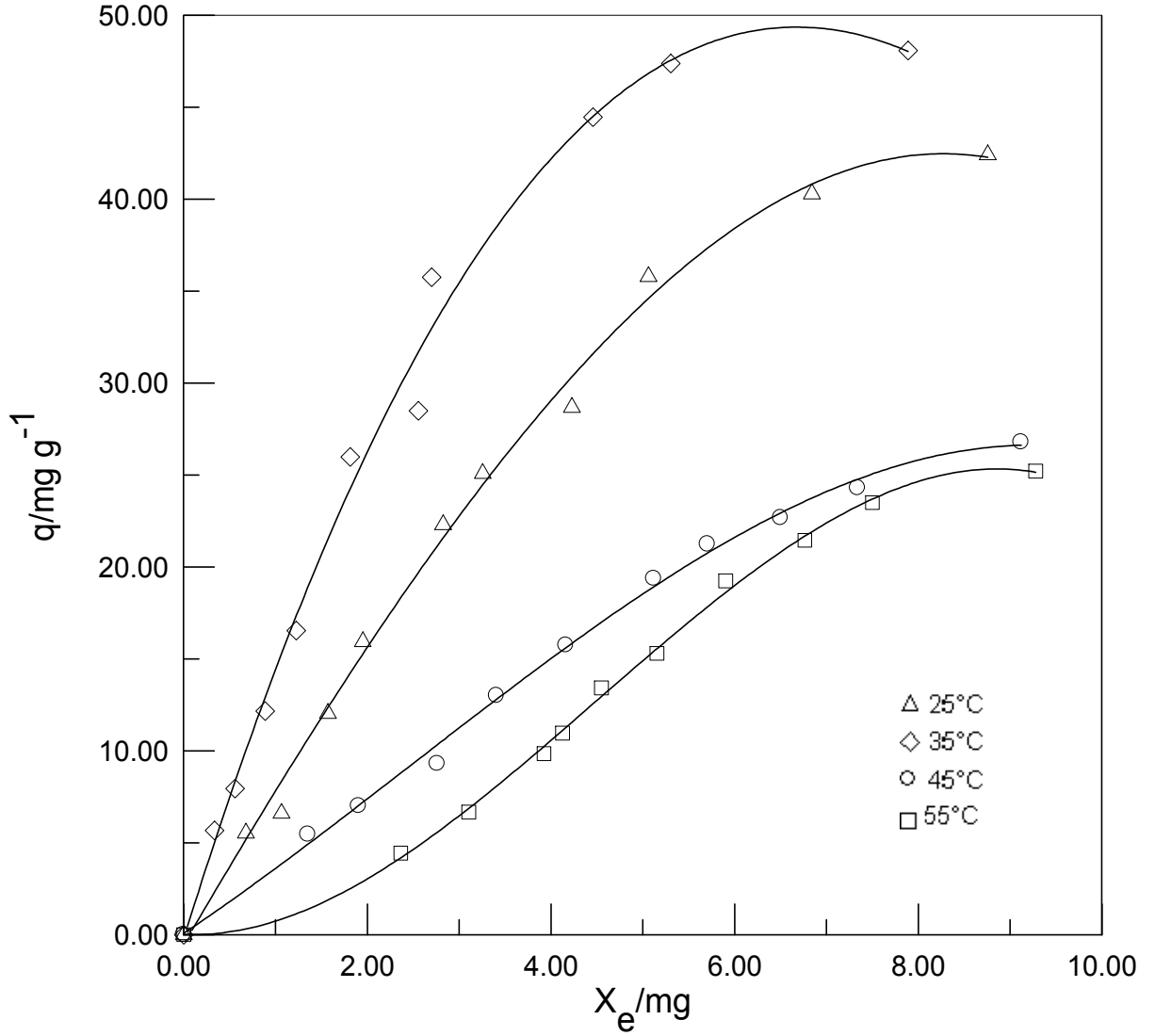
Şekil 5.1 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 15 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi:



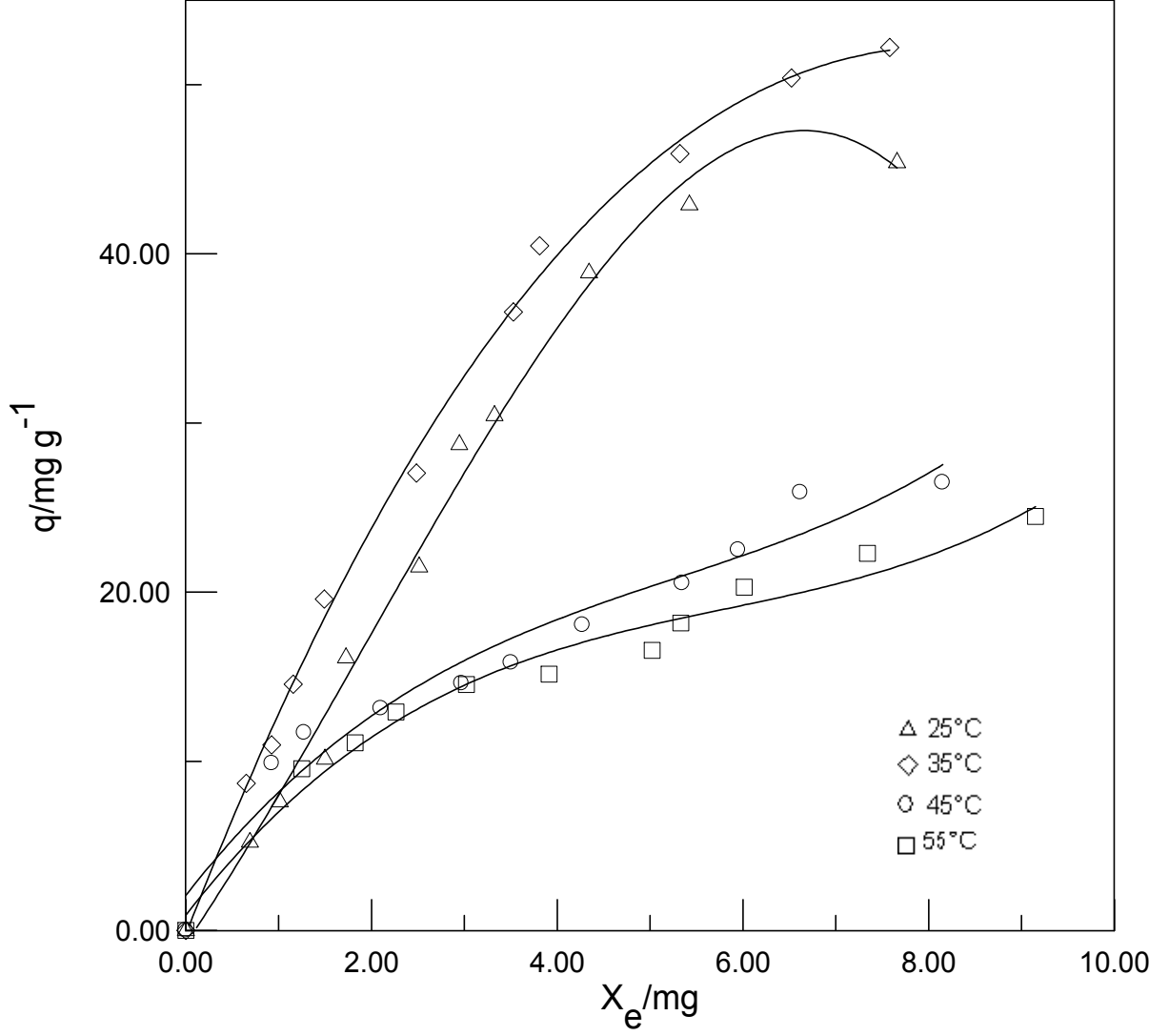
Şekil 5.2 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 30 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi:



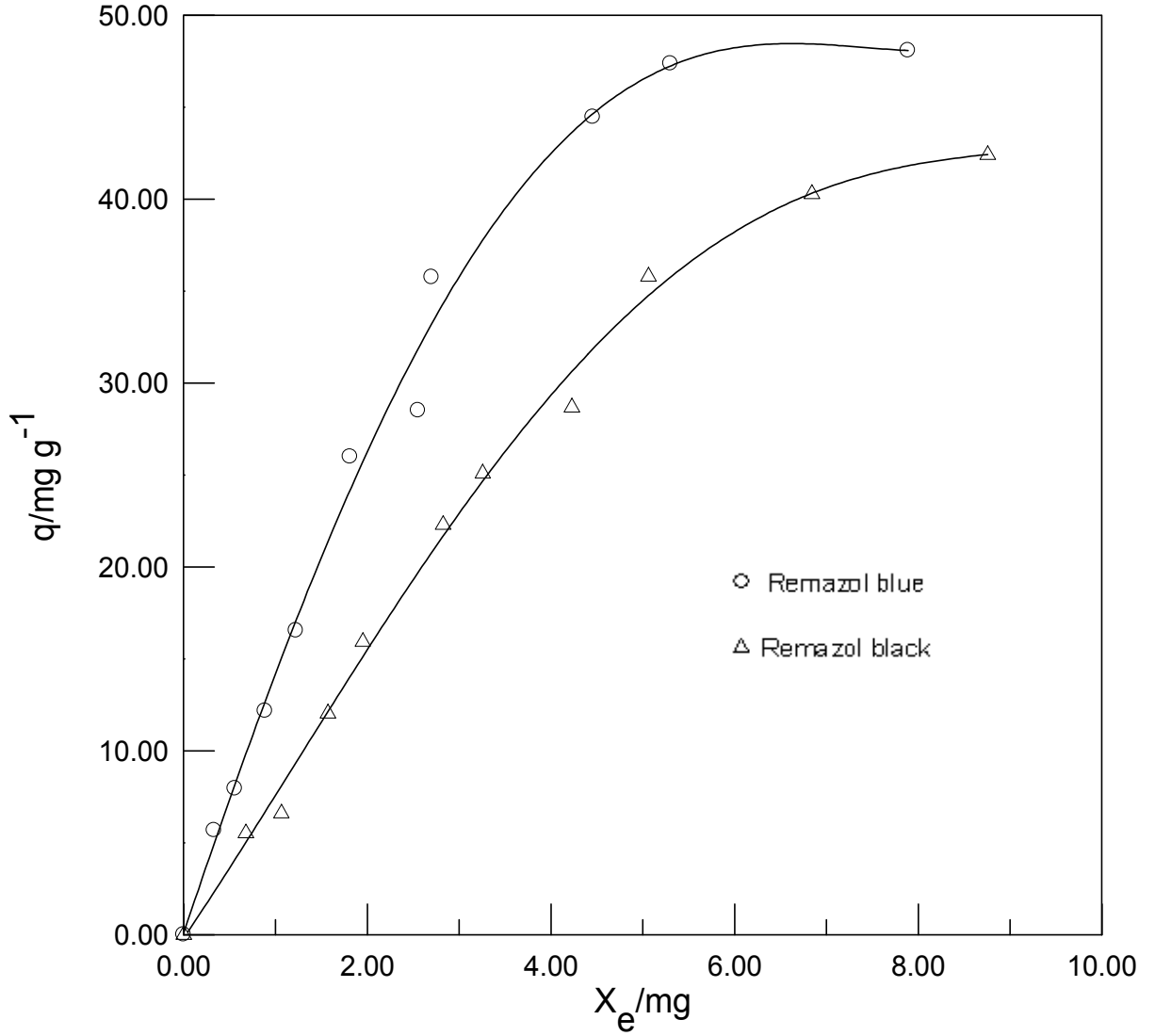
Şekil 5.3 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 45 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi:



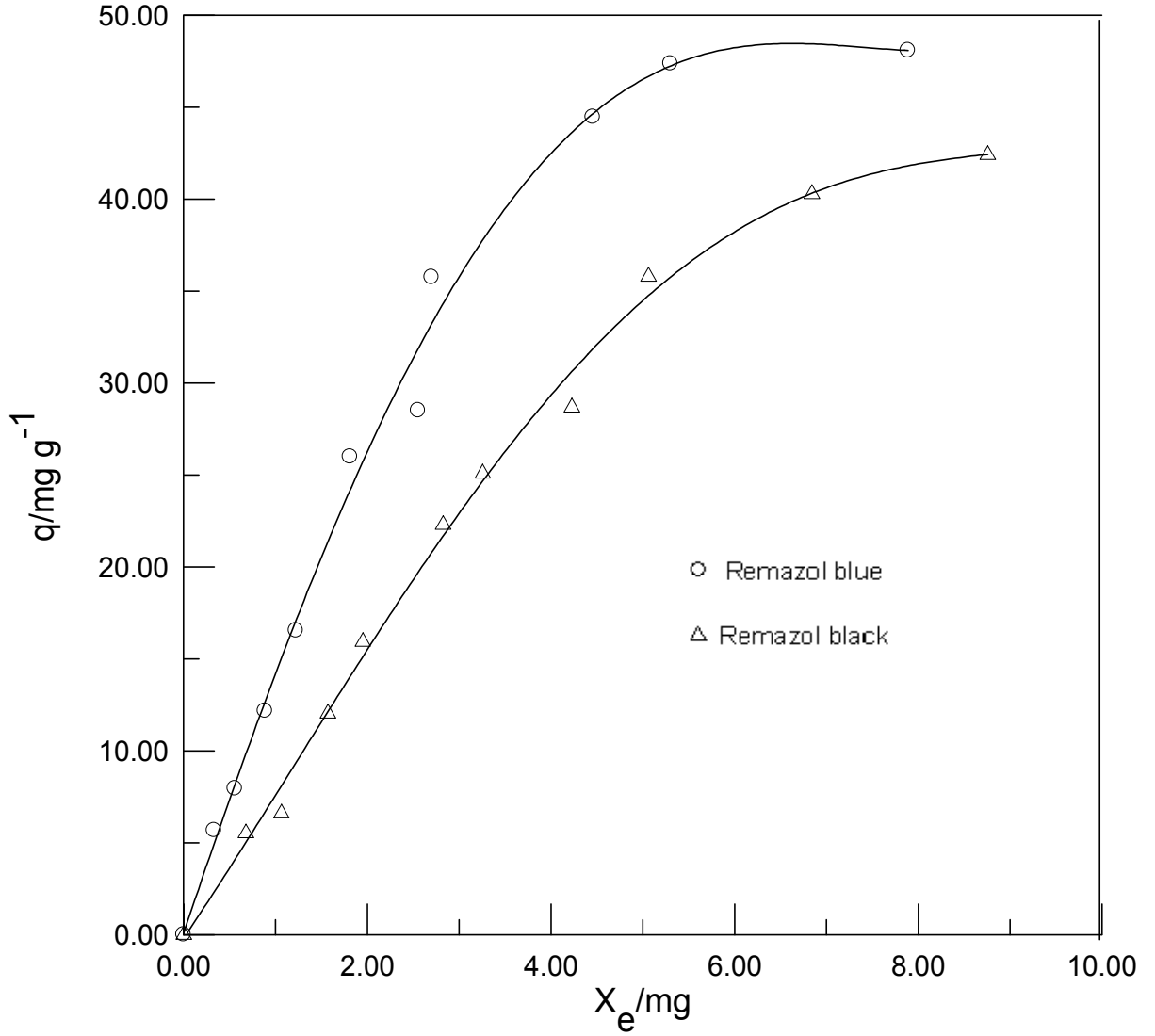
Şekil 5.4 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 60 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi:



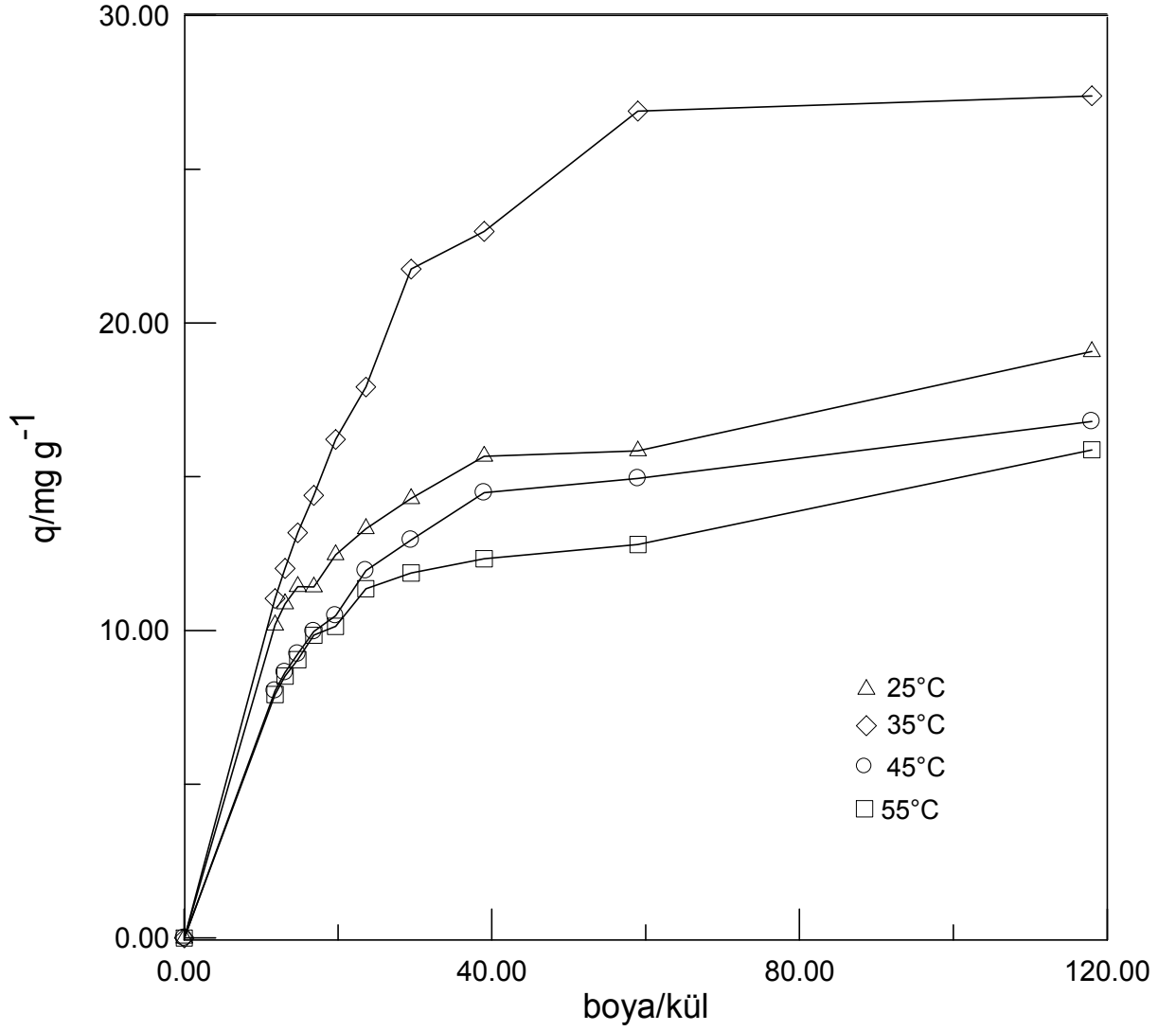
Şekil 5.5 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 75 dakika süreyle farklı sıcaklıklarda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi:



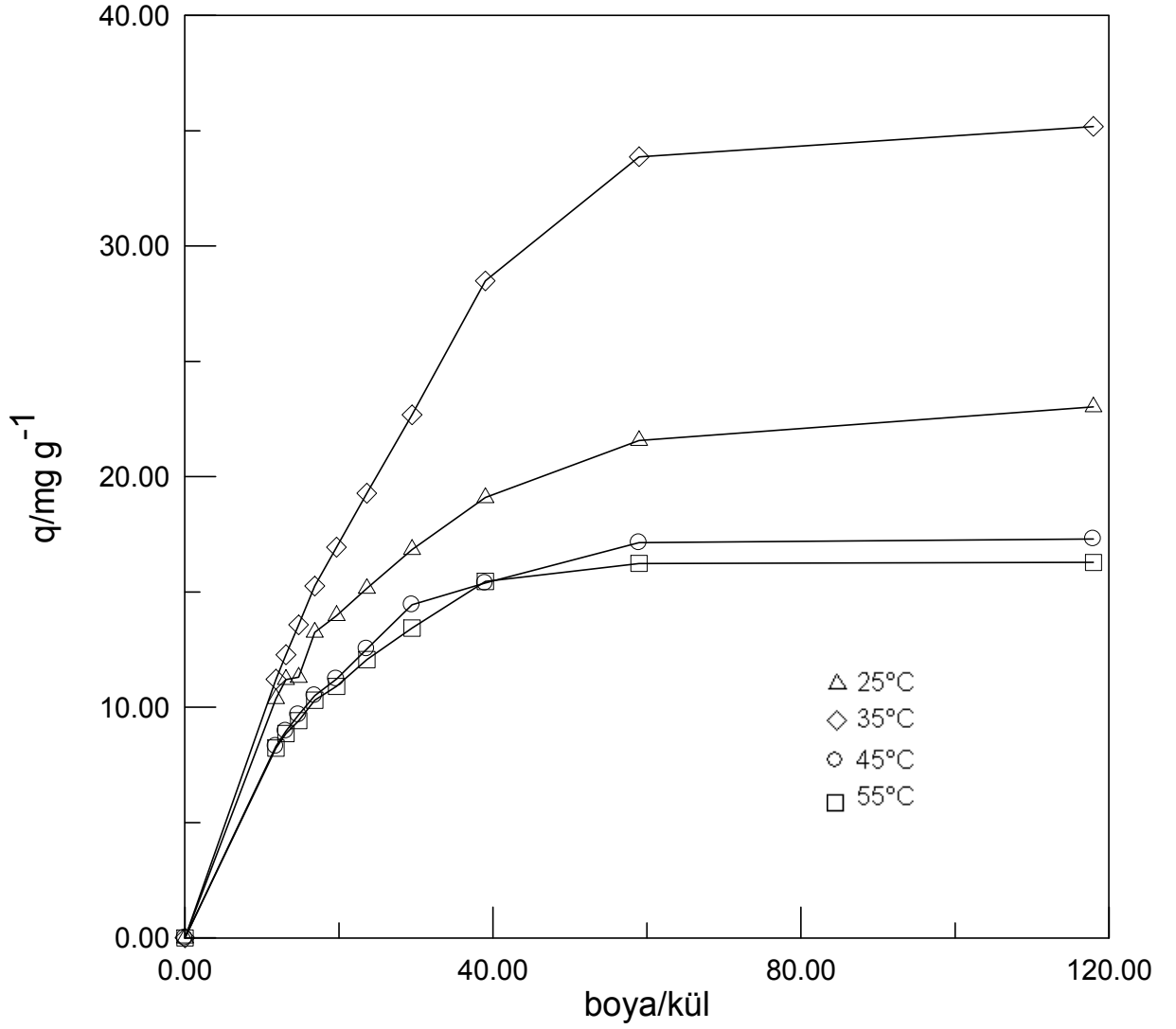
Şekil 5.6 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue ve remazol black tekstil boyasının 35°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q$ /mg  $g^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e$  /mg) karşı değişimi:



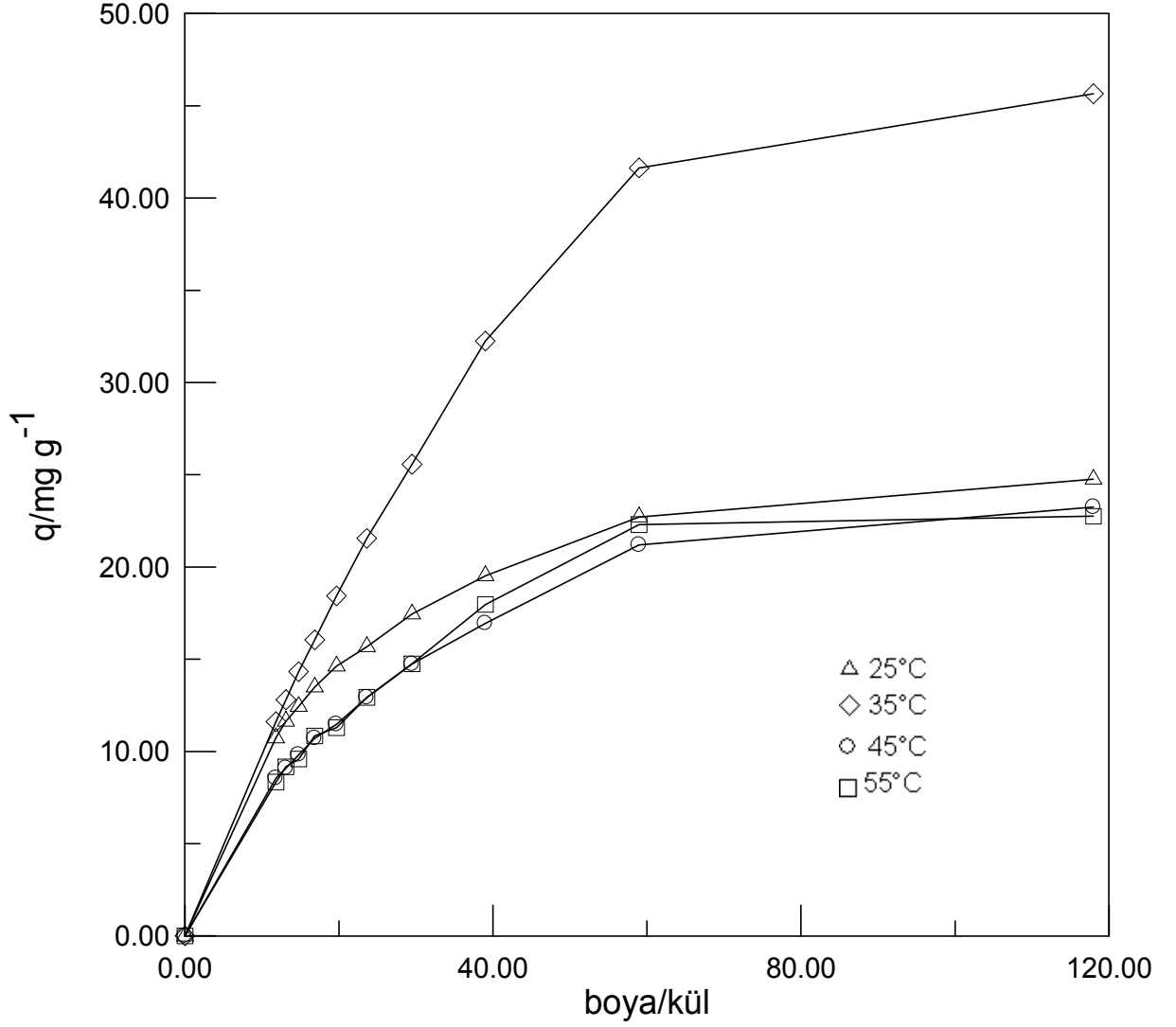
Şekil 5.7 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue ve remazol black tekstil boyasının 25°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda çözeltideki adsorbant miktarına ( $X_e/\text{mg}$ ) karşı değişimi:



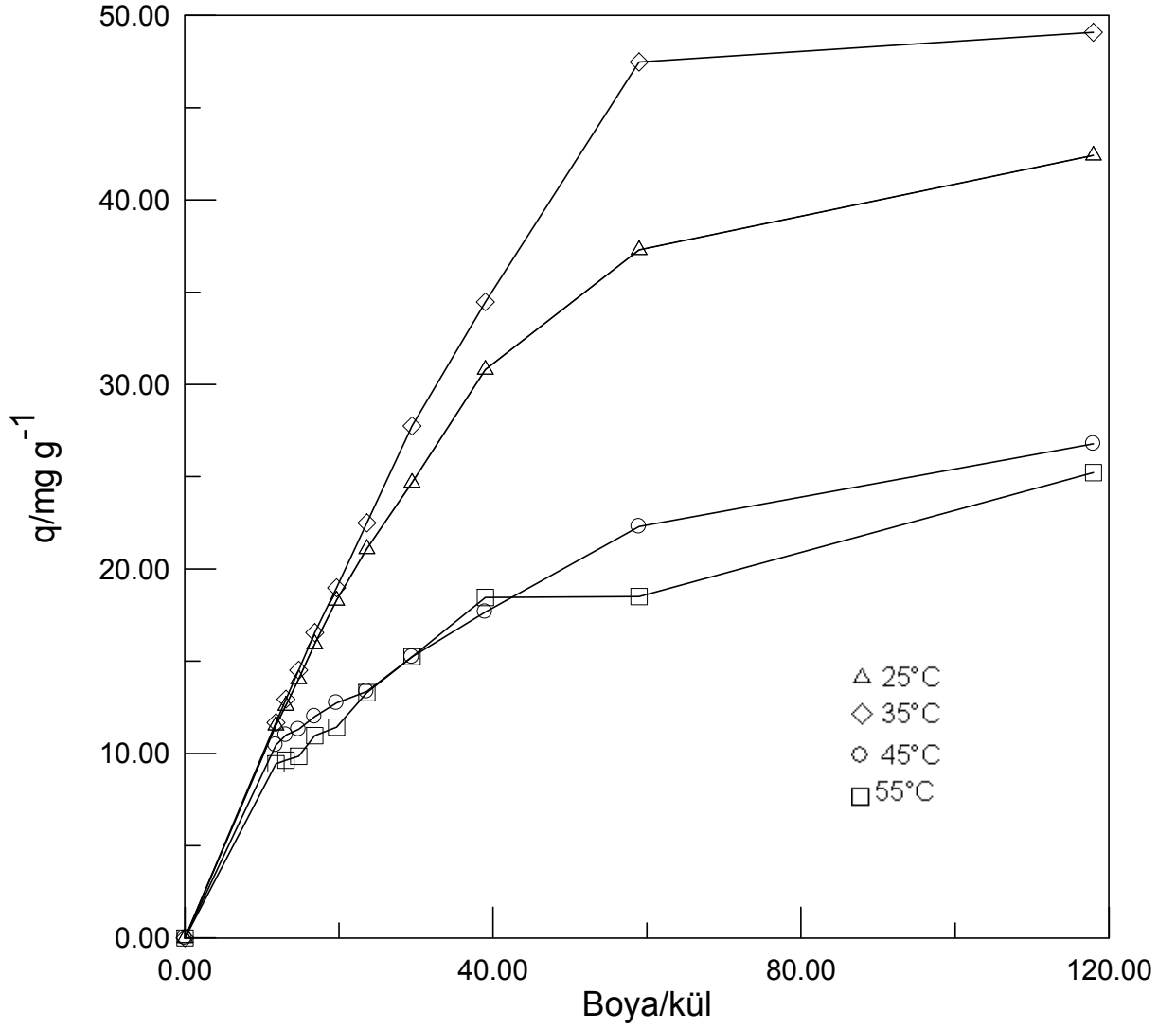
Şekil 5.8 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 15 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/kül oranına karşı değişimi:



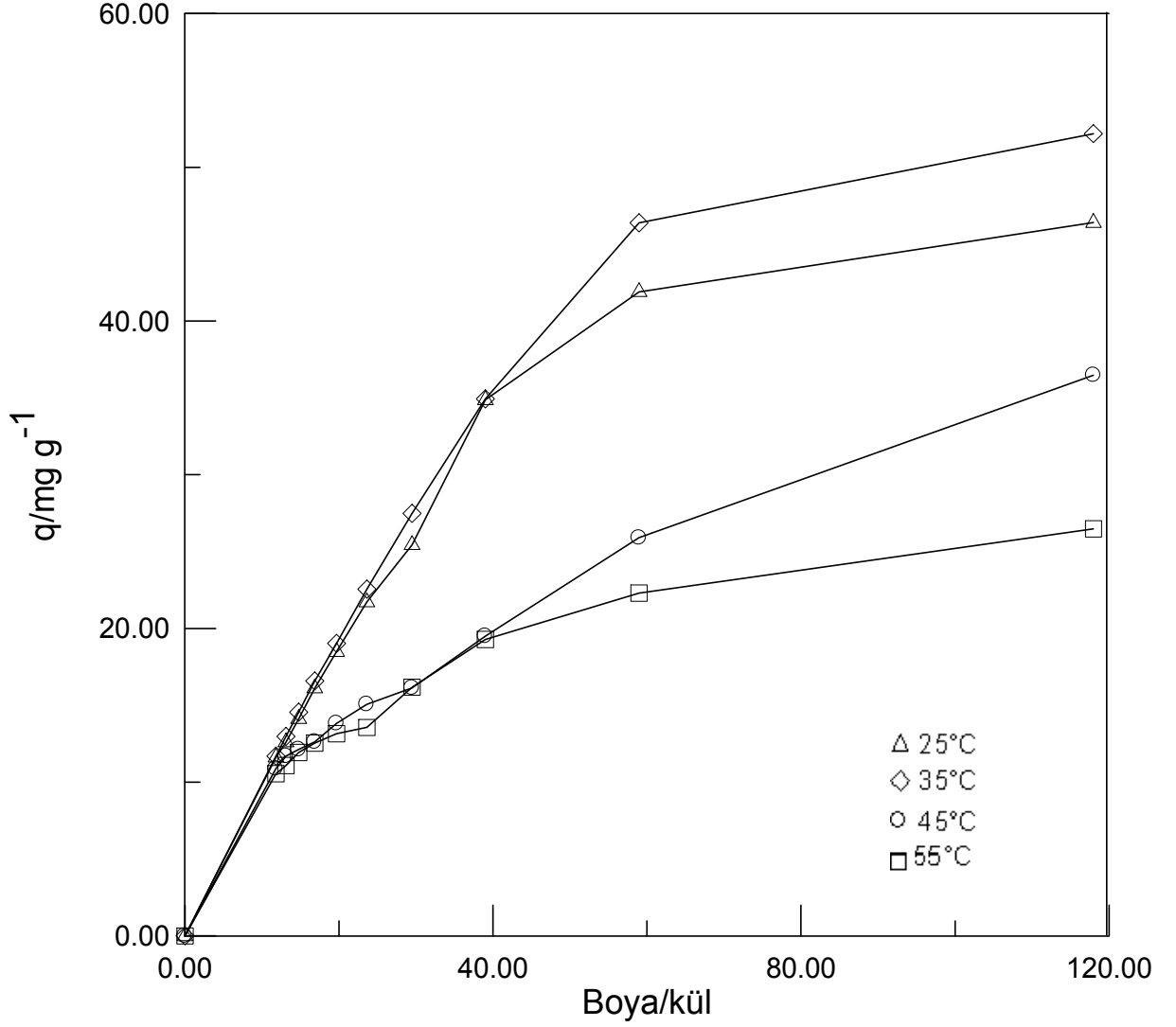
Şekil 5.9 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/kül oranına karşı değişimi:



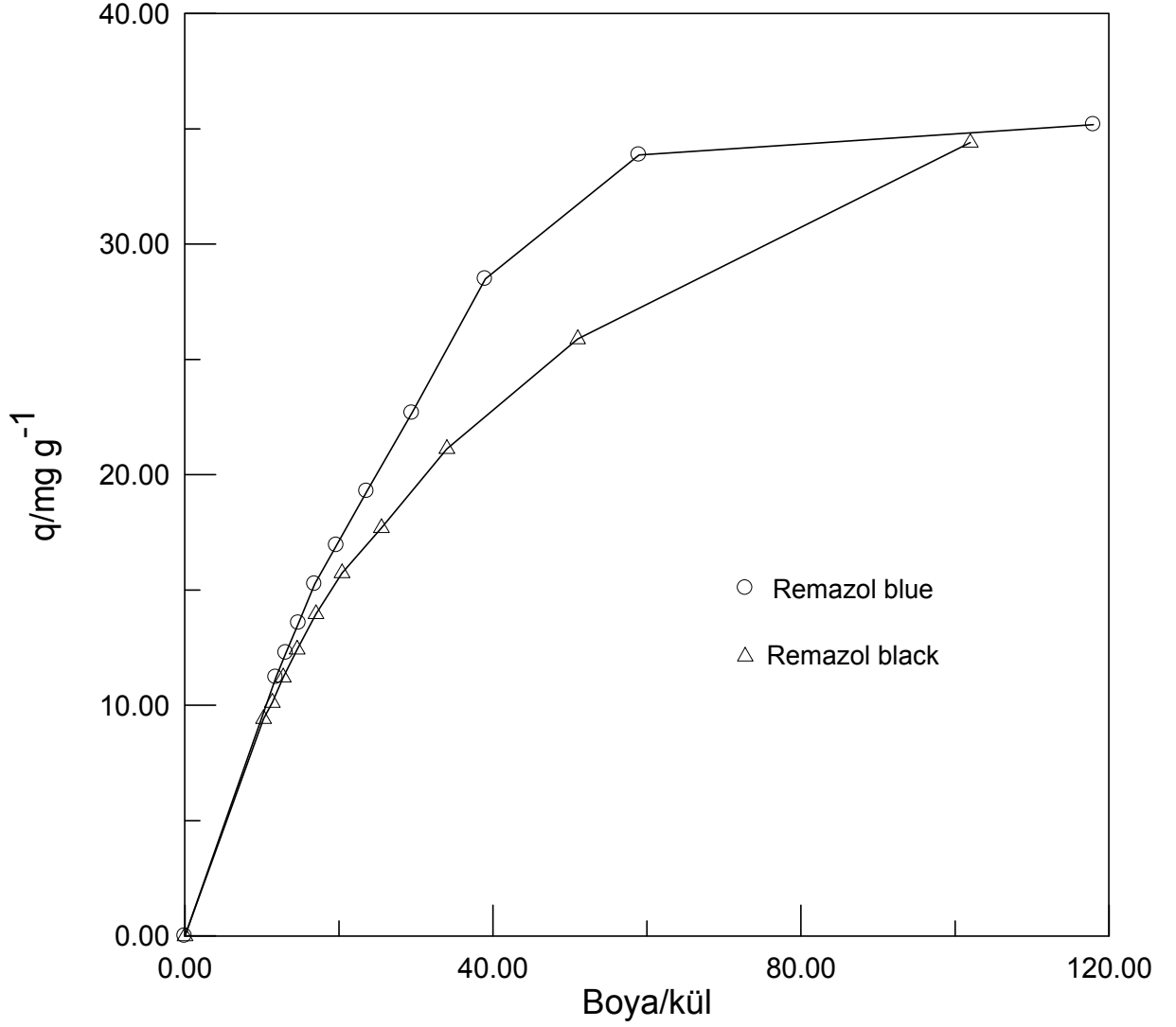
Şekil 5.10 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 45 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/kül oranına karşı değişimi:



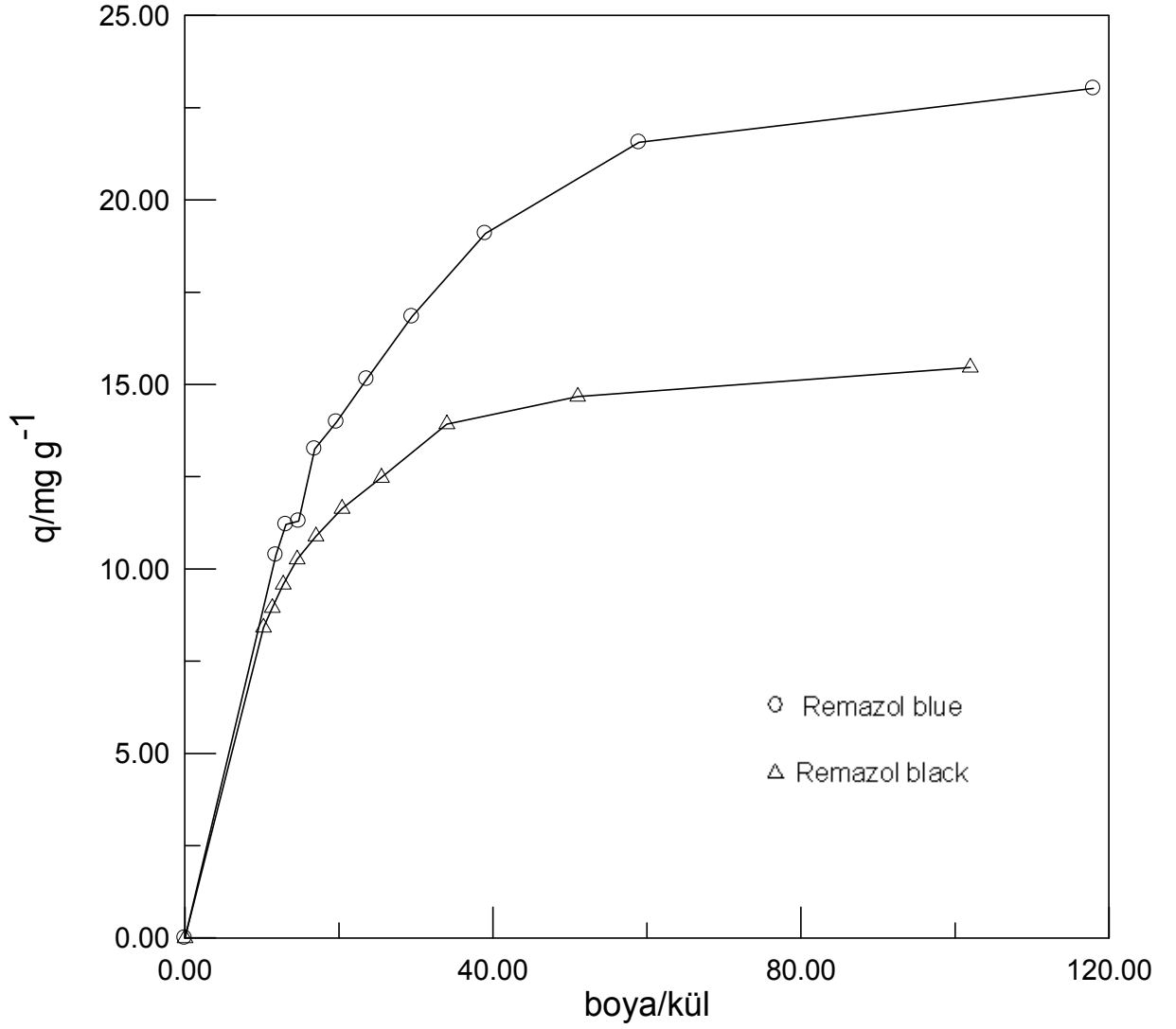
Şekil 5.11 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 60 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/kül oranına karşı değişimi:



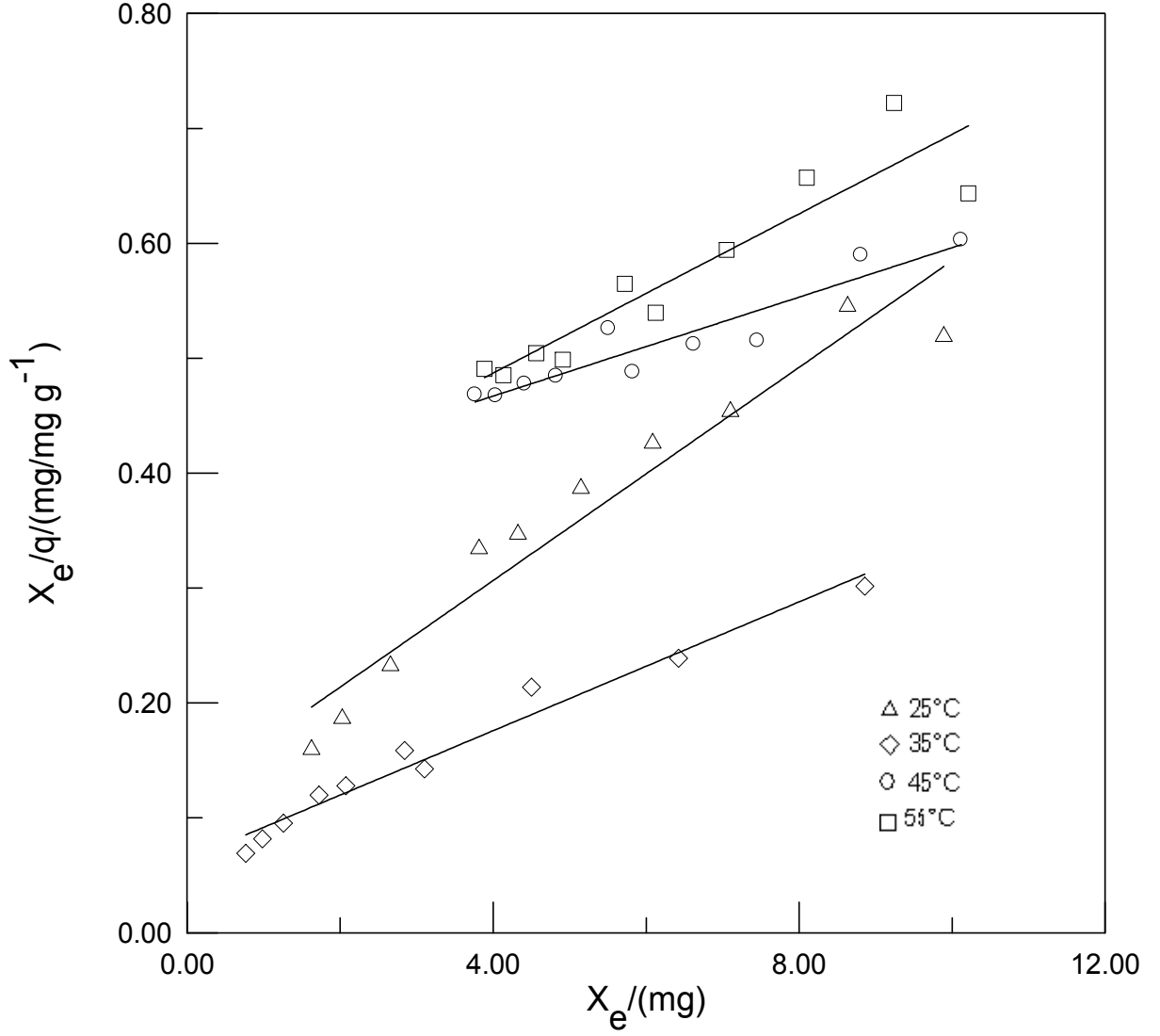
Şekil 5.12 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 75 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda boya/kül oranına karşı değişimi:



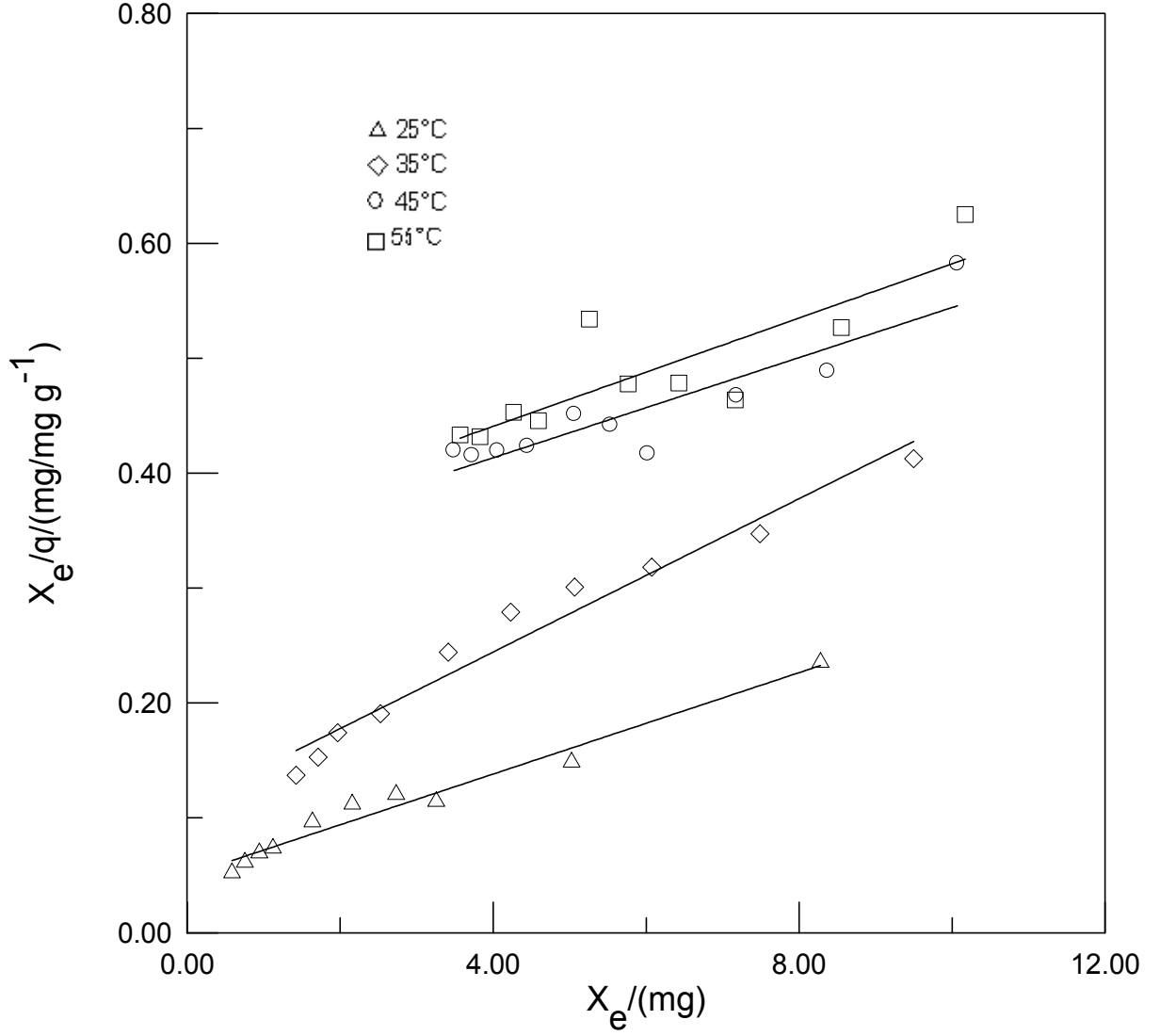
Şekil 5.13 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue ve remazol black tekstil boyasının 35°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda boya/kül oranına karşı değişimi:



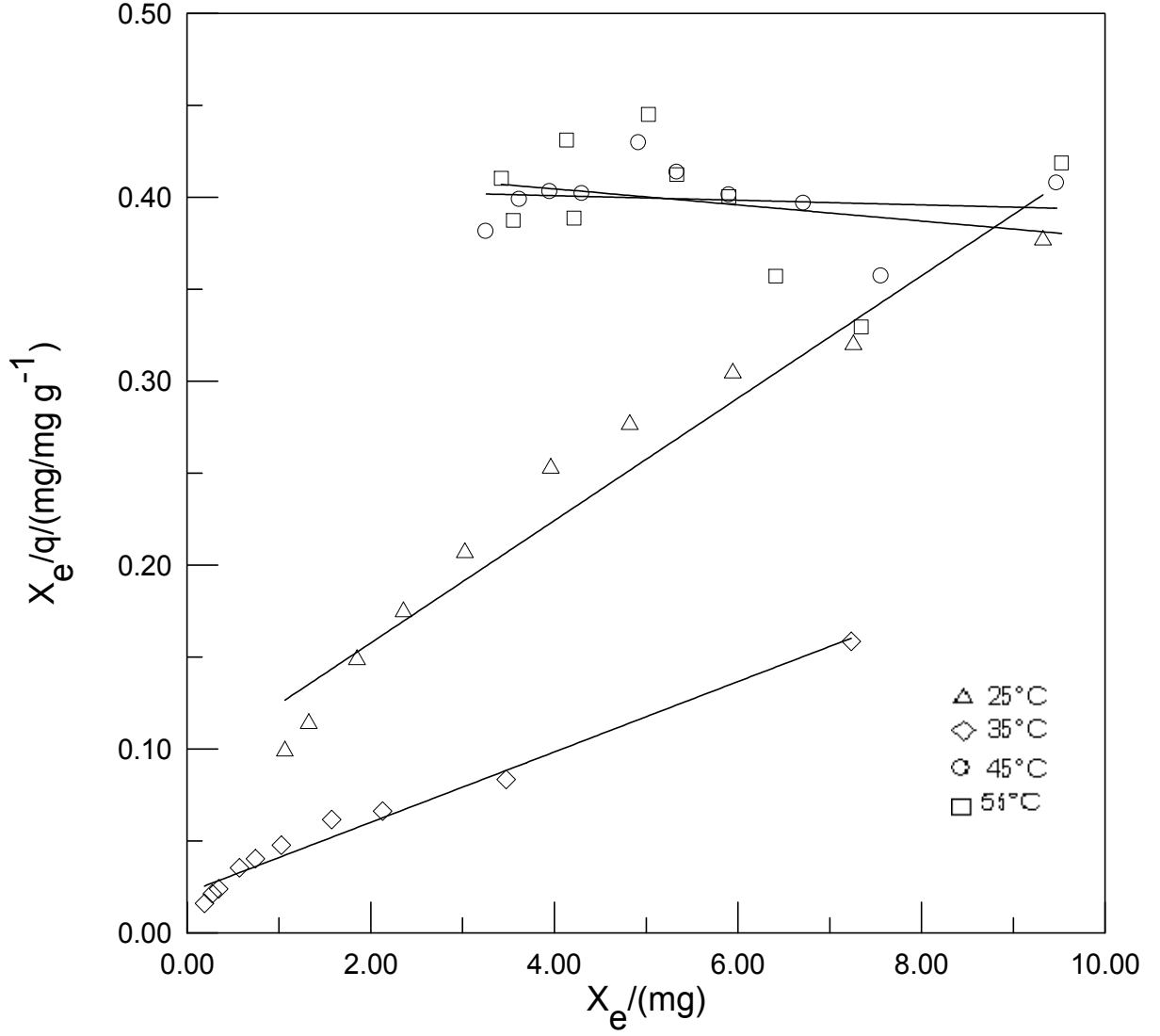
Şekil 5.14 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue ve remazol black tekstil boyasının 25°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda boya/kül oranına karşı değişimi:



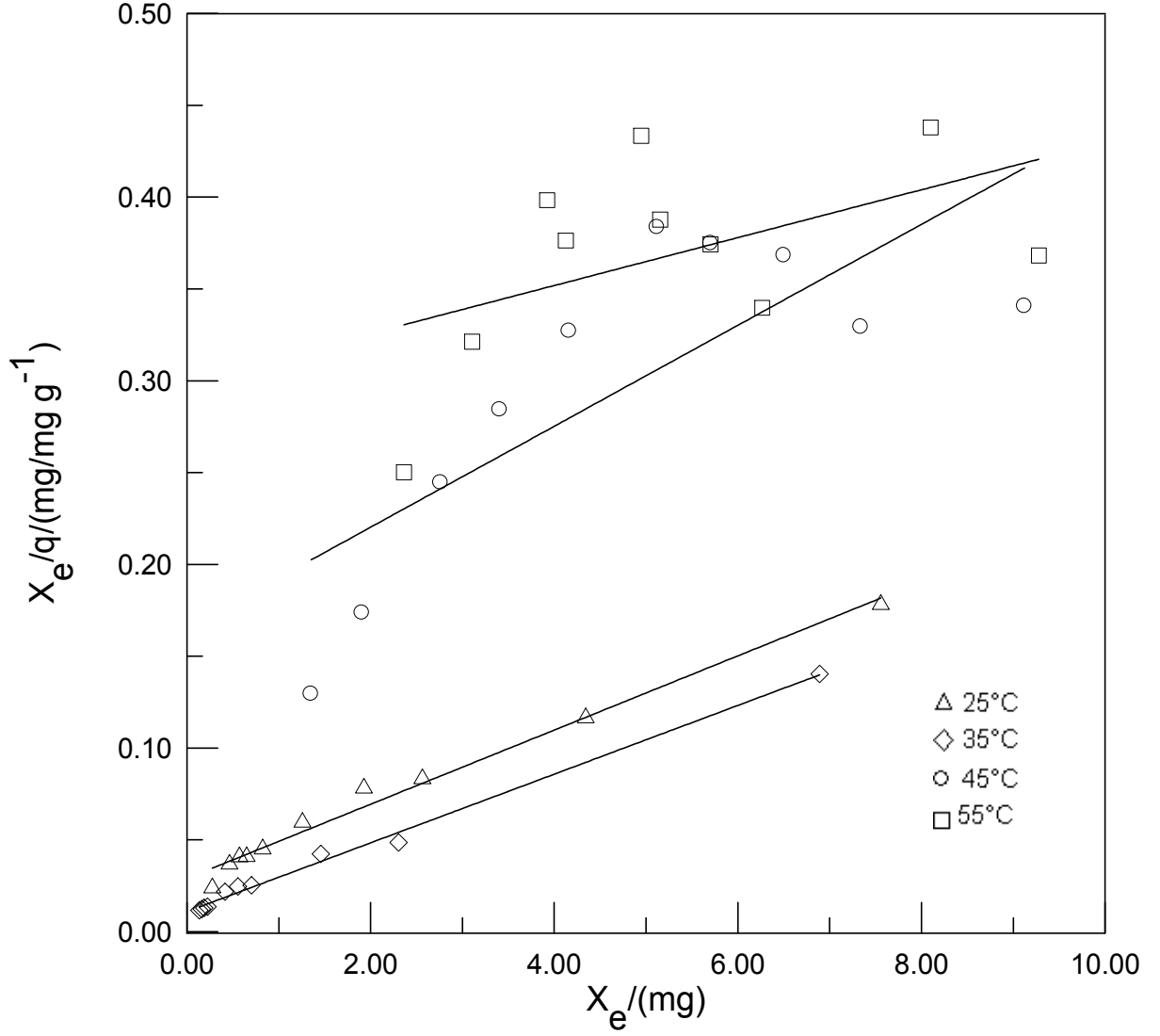
Şekil 5.15 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 15 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermeleri



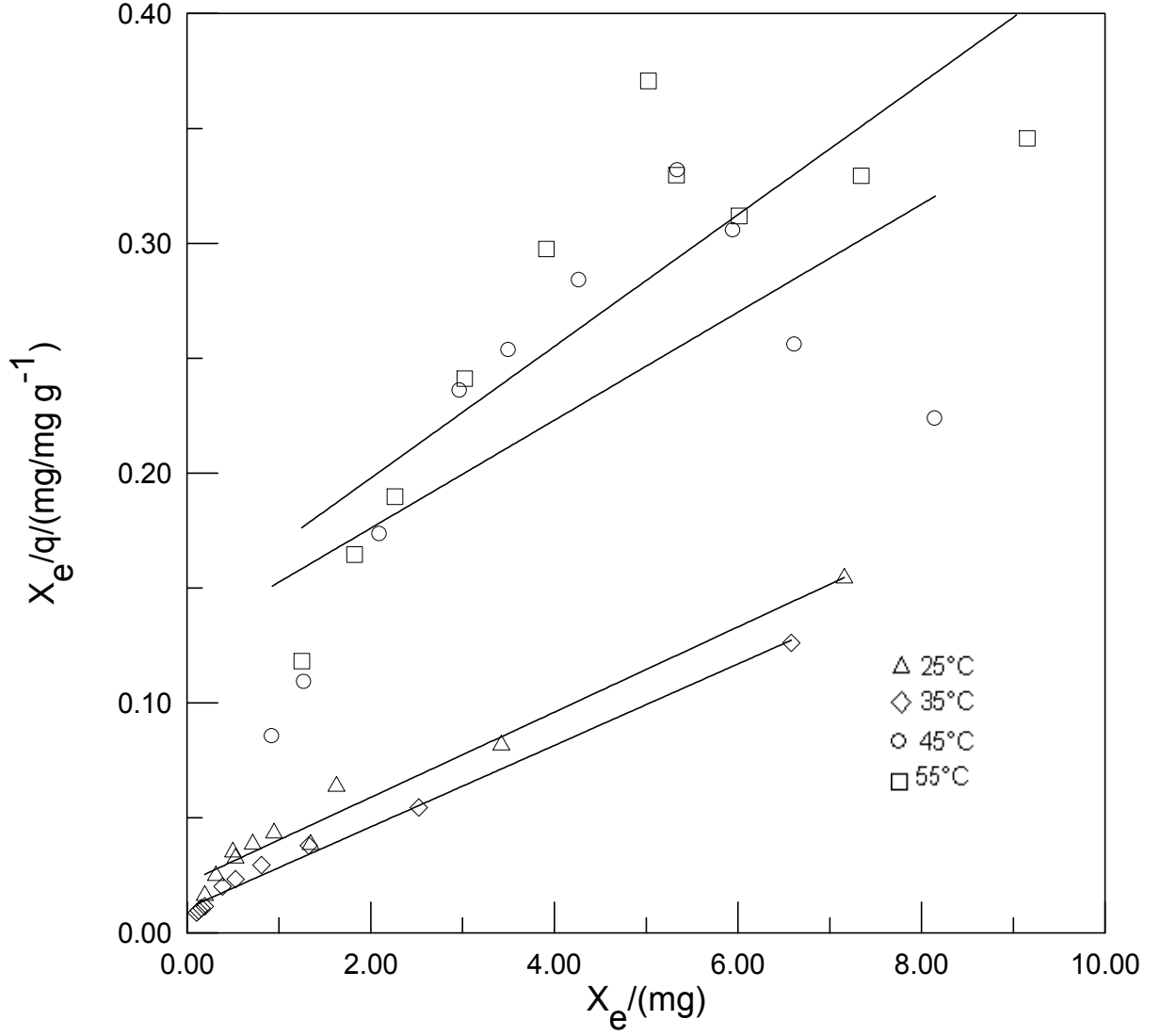
Şekil 5.16 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi



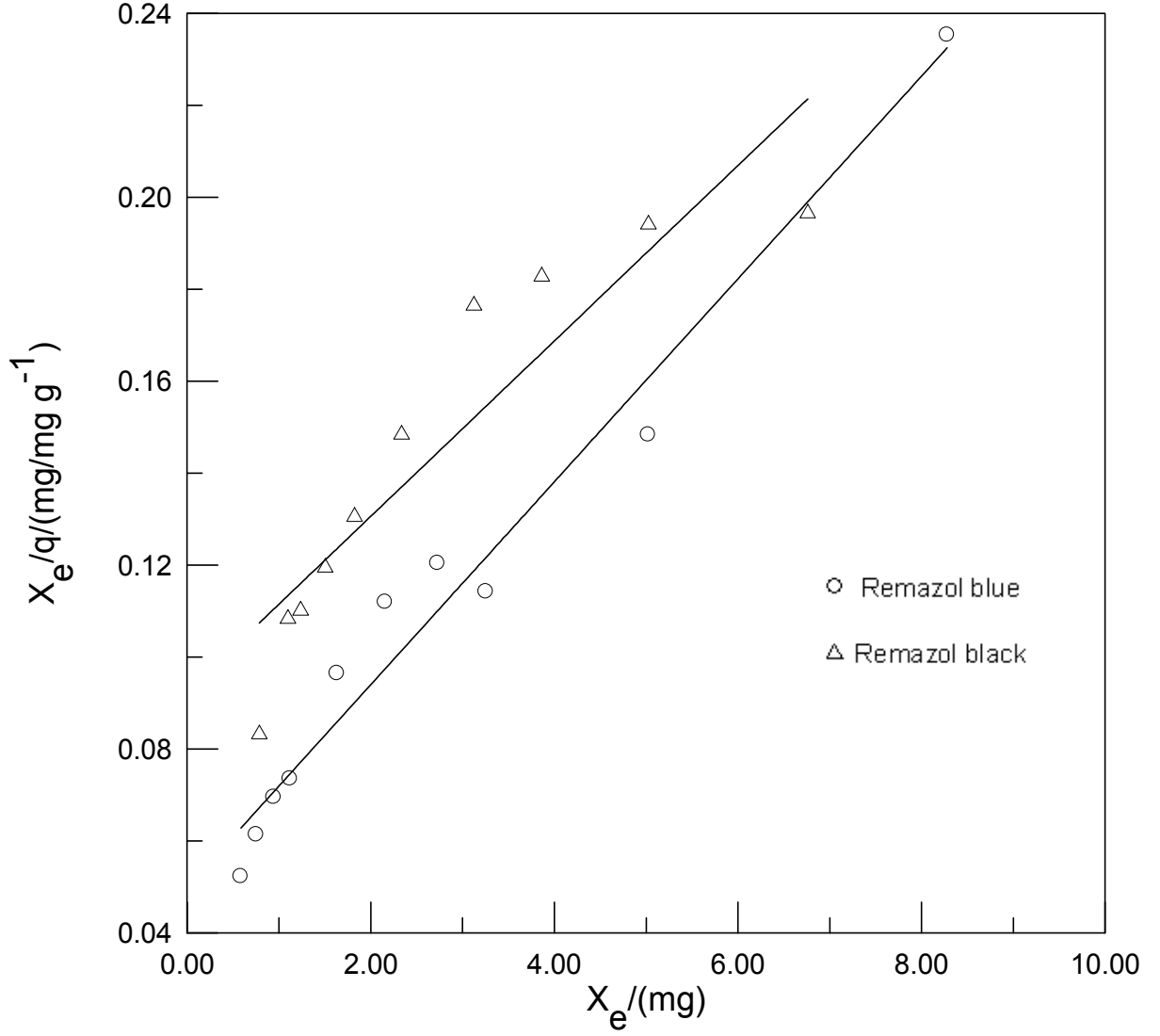
Şekil 5.17 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 45 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi



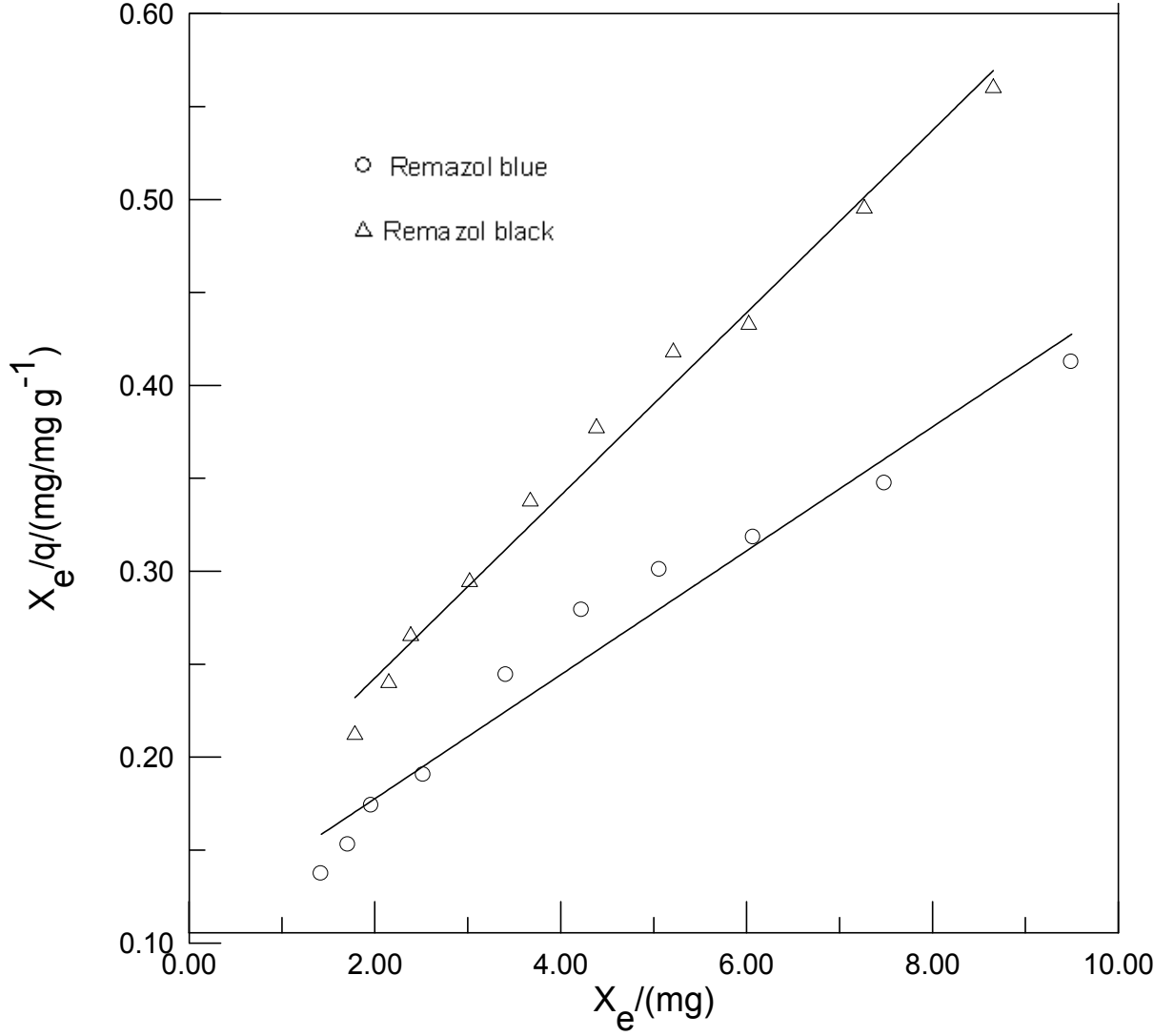
Şekil 5.18 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 60 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi



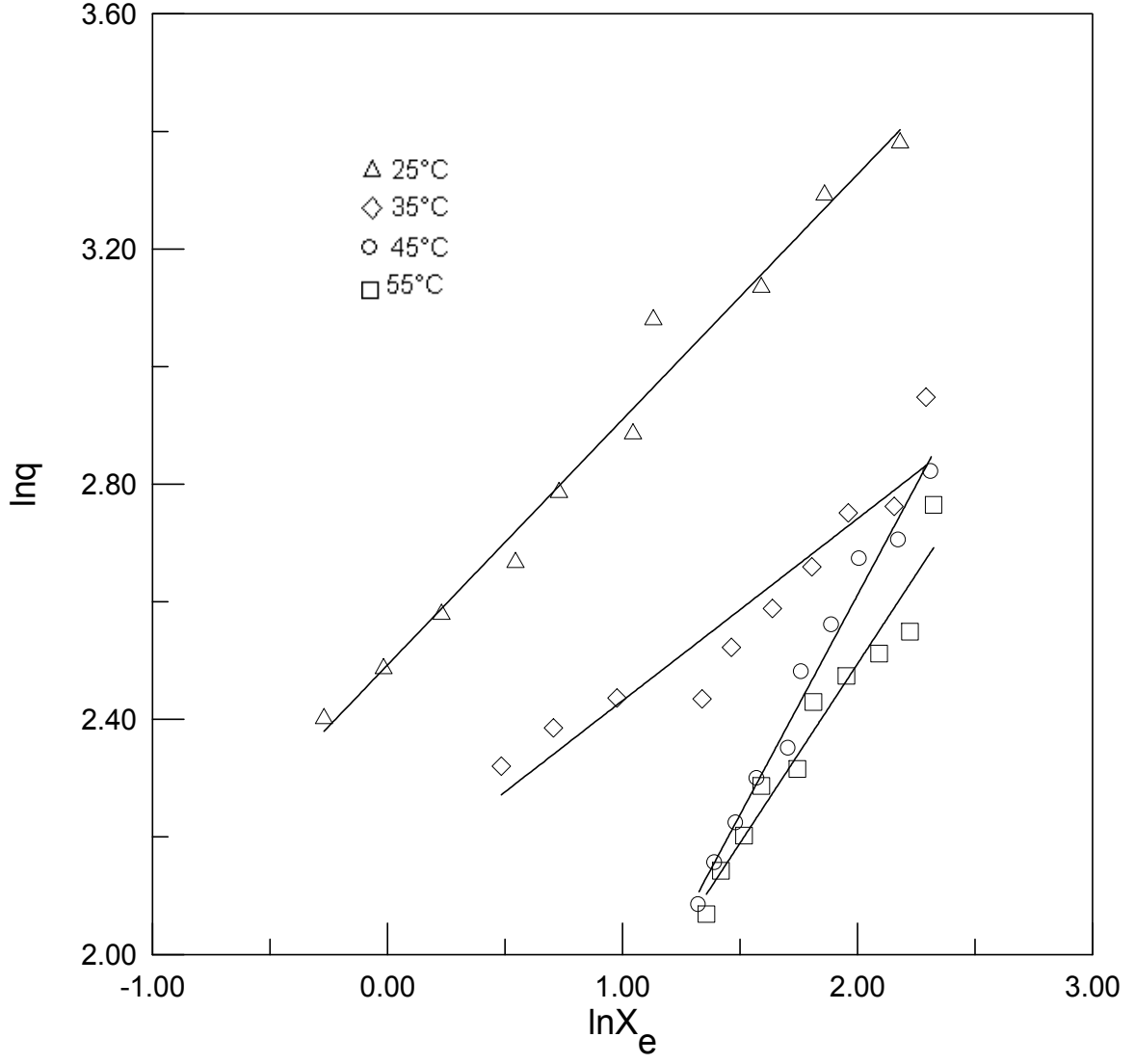
Şekil 5.19 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 75 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermi



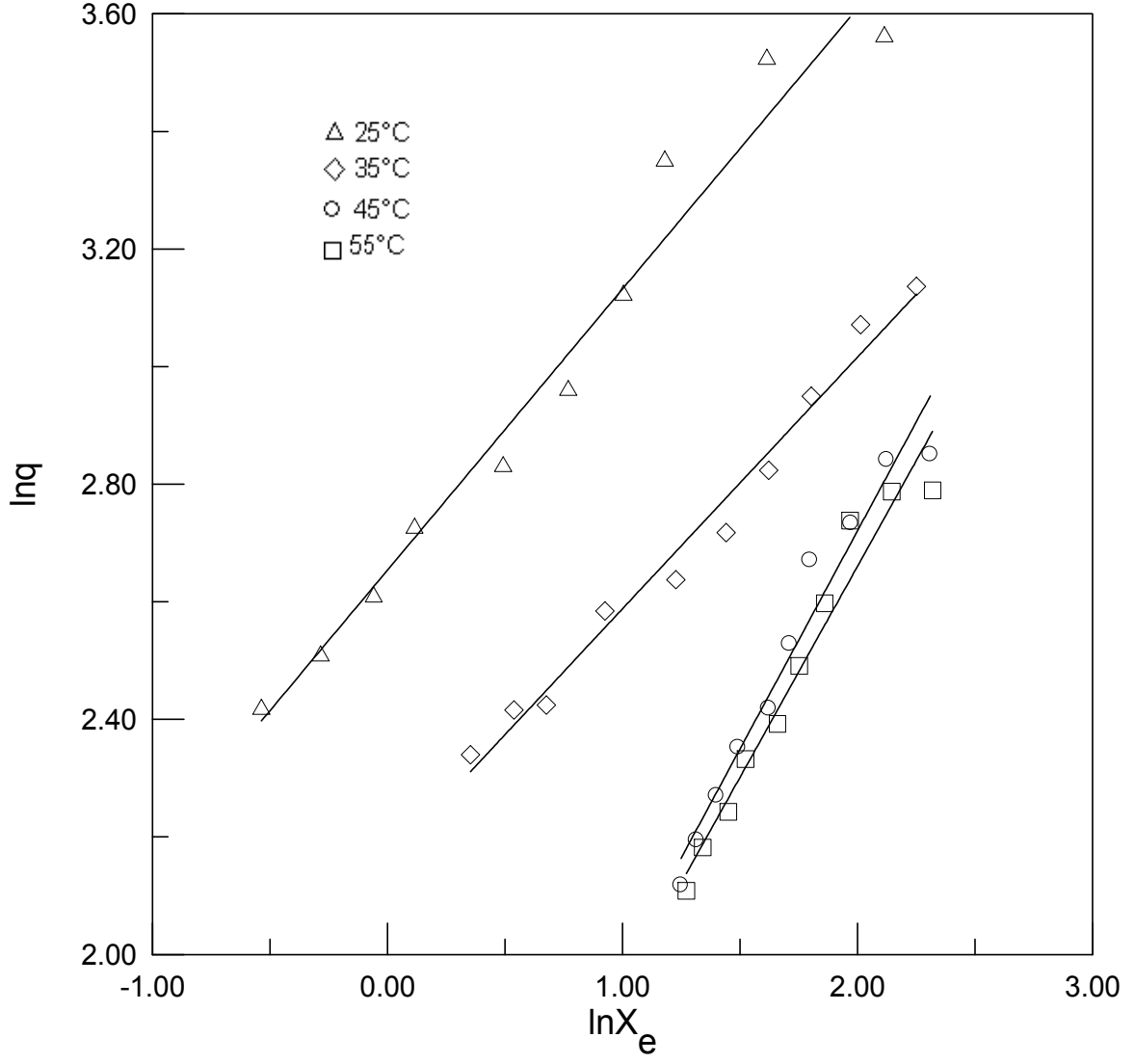
Şekil 5.20 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde 35°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle remazol blue ve remazol black tekstil boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermeleri



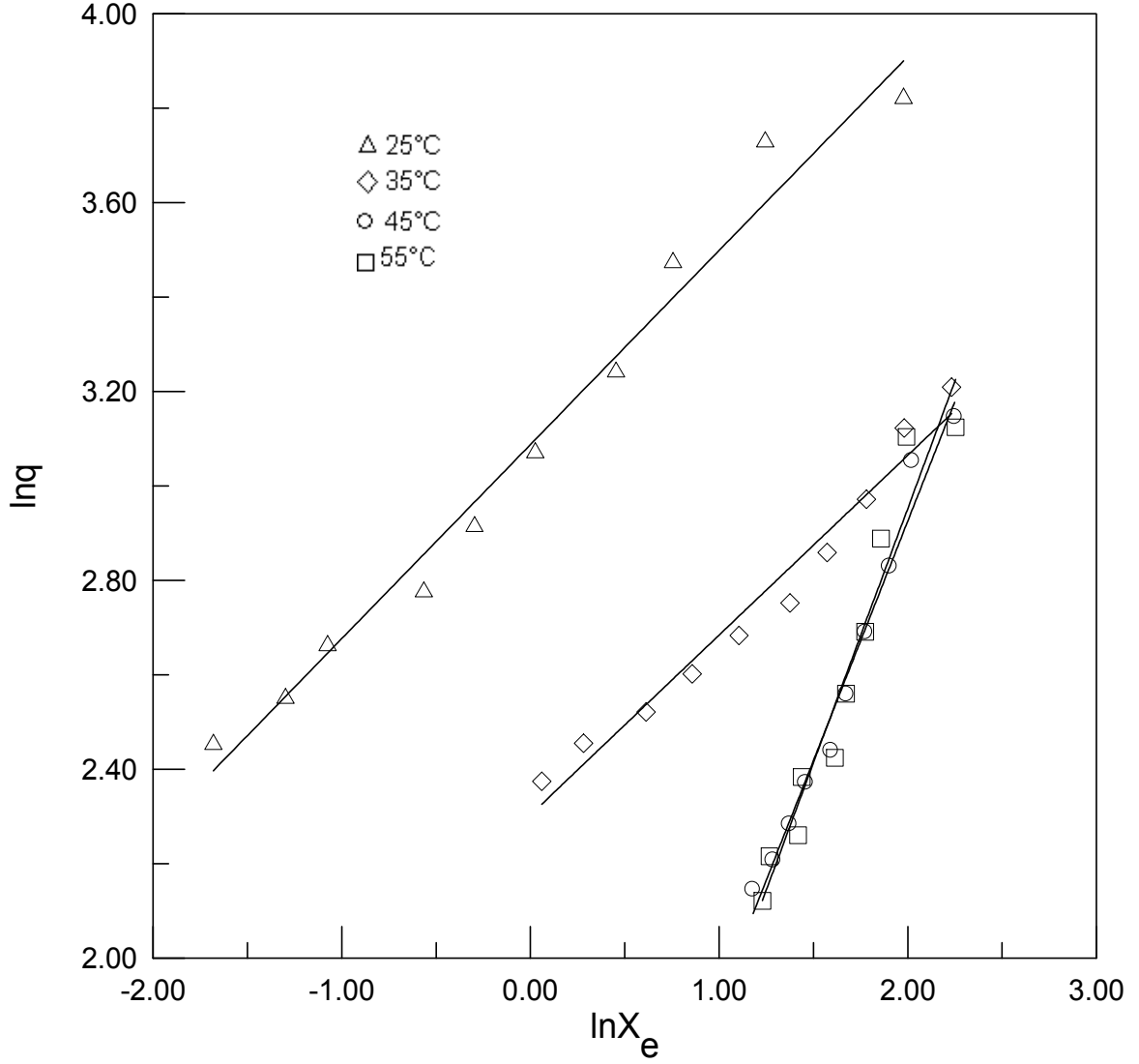
Şekil 5.21 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde 25°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle remazol blue ve remazol black tekstil boyasının adsorbsiyonuna ait Langmiur izotermeleri



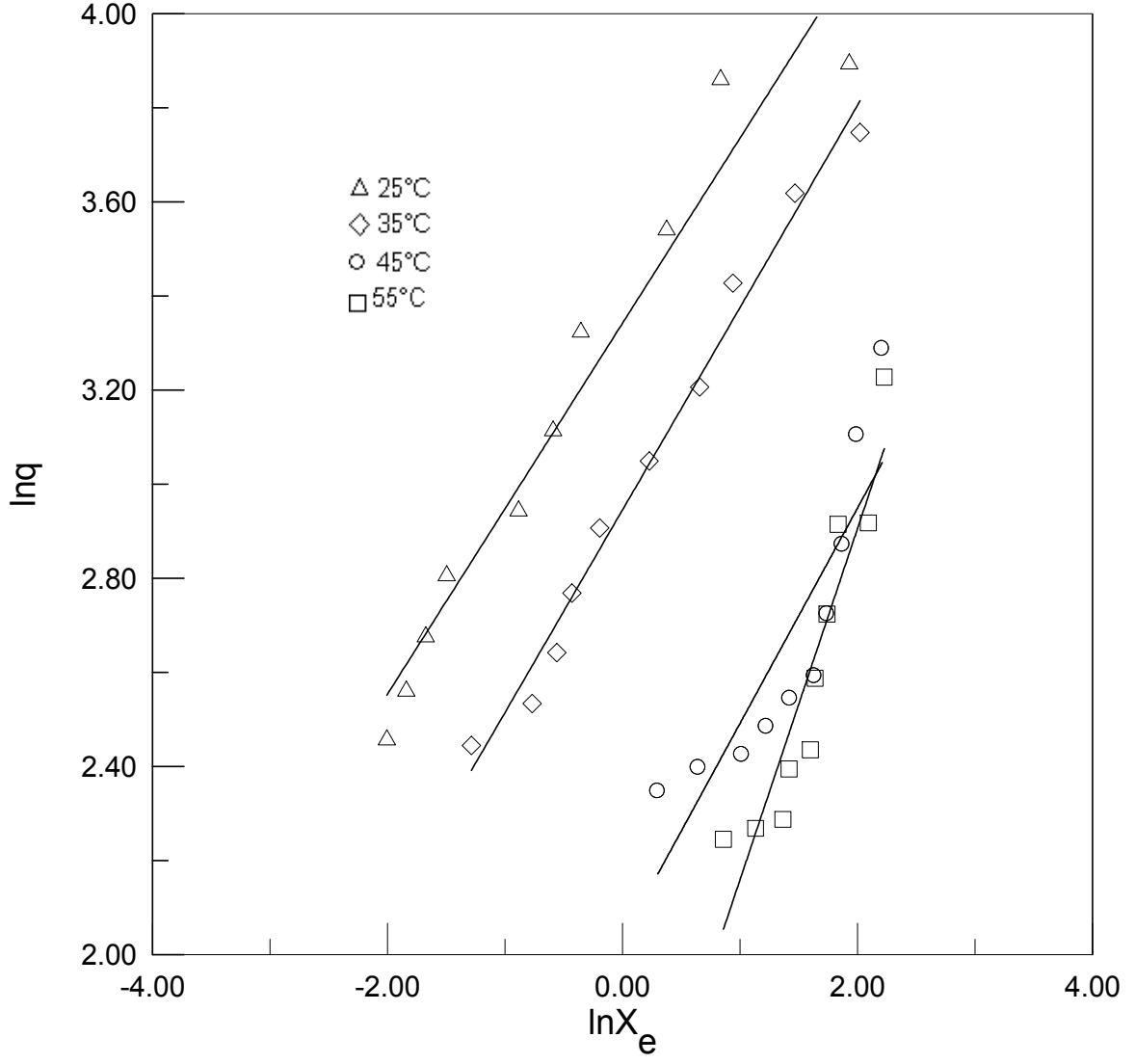
Şekil 5.22 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 15 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi



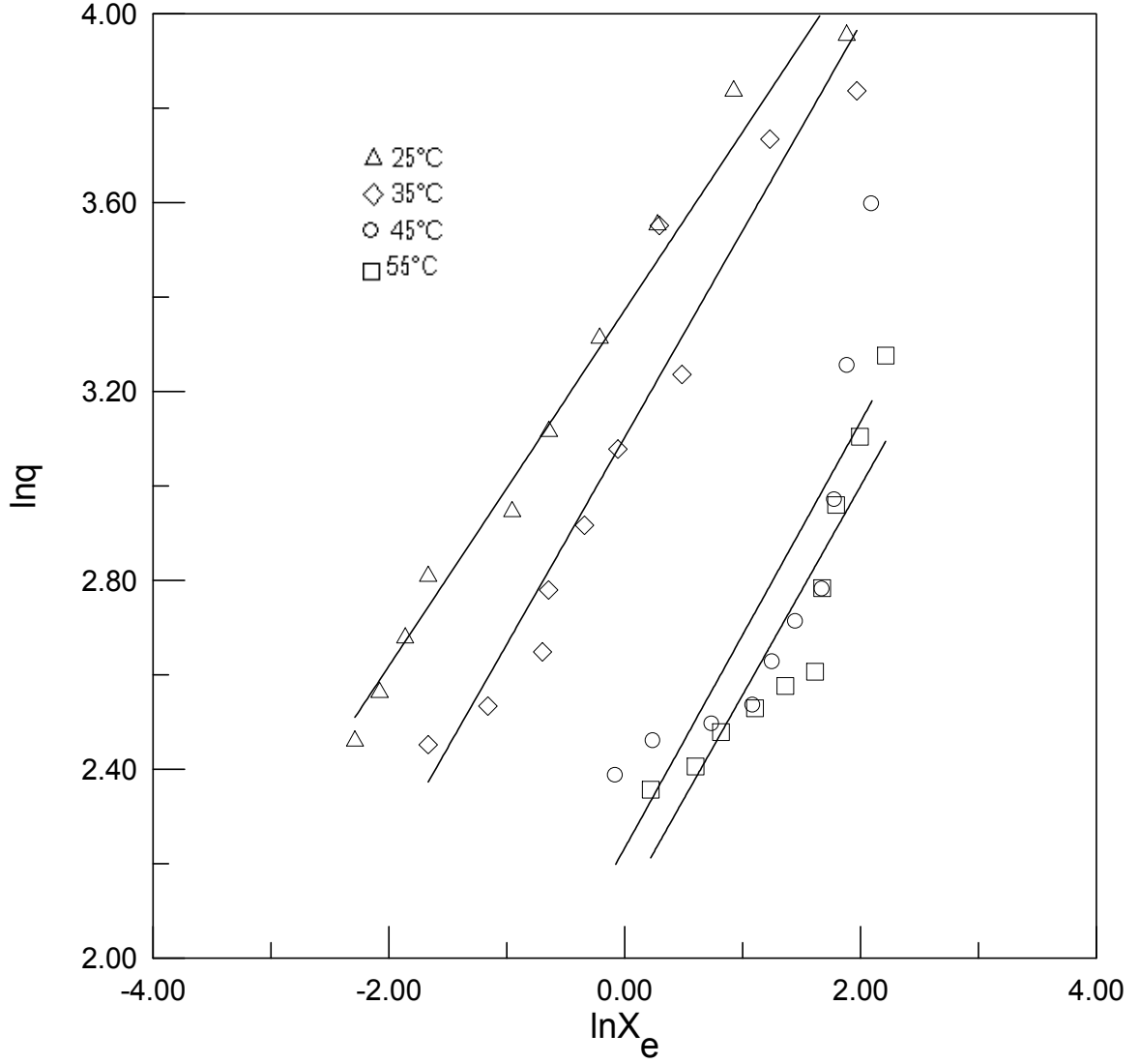
Şekil 5.23 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi



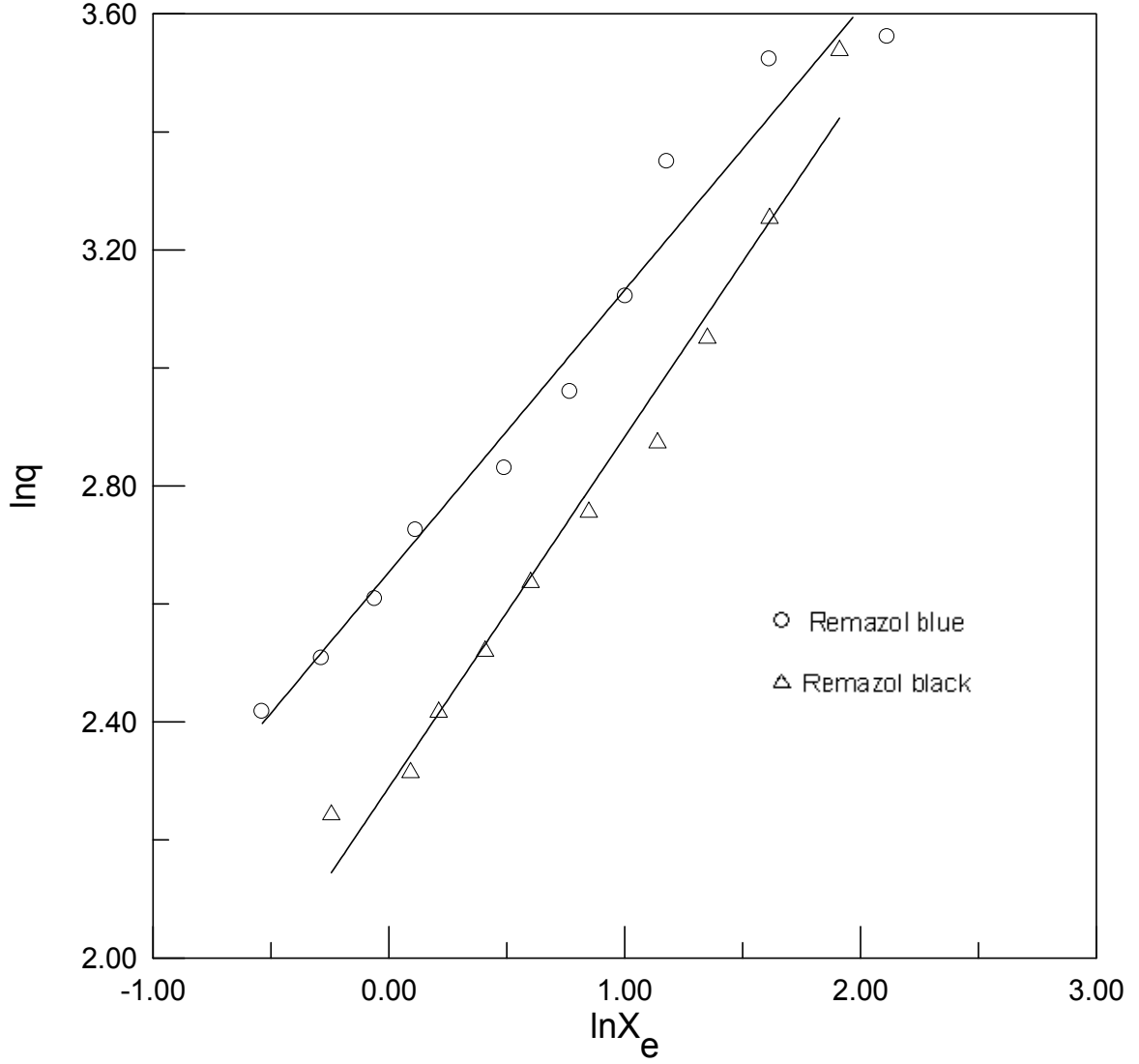
Şekil 5.24 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 45 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi



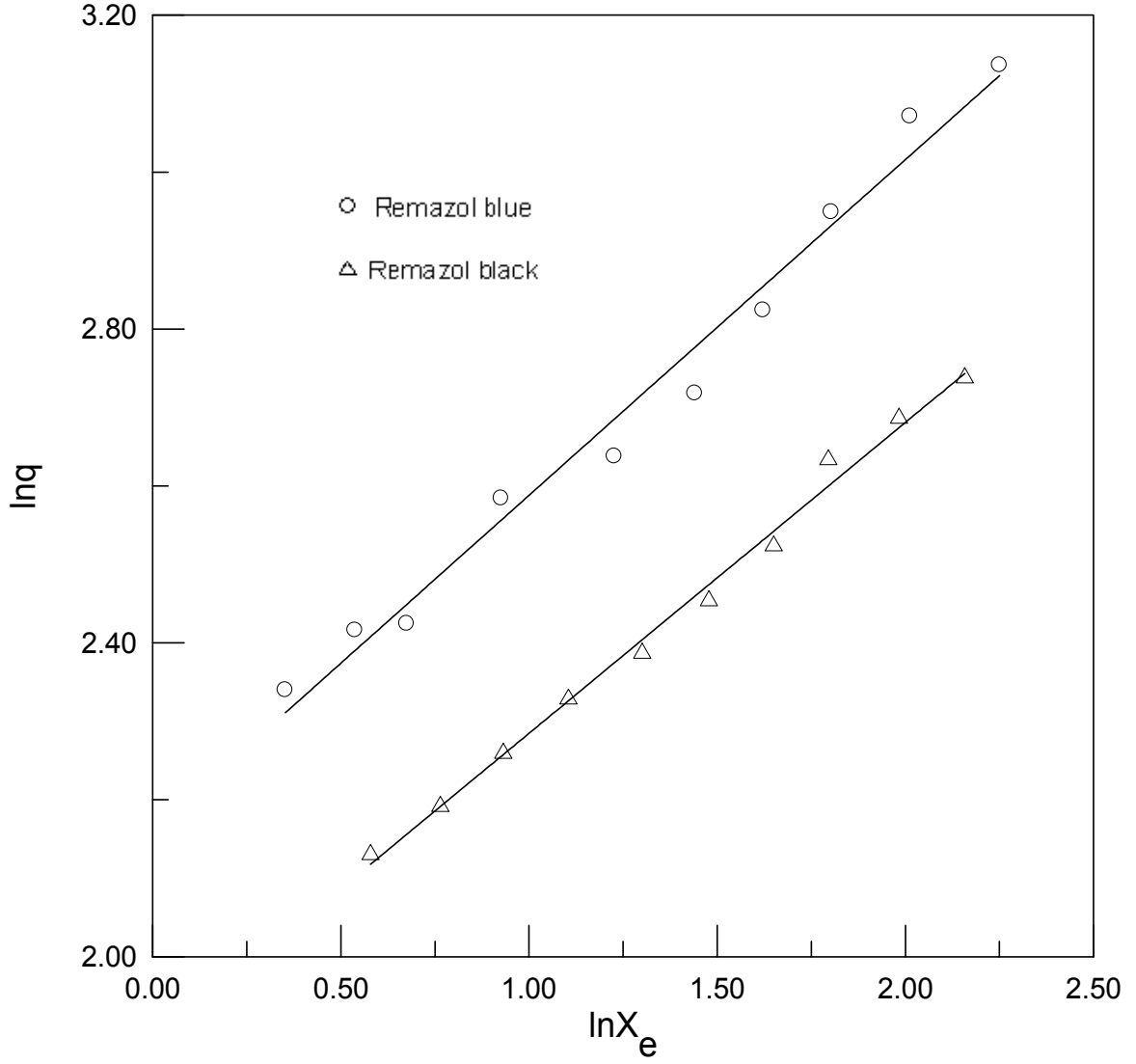
Şekil 5.25 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 60 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi



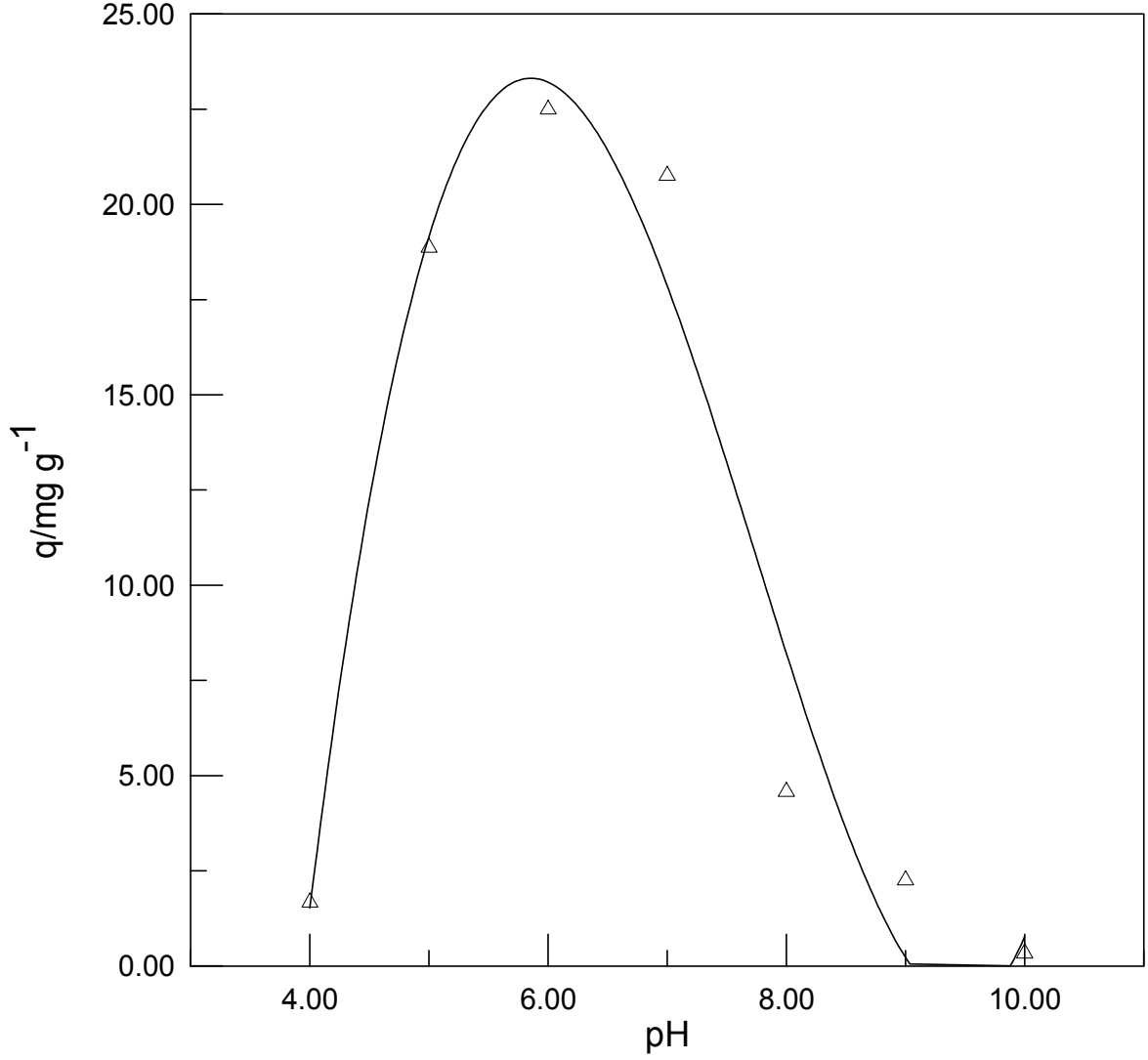
Şekil 5.26 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının farklı sıcaklıklarda 75 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermi



Şekil 5.26 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue ve remazol black tekstil boyasının 35°C sıcaklıkta 30dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermeleri

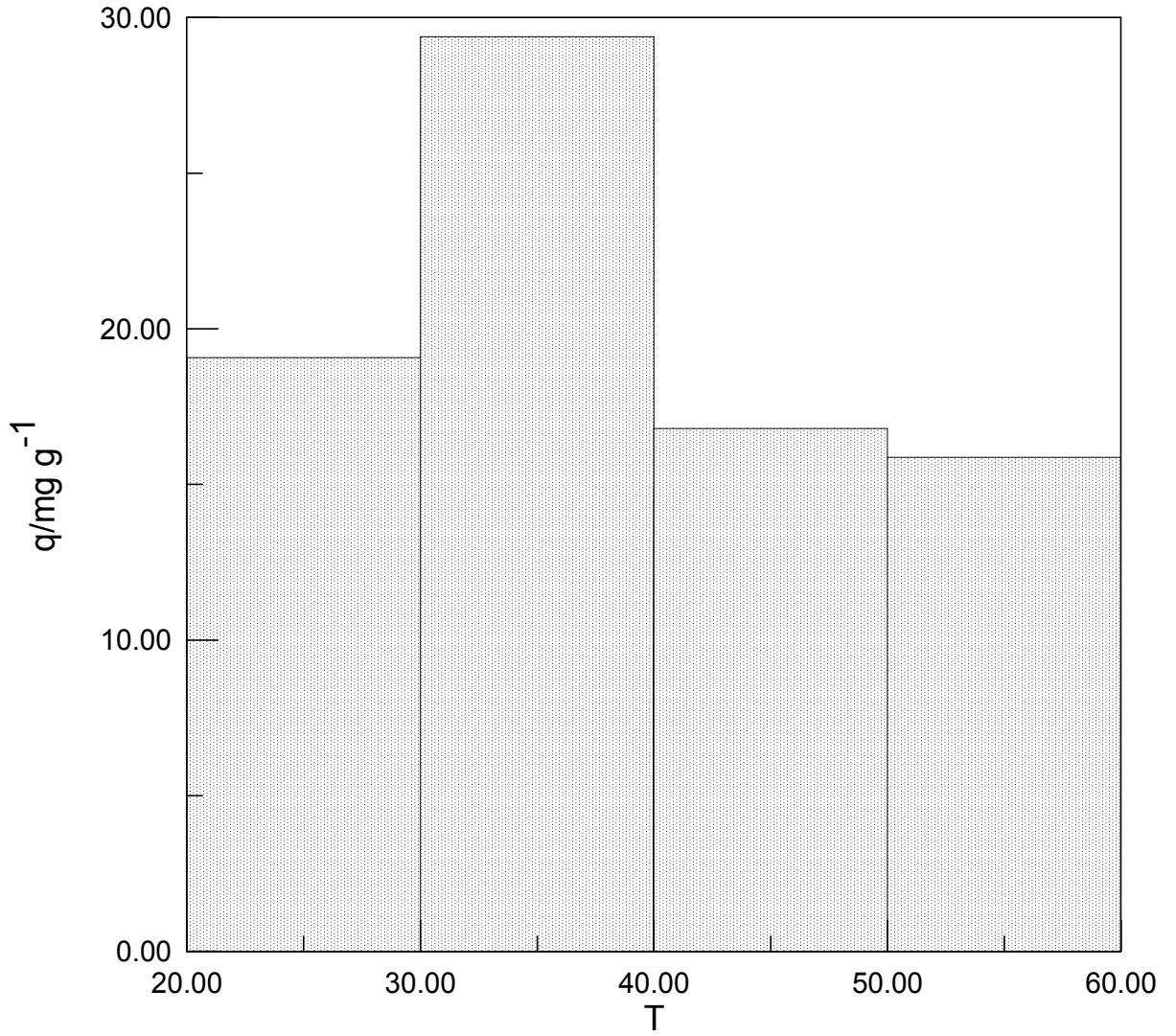


Şekil 5.27 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue ve remazol black tekstil boyasının 25°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle adsorbsiyonuna ait Freundlich izotermeleri

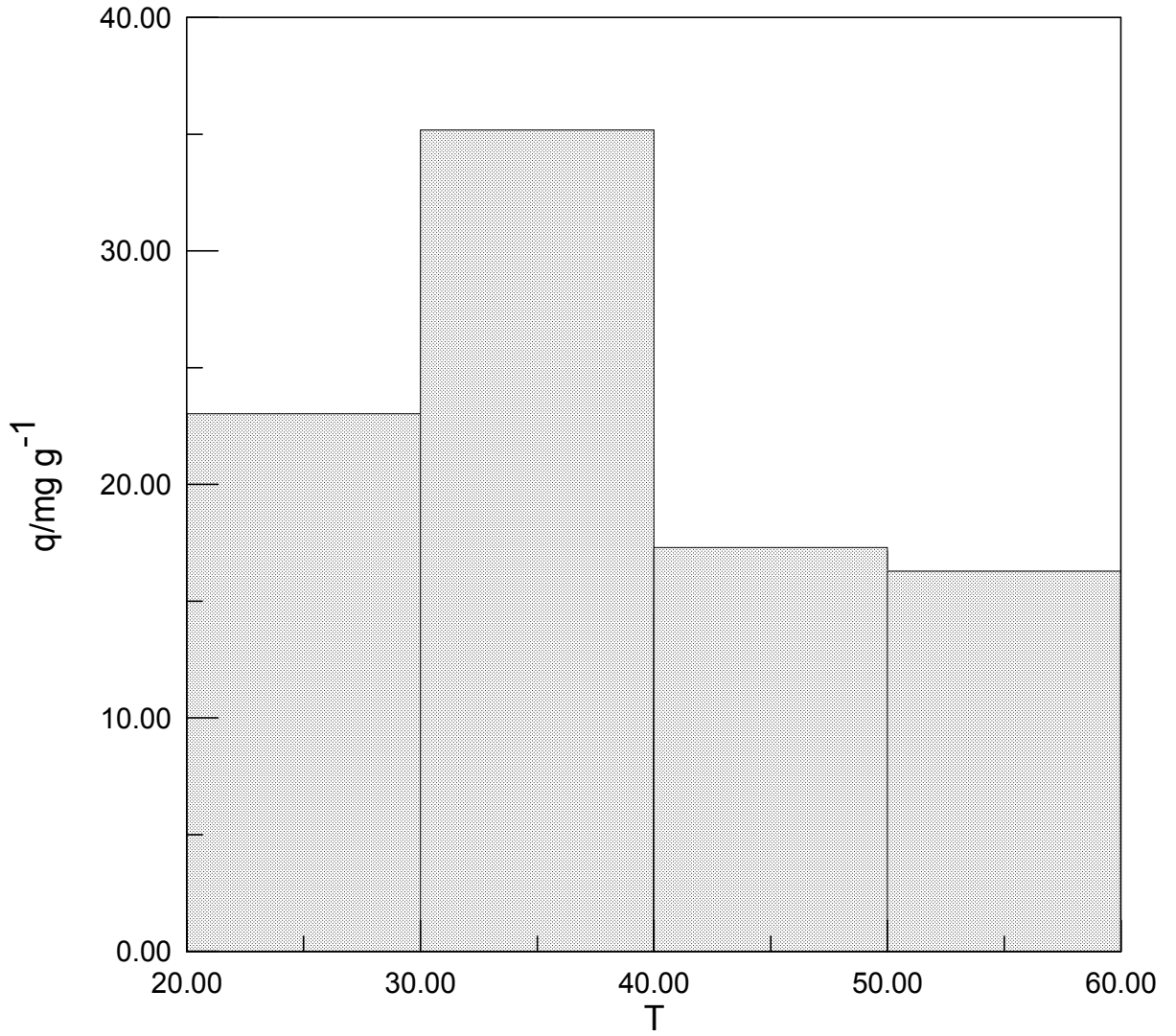


Şekil 5.28 600°C’de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 35 °C sıcaklıkta 60 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/\text{mg g}^{-1}$ ) denge durumunda pH’a karşı değişimi:

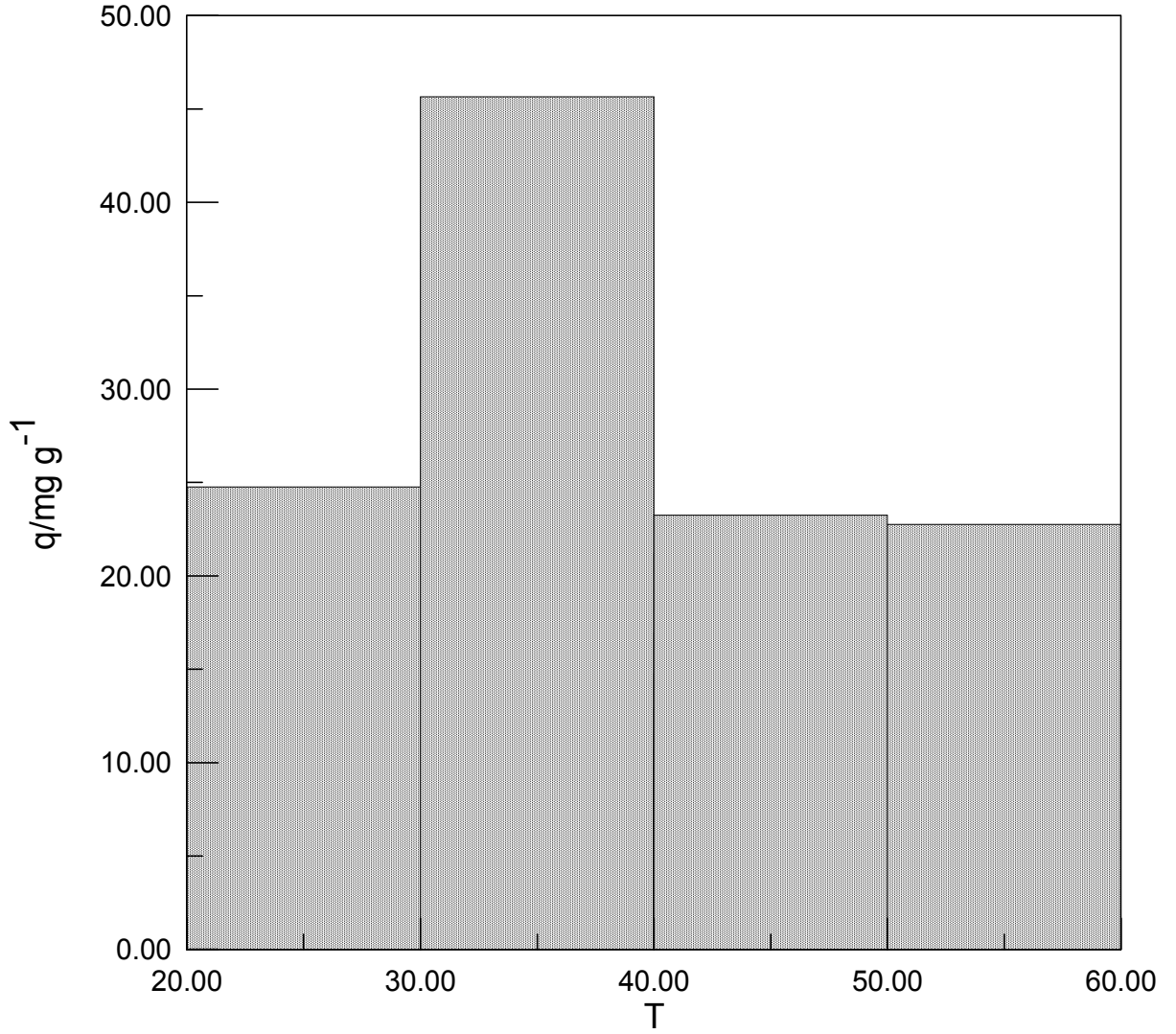
pH	q (mg g <sup>-1</sup> )
4	1,6696
5	18,8684
6	22,4932
7	20,7558
8	4,5762
9	2,2563
10	0,3348



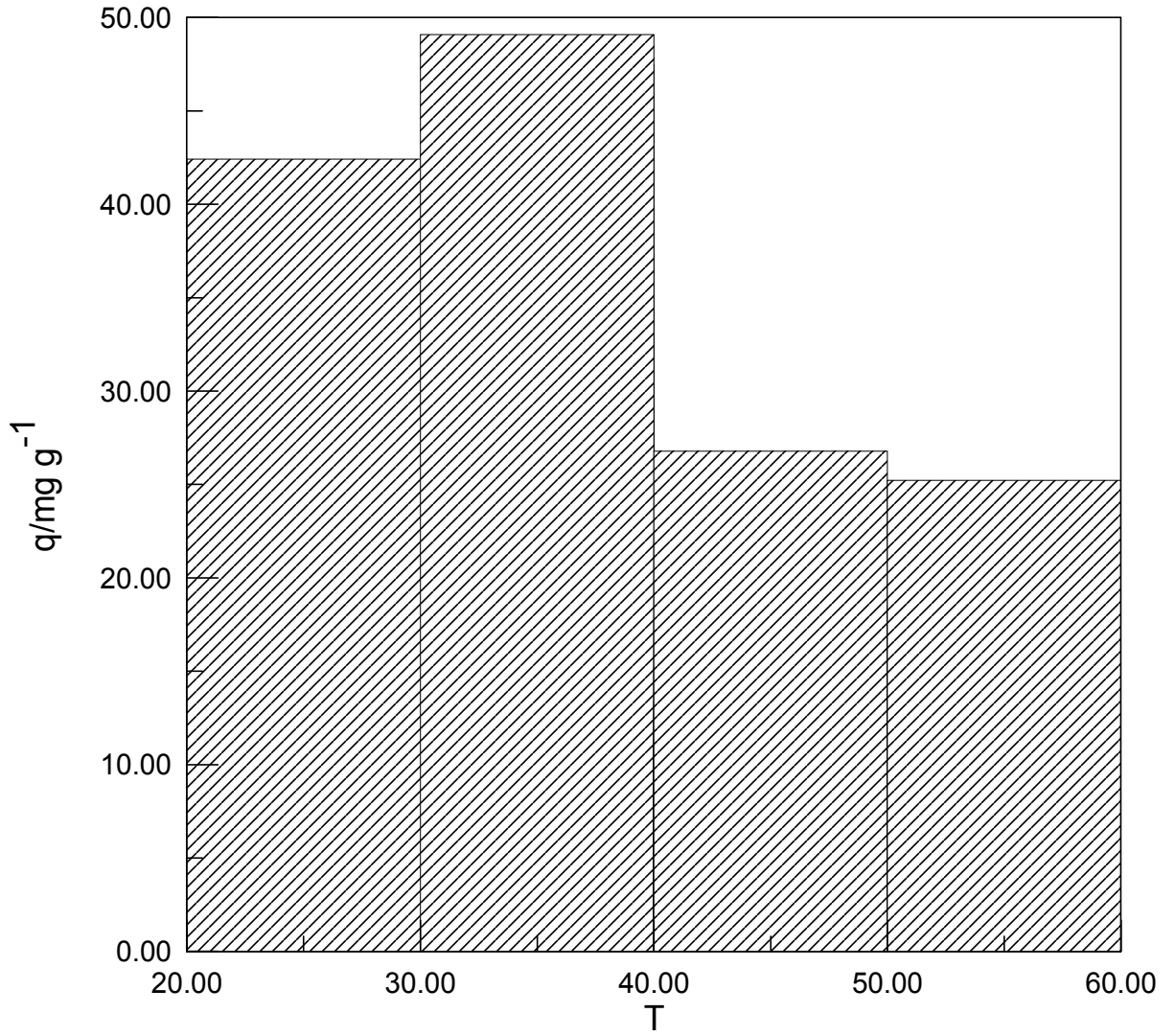
Şekil 5.29 600°C'de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 15 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda sıcaklığa ( $^{\circ}C$ ) karşı değişimi:



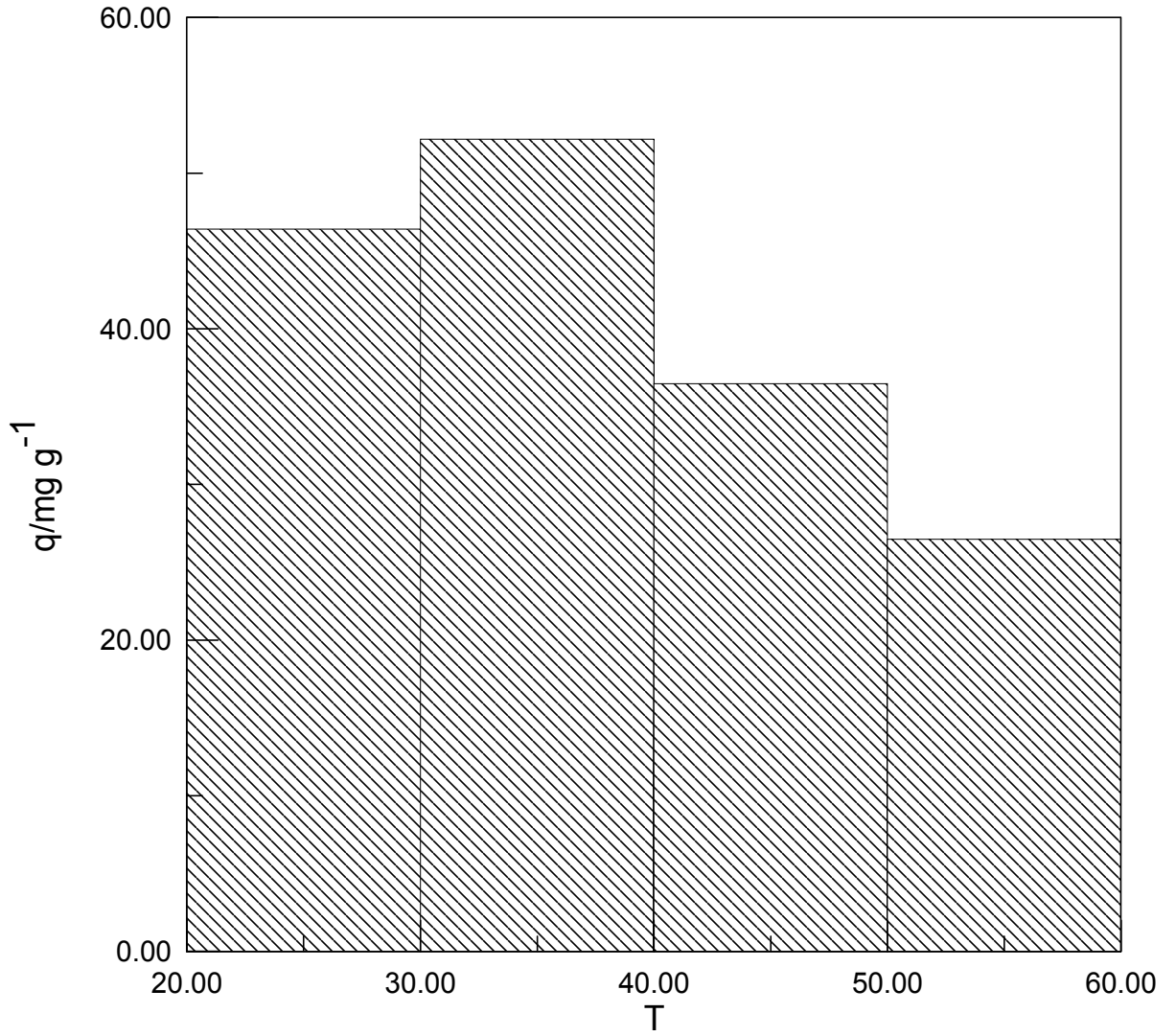
Şekil 5.30 600°C'de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 30 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda sıcaklığa ( $^{\circ}C$ ) karşı değişimi:



Şekil 5.31 600°C'de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 45 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda sıcaklığa ( $^{\circ}C$ ) karşı değişimi:



Şekil 5.32 600°C'de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 60 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg g^{-1}$ ) denge durumunda sıcaklığa ( $^{\circ}C$ ) karşı değişimi:



Şekil 5.33 600°C'de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol blue tekstil boyasının 75 dakika süreyle 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda sıcaklığa ( $^{\circ}C$ ) karşı değişimi:

## 5.TARTIŞMA

Tablo 4.1-4.5'deki değerler sayesinde çizilen şekil 5.1-5.5 , 600 °C'de küllendirilen portakal kabuğu külü üzerinde remazol mavi tekstil boyasının ve tablo 4.6-4.7'deki değerler sayesinde çizilen şekil 5.6-5.7 , aynı adsorban üzerinde remazol mavi ve remazol siyah tekstil boyalarının, 1g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarlarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda çözültideki adsorbat miktarına ( $X_e /mg$ ) karşı değişimini göstermektedir.

Burada 15, 30, 45, 60, 75 dakikalık sürelerde 25 °C, 35 °C, 45 °C, 55 °C sıcaklıklarda adsorpsiyon gözlenmiştir. Şekil 5.6 ve 5.7' ye bakıldığında veriler en sonunda siyah boya için de yatay çizgide bulunmaktadır. Bu durum adsorpsiyonun portakal kabuğu külü üzerinde adsorbanın tek tabakasının oluştuğunu ifade eder. Tüm zaman ve sıcaklık için çizilen  $q-X_e$  grafiklerinde en yüksek adsorpsiyon değerine ( $q$ ) 35 °C' de ve 60 dakikada ulaşıldığı gözlenmiştir.

Tablo 4.8-4.12'deki değerlere göre çizilen şekil 5.8-5.12 de 1g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda boya/kül oranına karşı değişimi de adsorbanın adsorplama kapasitesinin en fazla 35 °C' de ve 60 dakikada olduğu gözlenmektedir.

Şekil 5.29-5.33' te çizilen 1g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarının ( $q/mg\ g^{-1}$ ) denge durumunda sıcaklığa karşı değişimi de 35 °C' nin portakal kabuğu külünün mavi tekstil boyası için adsorban olarak kullanımında uygun sıcaklık olduğu fikrini desteklemekte ve pekiştirmektedir. Şekil 5.13 ve 5.14'e baktığımızda portakal kabuğu külünün mavi boya için daha iyi bir adsorban olduğu söylenebilir.

Tablo 4.15-4.21'deki değerler şekil 5.15-5.21'de lineer adsorpsiyon grafiği olarak çizilmiştir. Bu doğrusal grafikler sayesinde ulaşılan Langmiur sabitleri ve elde edilen parametreler Tablo 4.29-4.35'te gösterilmiştir.

Freundlich izotermi (şekil 5.22-5.28) tablo 4.22-4.28 sayesinde çizilmiş ve pozitif eğimli doğrusal grafikler elde edilmiştir.

Tablo 4.29-4.35'te bulunan değerlere göre, tek tabaka kapasitesi ( $q_m$ ) süre arttıkça artmaktadır. 35 °C'de süreye bağlı olarak tek tabaka kapasitesi ( $q_m$ ) düzenli bir şekilde artarken, sıcaklık 45 °C ve 55 °C olduğunda  $q_m$  değerleri düzensizlik göstermiştir. Sıcaklık arttıkça adsorpsiyonun derecesinin azaldığı gözlenmiştir.

Tek tabaka kapasitesi ( $q_m$ ) değerleri 35 °C sıcaklıkta 15, 30, 45, 60 ve 75 dakikalık sürelerde 35,8640, 45,2489, 52,3286, 53,4759, 56,4653 mg/g olarak belirlenmiştir. Ayrıca

şekil 5.29-5.33'e baktığımızda 1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarı 35 °C sıcaklıkta en fazladır. Buna göre portakal kabuğu külüne mavi tekstil boyasının adsorpsiyonunda 60 dakikanın yeterli süre olduğu ve 35 °C sıcaklığın da uygun sıcaklık olduğu söylenebilir.

Tablo 4.6 ve 4.7'deki verilerden elde edilen şekil 5.6, 5.7, 5.20, 5.21 gösteriyor ki portakal kabuğu külü mavi boya için daha iyi bir adsorbandır. Bunun sebebi siyah boyanın mol kütesinin mavi boyanınkinden daha fazla ve molekül yapısının daha dallanmış olmasıdır.(sayfa:5)

Yine düşük sürelerdeki  $q_m$  değerlerine baktığımızda sıcaklığın artmasıyla adsorpsiyon yüzdesi de artmaktadır. Bu nedenle adsorpsiyonsüresi kısa tutulduğunda sıcaklığın göreceli artırılması uygun olabilir.

$\Delta G_{ads}^0$  değerlerine baktığımızda -770,5445 joule/mol ile -1346,7073 joule/mol arasındadır. Değerlerin negatif olması adsorpsiyonun kendiliğinden olduğunu göstermektedir.

Optimum renk giderim ortamının saptanması için farklı kütlelerde portakal kabuğu külü farklı pH'larda kullanılmıştır. Şekil5.28'de görüldüğü gibi maksimum adsorpsiyon kapasitesine pH 6-7'de ulaşılmıştır. Bu durumda portakal kabuğu külünün nötr ortamlarda mavi tekstil boyası için uygun bir adsorban olduğu söylenebilir.

Literatüre baktığımızda adsorban ve adsorbat türüne göre adsorpsiyon pH'ı değişmektedir. Belli pH'ta veya pH aralığında adsorpsiyon yapılmıştır. Bu yüzden adsorpsiyon prosesinden önce pH tespitinin yapılması uygun olacaktır.

Sonuç olarak; boyarmadde içeren atık suların renklerinin giderilmesinde portakal kabuğundan da bazı tarımsal yan ürünler gibi arıtmada harcanacak kimyasal madde maliyeti de hesaba katılarak faydalanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

## ÖZET

Bu çalışmada tekstil endüstrisinde kullanılan remazol blue boyasının giderimi için adsorban olarak portakal kabuğunun kullanımı incelenmiştir. Ayrıca mavi boyanın adsorpsiyonu için uygun zaman ve sıcaklık belirlenmiştir.

Optimum renk giderim ortamının saptanması için farklı kütlelerde portakal kabuğu külü farklı pH'larda kullanılmıştır. Maksimum adsorpsiyon kapasitesine pH 6-7'de ulaşılmıştır. pH değeri belirlendikten sonra farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 ve 1,0 gram portakal kabuğu külü kullanılmıştır.

Adsorpsiyon denge süresi 15-75 dk. zaman aralığında belirlenmiştir. Adsorpsiyon dengesine ise yaklaşık 60 dakikada ulaşılmıştır. Bu sürenin sonunda adsorpsiyon kapasitesinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Bunun nedeni adsorban yüzeyinin belirli bir derişimden sonra boya molekülleri ile doygunluğa ulaşması olarak açıklanabilir.

1 g adsorban tarafından adsorplanan adsorbat miktarı 35 °C sıcaklıkta en fazladır. Buna göre portakal kabuğu külüne mavi tekstil boyasının adsorpsiyonunda 60 dakikanın yeterli süre olduğu ve 35 °C sıcaklığın da uygun sıcaklık olduğu söylenebilir.

$\Delta G_{ads}^0$  değerlerine baktığımızda -770,5445 joule/mol ile -1346,7073 joule/mol arasındadır. Değerlerin negatif olması adsorpsiyonun kendiliğinden olduğunu göstermektedir.

Çalışmada elde edilen tüm sonuçlar göz önüne alındığında; portakal kabuğu külünün sulu çözeltilerden boyar madde gideriminde etkili bir adsorban olarak kullanılabileceği söylenebilir.

## SUMMARY

In this study the adsorption of remazol blue dye, which is used in textile industry, on orange hull ash from its solution, was studied. The adsorption temperature and the period of time were discussed as well.

From the amount of 0,1g to 1,0g of orange hull ash were used at different temperature and for the period of time as adsorbent. Firstly suitable pH value was determined as 6-7. At 6-7 pH value the adsorption of dye from the solution reached maximum capacity.

The equilibrium time was determined between 15 and 75 minutes. The adsorption equilibrium was reached about 60 minute's period. After this period of time there was no little change on the capacity of adsorbent. That's why the adsorbent surface is saturated with dye molecules above some concentration of the solution.

The quantities of adsorbate adsorbed by 1g of adsorbent were reached the highest values at 35 °C. Thus we may say that about 60 minutes period is enough for the adsorption of blue dye and the suitable temperature is 35 °C.

The values of  $\Delta G_{ads}^0$  were found between -770.5445 joule/mol and -1346.7073 joule/mol for the adsorption. These negative values show that the adsorption of blue dye from the solution on orange hull ash is spontaneous.

As a result of these analyses and the data it can be proposed that the orange hull ash is suitable as adsorbent for the blue dye adsorption from the solution.

## KAYNAKLAR

- Z.W. Ma, M. Kotaki, S. Ramavkrishna, Electrospun cellulose nanofiber as affinity membrane, *J. Membr. Sci.* 265 (2005).
- Nevim Genç Applicability of agricultural by-product as adsorbent in wastewater treatment Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmit .2005
- Wartell L.H., Marshall W.E. “Nutshells as granular activated carbons: physical, chemical and adsorptive properties”, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 76, 451-455, 2001.
- Bishnoi N.R., Bajaj M., Sharma N., et.al., “Adsorption of Cr (VI) on activated rice husk carbon and activated alumina”, *Bioresource Technology*, 91, 305-307, 2004.
- Robinson T., Chandran B., Nigam P., “Removal of dyes from an artificial textile dye effluent by two agricultural waste residues, corncob and barley husk” *Environment International*, 28, 29-33, 2002.
- 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, 2001.
- Acemioğlu B., “Removal of Fe(II) ions from aqueous solution by Calabrian pine bark wastes”, *Bioresource Technology*, 93, 99-102, 2004.
- Kadirvelu K., Kavipriya M., Karthika C., et.al, “Utilization of various agricultural wastes for activated carbon preparation and application for the removal of dyes and metal ions from aqueous solutions”, *Bioresource Technology*, 87, 129-132, 2003.
- Demirbaş E., Kobya M., Öncel S., et.al., “ Removal of Ni(II) from aqueous solution by adsorption onto hazelnut shell activated carbon: equilibrium studies”, *Bioresource Technology*, 84, 291-293, 2002.,
- Garg V.K., Gupta R., Kumar R., Gupta R.K., “Adsorption of chromium from solution on treated sawdust”, *Bioresource Technology* , 92, 79-81, 2004
- Daud W.M.A.W., Ali W.S.W., “Comparison on pore development of activated carbon produced from palm shell and coconut shell”, *Bioresource Technology*, 93, 63-69, 2004.
- Balcı S., Doğu T., Yücel H., “Characterization of activated carbon produced from almond shell and hazelnut shell”, *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 60, 419-426, 1994.
- Aksu, Z., Yener, J., A comparative adsorption/biosorption study of mono-chlorinated phenols onto various sorbents, *Waste Management*, 21:695-702, 2001.

- Aksu, Z., Biosorption of reactive dyes by dried activated sludge: equilibrium and kinetic modelling, *Biochemical Eng. J.*, 7:79-84, 2001.
- Aksu, Z., Çalık, A., Dursun, A. Y., Demircan, Z., Biosorption of iron(III)-cyanide complex anions to *Rhizopus arrhizus*: application of adsorption isotherms, *Process Biochem.*, 34:483-491, 1999.
- Başıbüyük, M. ve Forster, C. F, An Examination of Adsorption Characteristics of a Basic Dye (Maxilon Red BL-N) And Live Activated Sludge System, *Process Biochem.*, 38:1311-1316, 2003.
- Ho, Y. S., Wang, C. C., Pseudo-isotherms for the sorption of cadmium ion onto tree fern, *Process Biochem.*, In Press, 2003.
- Bayat, B., Comparative study of adsorption properties of Turkish fly ashes: I. The case of nickel(II), copper(II) and zinc(II), *Journal of Hazardous Materials*, 95(3): 251-273, 2002.
- Benguella, B. ve Benaissa, H., Cadmium removal from aqueous solutions by chitin: kinetic and equilibrium studies, *Water Res.*, 36:2463-74, 2002.
- K. Anoop Krishnan, , T.S. Anirudhan Kinetic and equilibrium modelling of cobalt(II) adsorption onto bagasse pith based sulphurised activated carbon accepted 22 April 2007 elsevier
- Denizli B. Salih M.Y. Arica K. Kesenci V. Hasirci, E. Pipkin Cibacron Blue F3GA incorporated macroporous poly(2-hydroxyethyl methacrylate) affinity membranes for heavy metal removal 15 August 1996
- H. Yavuz, E. Duru, O. Genc, A. Denizli, Cibacron Blue F3GA incorporated poly(ethylmethacrylate) beads for albumin adsorption in batch system, *Colloid. Surf. A* 223 (2003)
- S. Akgöl, A. Denizli, Novel metal-chelate affinity sorbents for reversible use in catalase adsorption, *J. Mol. Catal. B* 28 (2004).
- Garipcan, M. Andac, L. Uzun, A. Denizli, Methacryloylamidocysteine functionalized poly(2-hydroxyethyl methacrylate) beads and its design as a metal-chelate affinity support for human serum albumin adsorption, *React.Funct. Polym.* 59 (2004)
- Doç. Dr. İ. Başer, Doç. Dr.Y. İnancı Boyarmadde Kimyası Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi İstanbul-1989

## ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Edirne’de doğdum. İlkokulu Avarız Köyü İlkokulunda tamamladım. Atatürk Ortaokulu ve Edirne Öğretmen Lisesini bitirdim. 1996 yılında ODTÜ Eğitim Fakültesi Kimya Bölümü lisans diploması aldım.

Anadolu’nun çeşitli yerlerinde kimya öğretmenliği yaptıktan sonra 2004 yılında Edirne’de göreve başladım. 2005 yılında Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizikokimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimi yapmaya hak kazandım. Halen Edirne Anadolu Meslek Lisesinde Kimya öğretmenliği yapmaktayım.

Evliyim ve bir kız çocuğu annesiyim.

Resmiye UZGÖR.