

## BENTONİT İLE BOYARMADDELERİN ADSORPSİYONU

Zeliha AY, Mahmut ÖZACAR, İ. Ayhan ŞENGİL

**Özet** – Bu çalışmada, Asit Sarı N7GL, Asit Kırmızı N2RBL, Bazik Kırmızı 2L, Metilen Mavisi, Reaktif Kırmızı BB ve Reaktif Sarı RR boyaalarının bentonit ile adsorpsiyonu incelenmiştir. Tanecik boyutu, pH, karıştırma süresi, karıştırma hızı, ilk konsantrasyon, adsorban kütlesi ve sıcaklık gibi değişik parametrelerin adsorpsiyon üzerine etkileri araştırılmıştır. Böylece maksimum boya adsorpsiyonu üzerine bu parametrelerin etkileri belirlenmiştir. Langmuir ve Freundlich izotermi için adsorpsiyon parametreleri belirlenmiş ve tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Bentonit, adsorpsiyon, Asit boya, Bazik boya, Reaktif boya, tekstil atıksuyu, izoterm.

**Abstract** – In this study, adsorption of the Acid Yellow N2GL, Acid Red N2RBL, Basic Red 2L, Methylene Blue, Reactive Yellow RR, Reactive Red BB on bentonite were studied. Effects of various parameters such as particle size, pH, agitation time, mixing rate, initial dye concentration, adsorbent mass and temperature on adsorption were investigated. Thus the effects of these parameters on the maximum dye adsorption were determined. Adsorption parameters for Langmuir and Freundlich isotherms were determined and discussed.

**Keywords:** Bentonit, adsorption, Acid dye, Basic dye, Reactive dye, textile wastewater, isotherm.

### I. GİRİŞ

Çevre kirlenmesi dünyamızda giderek önem kazanan bir konu olmuştur. Tekstil atık sularının çevreye verdiği zarar yaygın bir problemdir. Tekstil endüstrilerinin boyalı atık suları yüksek oranda renk ve organik madde içermektedir [1]. Bu atık suların temizlenmesinde, suyun türüne, temizlendikten sonra kullanım amacına göre değişik yöntemler kullanılmaktadır[2]. Aktif çamur prosesi, aktif karbon adsorpsiyonu ve kimyasal koagülasyon gibi birden fazla işlemin bir arada kullanılması gerekmektedir. Bununla birlikte adsorpsiyon, renk gidermede en etkili olan proseslerden biridir [1].

Literatürde turba odun, talaş, diatomit, yanmış kil ve diğer düşük fiyatlı maddeler de potansiyel endüstriyel adsorbanlar olarak araştırılmıştır. Ancak nispeten pahalı olmasına rağmen, aktif karbon en yaygın ve etkili adsorbandır [3-4].

Bu çalışmada, tekstil atık sularındaki Asit, Bazik ve Reaktif boyaalarının giderilmesi için Pendik-Tümaylar Tic.'den temin edilen bentonitin adsorpsiyon üzerindeki etkisi; tanecik boyutu, pH, karıştırma süresi, karıştırma hızı, ilk konsantrasyon, adsorban kütlesi ve sıcaklık gibi parametreler değiştirilerek incelenmiş ve izoterm çalışmaları yapılmıştır. Langmuir ve Freundlich izotermi için adsorpsiyon parametreleri tespit edilmiştir.

### II. MATERYAL VE METOT

Çalışmalarda kullanılan bentonit, Pendik-Tümaylar Tic.'den temin edilmiştir. ASTM standart elekleri kullanılarak elenmiş ve 53'ten daha küçük, 53-75, 75-90, 90-150 ve 150'den daha büyük  $\mu\text{m}$  tane boyutlarında farklı fraksiyonlar elde edilmiştir.

Çalışmada Asit Sarı (AS-N7GL), Asit Kırmızı (AK-N2RBL), Bazik Kırmızı (BK-2L), Metilen Mavisi (MM), Reaktif Kırmızı (RK-BB), Reaktif Sarı (RS-RR) boyaaları kullanılmıştır. Boyalar ticari saflıkta olup ayrıca bir saflaştırma yapılmadan kullanılmıştır. Asit Sarı, Asit Kırmızı, Reaktif Sarı, Reaktif Kırmızı boyaalarının çözeltileri 100 mg/L konsantrasyonlarında, Bazik Kırmızı boyanın çözeltisi 50mg/L, Metilen Mavisi boyanın çözeltisi 12,5mg/L konsantrasyonlarında boyaalarının çeşme suyunda çözülmesiyle hazırlanmıştır. Adsorpsiyon deneyleri, 100 mL boya çözeltisine 1 g adsorban ilavesi yapılarak, 250 mL lik beherlerde manyetik karıştırıcı ile yapılmıştır. Adsorpsiyon deneylerinin sonunda renk ölçümleri yapılmadan önce boya çözeltisi santrifüjlenerek adsorbanlardan ayrılmıştır. Bütün renk ölçümleri absorban modunda ve görünür bölgede işletilen bir UV spektrofotometre ile yapılmıştır. Ölçümler, her boya için maksimum absorbanın olduğu, AS-N7 için 399nm, AK-N2 için 319 nm, BK-2L için 493nm, MM için 614 nm, RS-RR için 420nm ve RK-BB için 510nm dalga boylarında yapılmıştır.

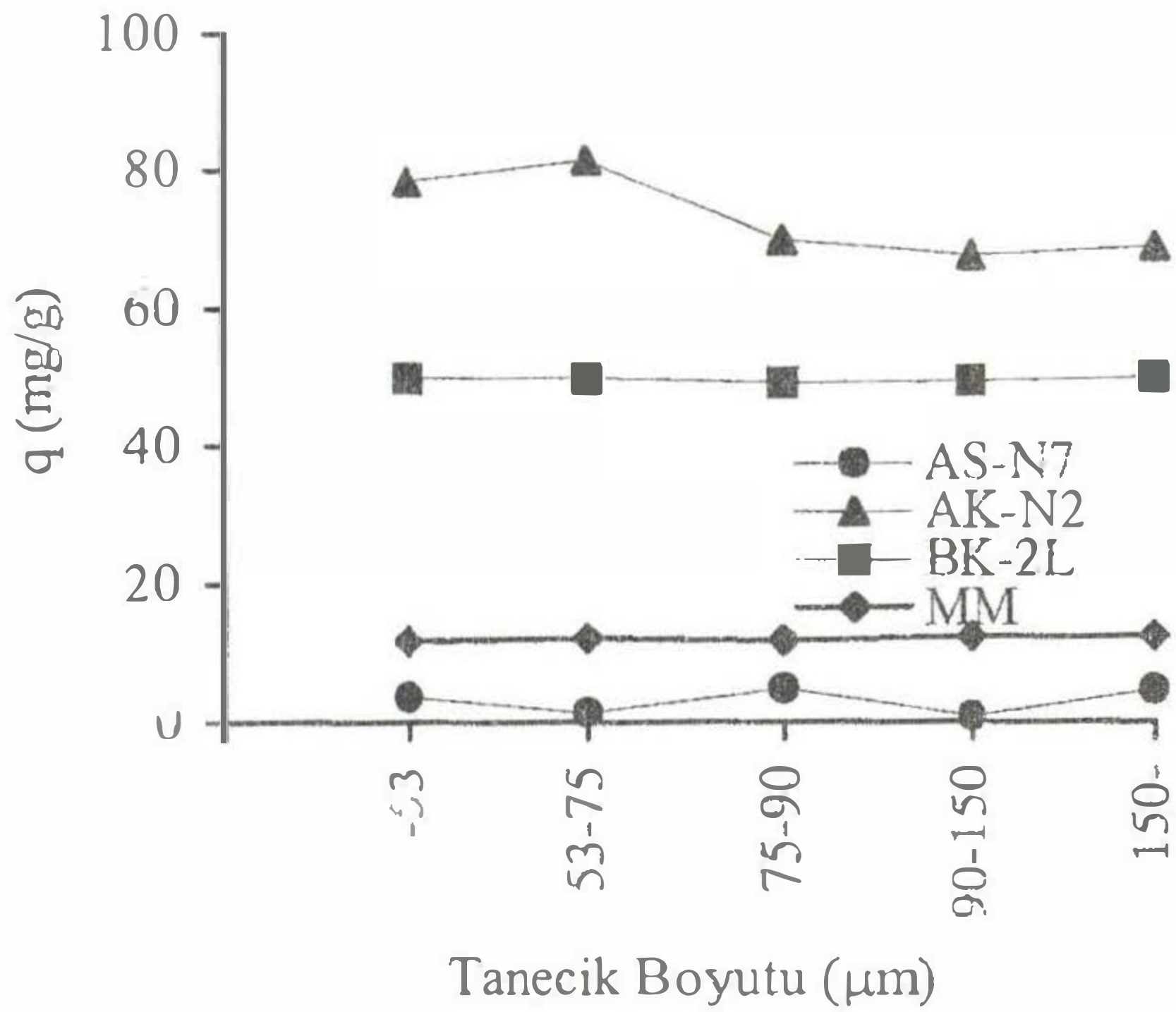
Z. Ay Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Sakarya .

M. Özacar, İ.A.Şengil Sakarya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü 54100 Sakarya – Türkiye. mozacar@hotmail.com

### III. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

#### III.1. Tanecik Boyutunun Etkisi

Elek analizi yapılarak elde edilen, farklı fraksiyonlardaki bentonitler, adsorpsiyon çalışmalarında kullanılmış ve tanecik boyutunun asit ve bazik boyaların adsorpsiyonuna etkisi Şekil 1 de verilmiştir.

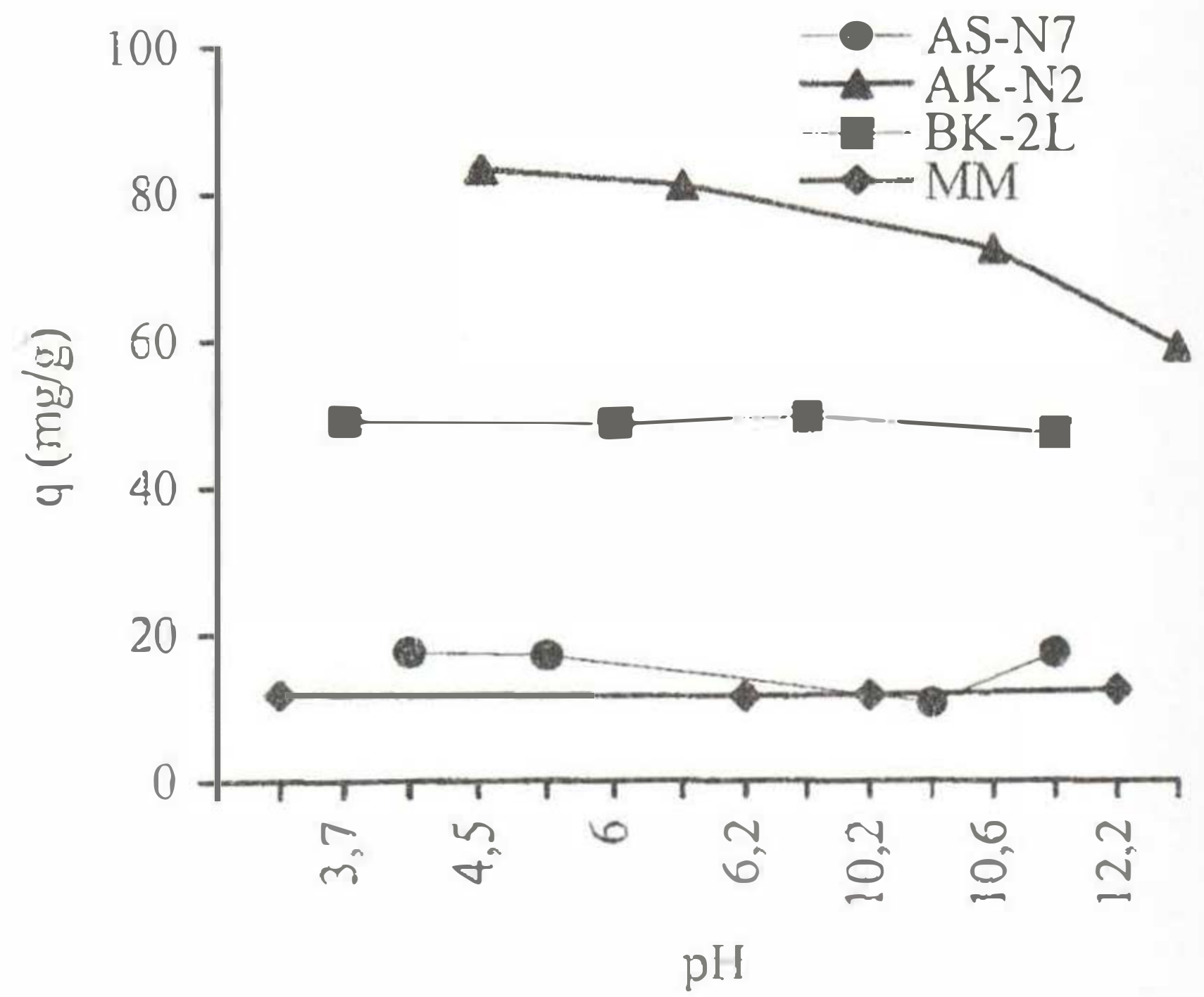


Şekil 1. Tanecik boyutunun asit ve bazik boyaların bentonit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 180 dak., Karıştırma Hızı:600 rpm, Kons.: 100 mg/L)

Şekil 1 incelendiğinde 53-75 ve 75-90 µm boyutlarındaki taneciklerin adsorpsiyon kapasitelerinin daha iyi olduğu görülmektedir. 53 µm'den daha küçük tanecikler kullanıldığında adsorpsiyon ortamında yeterince dağılamayıp çamurumsu bir yapı oluşturduğu için toplam yüzey alanı azalmaktadır ve bu durum adsorpsiyon kapasitesini düşürmektedir. 90 µm'den daha büyük taneciklerde, tane boyutu büyüdükçe yüzey alanının küçülmesi nedeniyle adsorpsiyon kapasitesinin düşmesi beklenen bir sonuçtur. Bundan sonraki çalışmalarda AS-N7 için 75-90µm, AK-N2 için 53-75 µm, BK-2L için 75-90 µm, MM için 53-75 µm tane boyutları kullanılmıştır.

#### III.2. pH'nın Etkisi

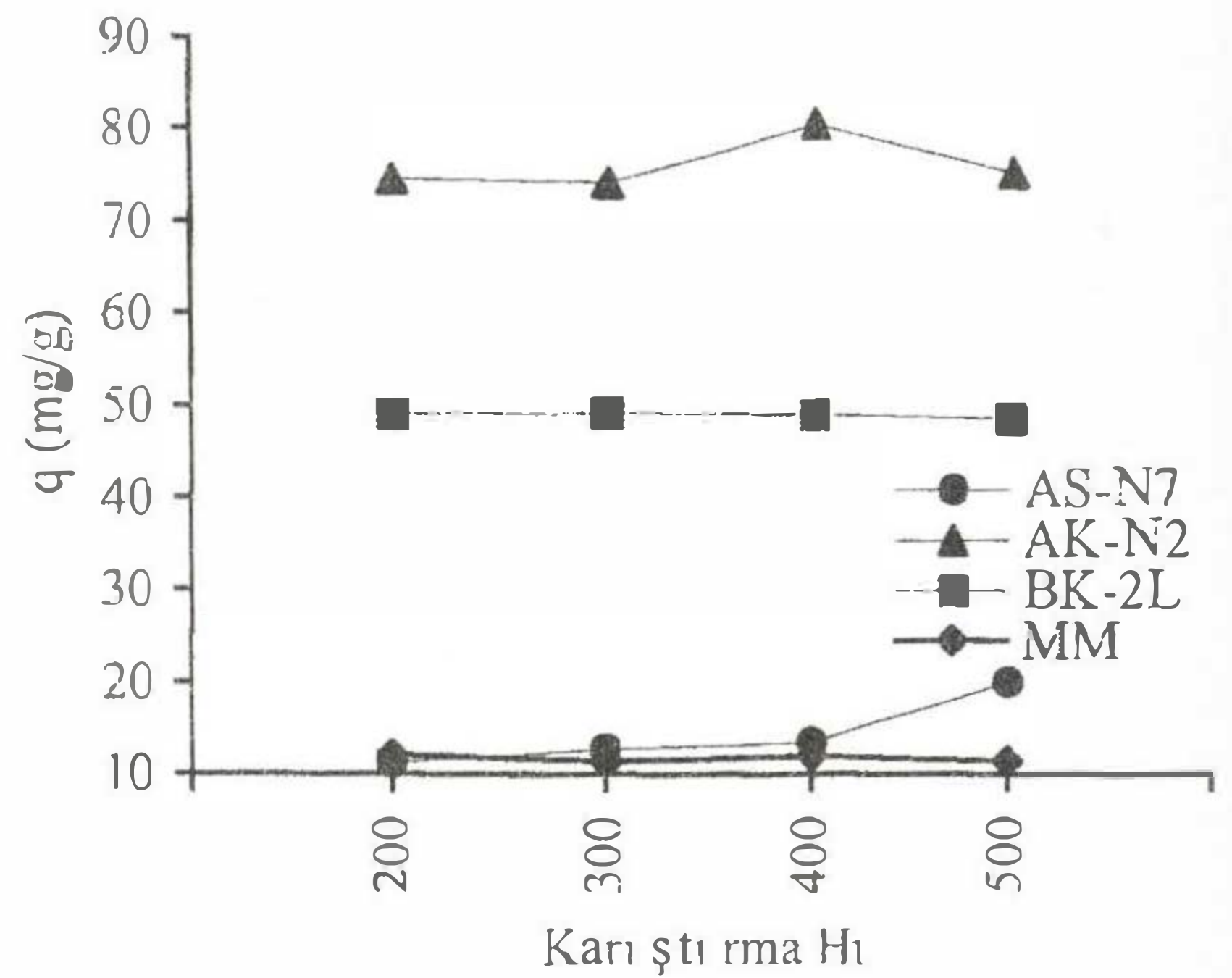
Bu çalışmada pH'nın adsorpsiyon üzerine etkisi incelenmiş olup, sonuçlar Şekil 2 de verilmiştir. Şekil 2 den de görülebileceği gibi en iyi sonuçlar AS-N7 için pH 3.8 de, AK-N2 için pH 4.5 da, BK-2L için pH 10.0 da, MM için pH 12.2 de elde edilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda bu pH lar kullanılmıştır. Asidik boyaların adsorpsiyonlarının asidik pH larda, bazik boyaların adsorpsiyonunda bazik pH larda daha iyi görülmüştür.



Şekil 2. pH'nın asit ve bazik boyaların bentonit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 180 dak., Karıştırma Hızı:600 rpm, Kons.: 100 mg/L)

#### III.3 Karıştırma Hızının Etkisi

Karıştırma hızının da, asit, bazik boyaların bentonit ile adsorpsiyonuna etkisi araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 3 de gösterilmiştir. Şekil 3 de görüldüğü gibi AS-N7 ve AK-N2 için en iyi sonuçlar 500 dev./dak. karıştırma hızında, BK-2L ve MM için en iyi sonuçlar 400 devir/dak. Karıştırma hızında elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalarda AS-N7 ve AK-N2 için 500 devir/dak., BK-2L ve MM için 400 dev./dak. karıştırma hızı kullanılmıştır.

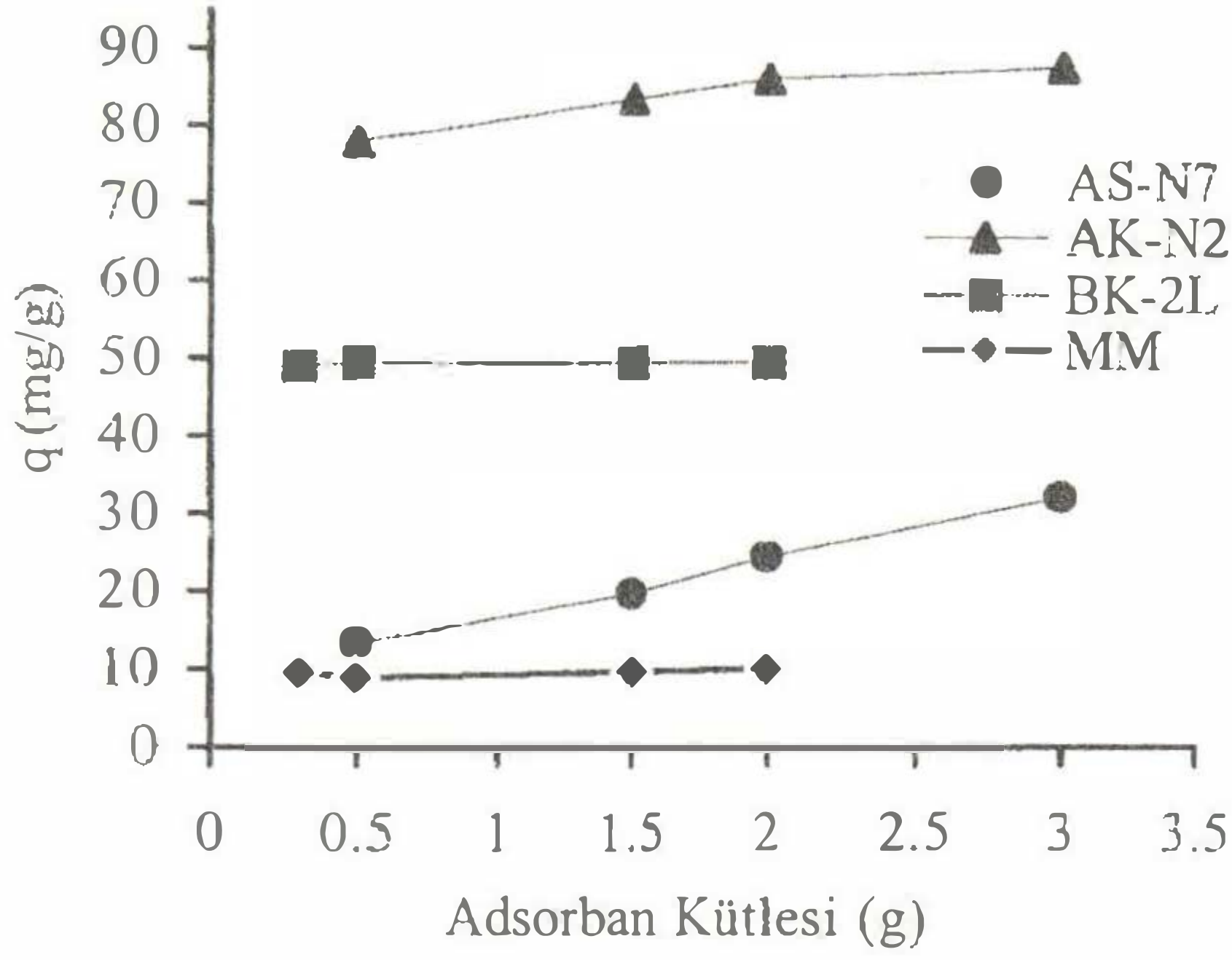


Şekil 3. Karıştırma Hızının asit ve bazik boyaların bentonit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 180 dak., Kons.: 100 mg/L)

#### III.4. Adsorban Kütlesinin Etkisi

Bu çalışmada, adsorban kütlesinin asit ve bazik boyaların adsorpsiyonuna etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4 de verilmiştir. Şekil 4 den görüldüğü gibi 1 g dan sonraki kütle artışının

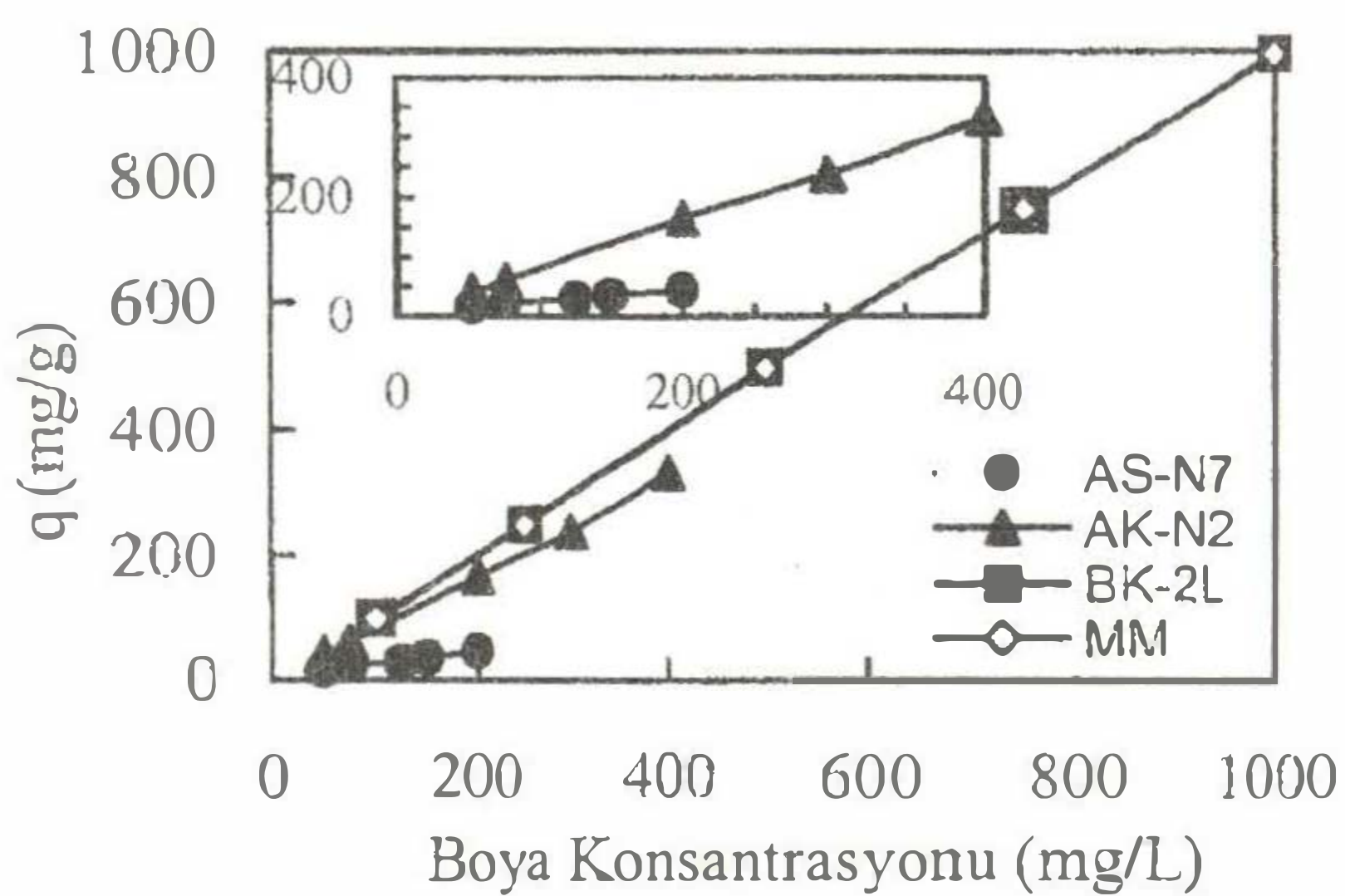
adsorpsiyon üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. 1 g adsorban yeterli boya giderimi sağladığından, 1 g dan daha fazla adsorban kullanımı gereksiz olacaktır. 1 g dan az adsorban kullanıldığında ise adsorpsiyon kapasitesinin düştüğü gözlenmiştir.



Şekil 4. Adsorban kütlesinin asit ve bazik boyaların bentonit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 180 dak., Kons.: 100 mg/L)

### III.5. Boya Konsantrasyonunun Etkisi

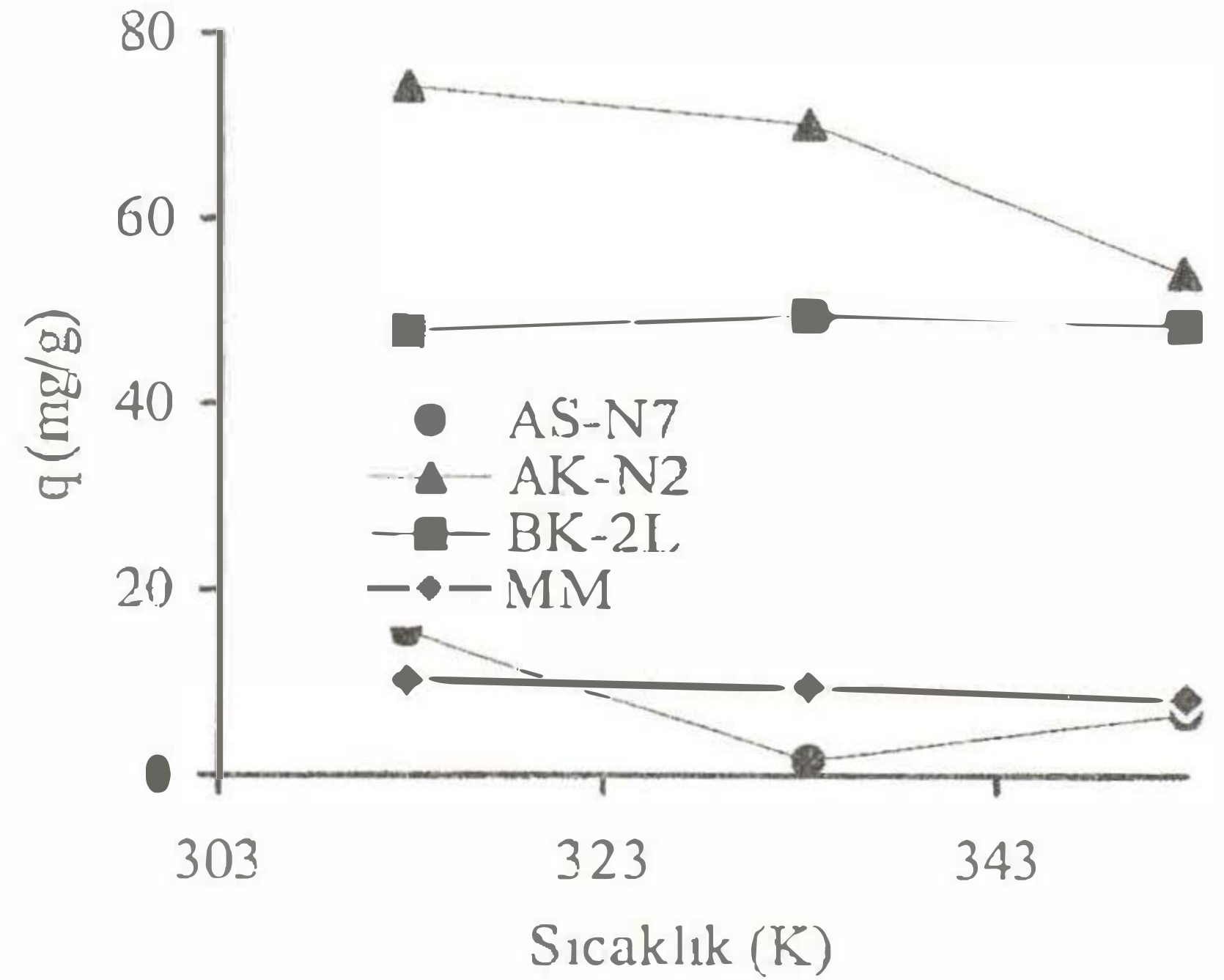
Farklı boya konsantrasyonlarıyla yapılan adsorpsiyon çalışmalarında elde edilen sonuçlar Şekil 5 de verilmiştir. Bütün konsantrasyonlar için 1 g adsorban kullanılmıştır. Şekil 5 de görüldüğü üzere boya konsantrasyonunun artması ile birlikte adsorpsiyon verimi de artmaktadır. Bu da adsorbanın kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Farklı konsantrasyon çalışmaları önemlidir, zira verilen adsorban kütlesinin belirli bir adsorplama kapasitesi olup belirli miktarlarda boya adsorplayabilir [6].



Şekil 5. Boya konsantrasyonunun asit ve bazik boyaların bentonit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Kar. Süresi: 180 dak., doz: 1g/100ml)

### III.6. Sıcaklığın Etkisi

Asit ve bazik boyaların adsorpsiyonu üzerine sıcaklığın etkisinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar Şekil 6 de sunulmuştur. Şekilde de görüldüğü gibi sıcaklık artışıyla birlikte adsorpsiyon verimi azalmaktadır. Bu da asit ve bazik boyaların bentonit üzerine adsorpsiyonunun ekzotermik olduğunu ve bu sebepten dolayı sıcaklık artışıyla adsorpsiyonun azaldığını göstermektedir.



Şekil 6. Sıcaklığın asit ve bazik boyaların bentonit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 180 dak., Kons.: 100 mg/L)

### III.7. Adsorpsiyon İzotermi

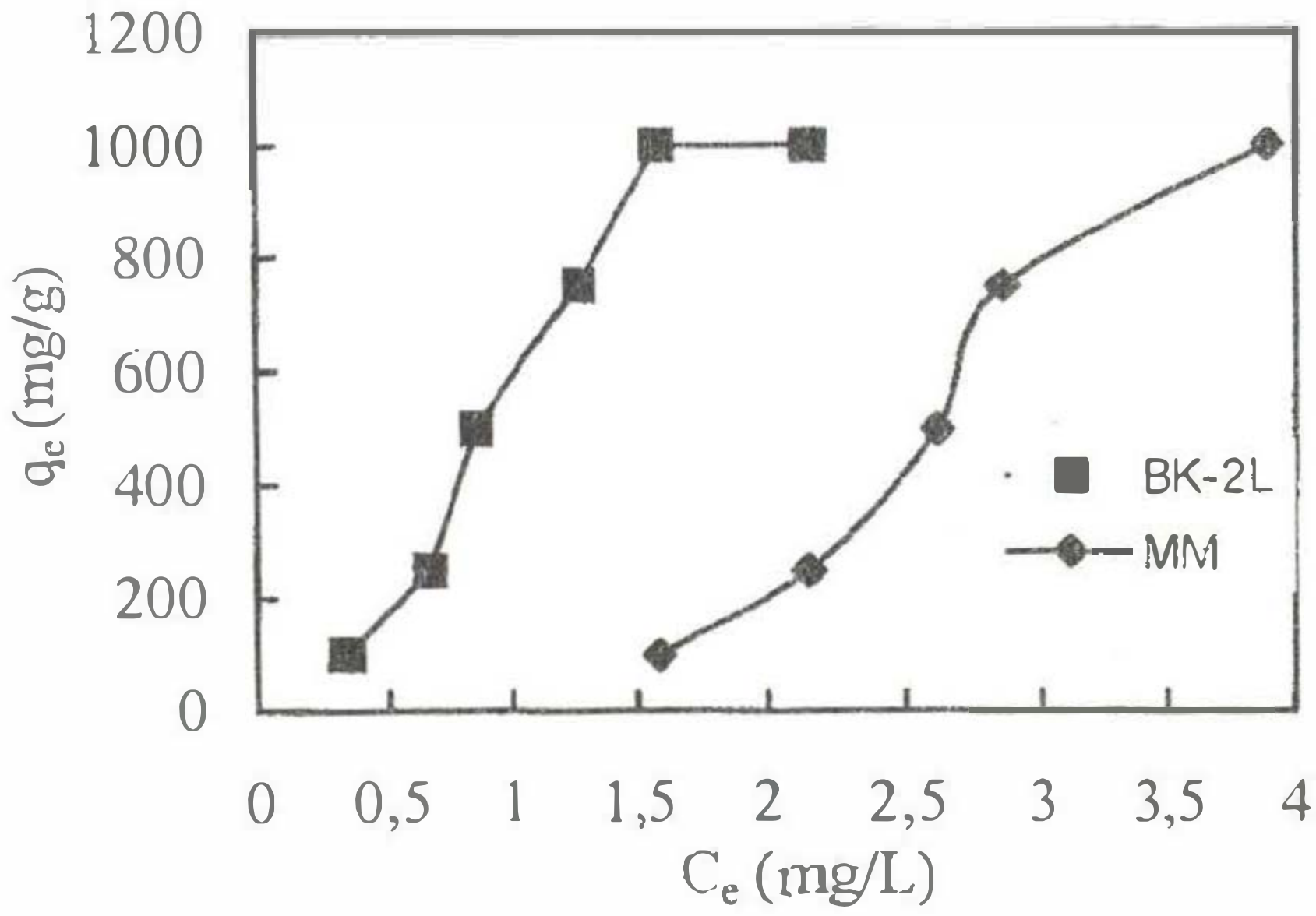
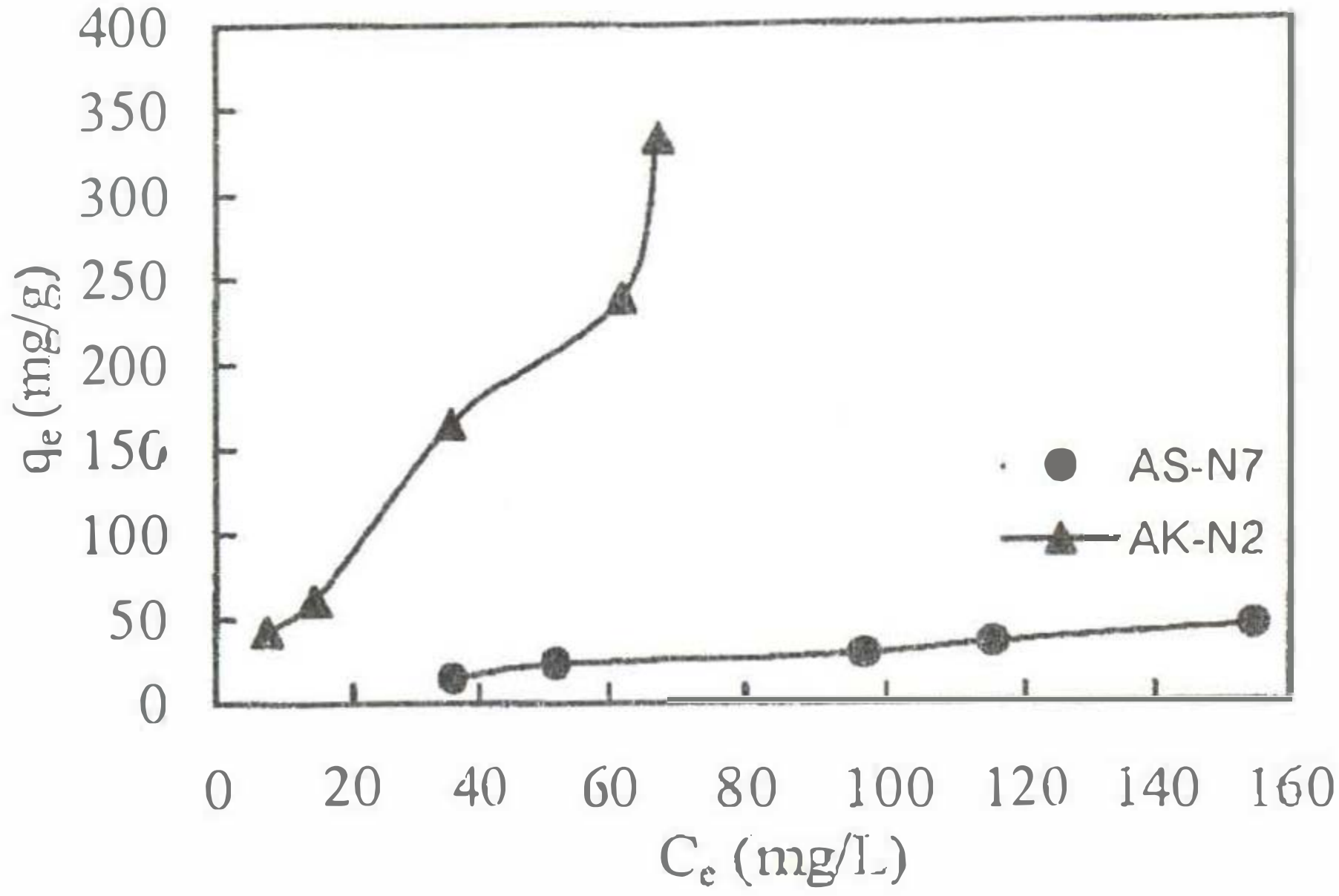
Bir adsorpsiyon sistemi dengede iken, boyanın adsorban ve çözelti arasındaki dağılımı, boya için adsorbanın kapasitesini belirlemede önemlidir [5]. Bu nedenle adsorpsiyon izotermi asit ve bazik boya sistemleri için belirlenmiş ve Şekil 7 de verilmiştir. Şekil 7 incelendiğinde; izotermi düşük çözeltideki boyanın denge konsantrasyonu ( $C_e$ ) ve dengede adsorplanan boyanın konsantrasyonu ( $q_e$ ) değerleri için düzenli bir artma gösterirken, yüksek değerlerde ise bir düzlüğe ulaşma eğilimi vardır ki, bu da adsorbanın artık doyduğunu göstermektedir.

İzoterm verilerinin analizi, sonuçları doğru şekilde gösteren bir eşitlik geliştirmek için önemlidir [4]. Bu çalışmada Langmuir ve Freundlich izotermi deneysel verilere uygulanabilirliği araştırılmıştır. Lineer Langmuir izotermi eşitlik (1) ve lineer Freundlich izotermi eşitlik (2) de gösterilmiştir.

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{Q} + \frac{1}{bQ} \frac{1}{C_e} \quad (1)$$

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (2)$$

Burada  $q_e$ : adsorbanın birim ağırlığı başına adsorplanan boyanın miktarı, mg/g;  $C_e$ : adsorpsiyonda dengeye ulaşıldığında çözeltide kalan boyanın konsantrasyonu, mg/L;  $Q$ : yüzeyde oluşan tek tabaka tamamlandığında adsorbanın birim ağırlığında adsorplanan boyanın miktarı, mg/g;  $b$ : enerjiyle ilişkili bir sabit veya net entalpi;  $K_F$  ve  $n$  Freundlich sabitleridir.



Şekil 7. Bentonit üzerine asit ve bazik boyaların adsorpsiyon izotermi, (Doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 180 dak.)

Asit ve bazik boyaların bentonit ile adsorpsiyonuna ait verilerin lineer Langmuir izotermi Şekil 8 ve lineer Freundlich izotermi Şekil 9 da verilmiştir.

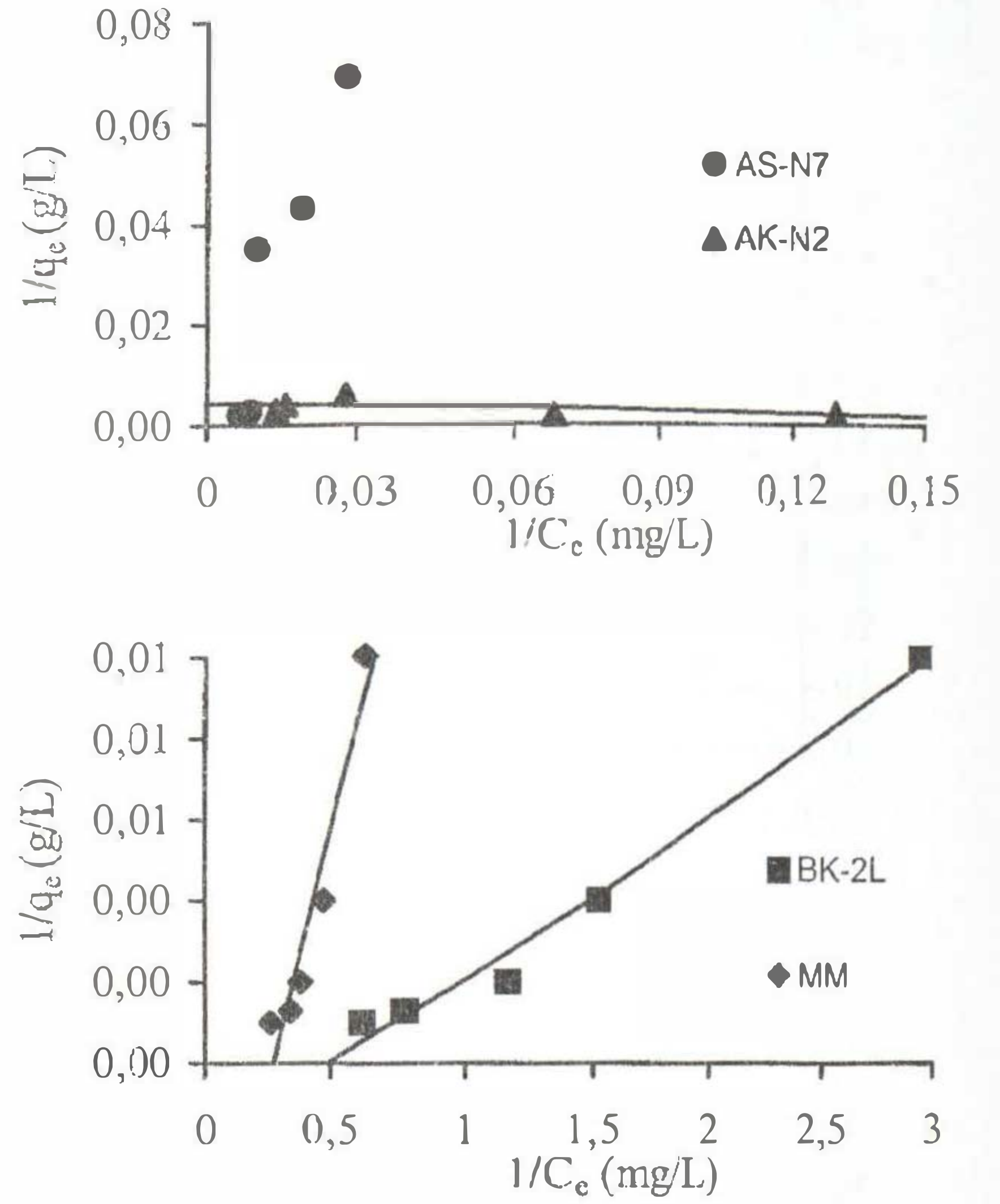
Adsorbanlar üzerine boyaların adsorpsiyonu için lineer izoterm modellerinin sabitleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Langmuir ve Freundlich izoterm sabitleri

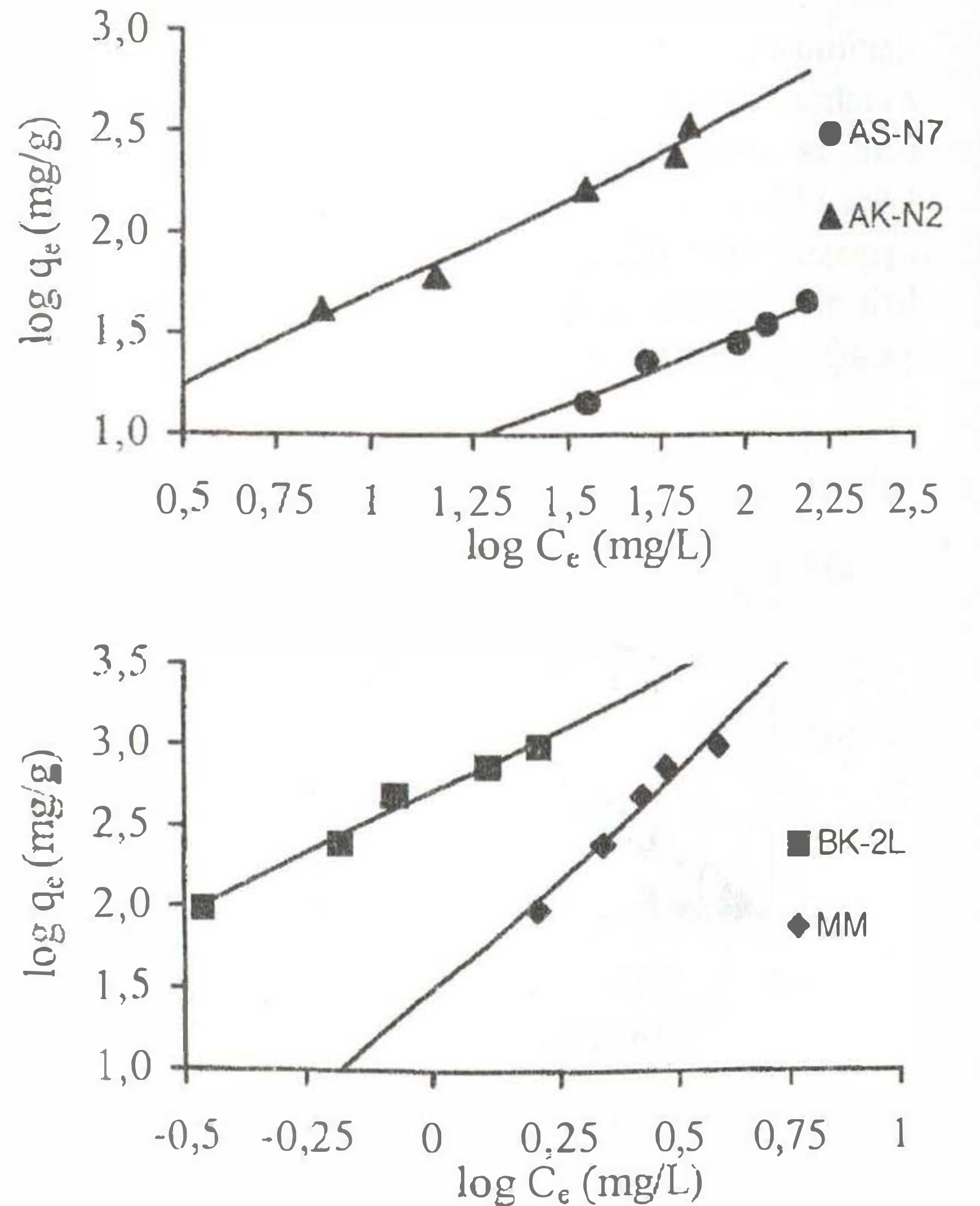
Boya	Langmuir sabitleri			Freundlich sabitleri		
	Q	b	$r^2$	$K_F$	n	$r^2$
AS-N7	82,640	0,0041	0,8598	1,265	1,43	0,9542
AK-N2	232,56	0,0520	0,2773	6,001	1,09	0,9788
BK-2L	500,00	0,5000	0,9852	516,9	0,64	0,9835
MM	144,93	0,2700	0,9225	30,98	0,36	0,9540

Tablo 1 deki lineer izoterm sabitleri incelendiğinde; adsorpsiyon prosesinin her iki adsorpsiyon modeline de

uyduğu, ancak Langmuir izotermine daha fazla uygunluk gösterdiği görülmektedir.



Şekil 8. Bentonit üzerine asit ve bazik boyaların adsorpsiyonu için lineer Langmuir izotermi



Şekil 9. Bentonit üzerine asit ve bazik boyaların adsorpsiyonu için lineer Freundlich izotermi

#### IV. SONUÇ

Asit ve bazik boyaların adsorpsiyonunda karıştırma hızının fazla etkili olmadığı belirlenmiştir, bununla birlikte yüksek devirlerde verimde biraz artmanın olduğu gözlemlenmiştir. Adsorban kütlesi için 1 g dan fazlasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır. Asit boyalarda asidik pH larda, bazik boyalarda ise bazik pH larda çalışmanın verimini arttırdığı görülmüştür. Sıcaklığın artmasıyla adsorpsiyonun azaldığı, oda sıcaklığında çalışmanın yeterli olacağı sonucuna varılmıştır. Başlangıç boya konsantrasyonunun artışıyla, adsorban kütlesi sabit olmasına rağmen adsorplanan boya miktarında lineer bir artış görülmüştür. Bu durum adsorbanın kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Bentonitin asit ve bazik boyaları, parametrelerin değişik şekillerde uygulanmasıyla etkili olacağı görülmüştür. Her iki boya için bentonit 150 dakika gibi bir sürede yeterli giderme sağlamıştır. Sonuç olarak asit ve bazik boyaların giderilmesi için bentonit adsorban olarak kullanılabilir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Lin, S.H., "Adsorption of Disperse Dye by Powdered Activated Carbon", J. Chem. Tech. Biotechnol., 57, 387-391, 1993.
- [2] F. Şengül, Çevre-83 Semp., İzmir (1983)
- [3] Potts, V.J.P., McKay, G. and Healy, J.J., "The Removal of Acid Dye from Effluent Using Natural Adsorbents-Peat and Woods", Wat. Res., 10, 1061-1067, 1976.
- [4] Asfour, H.M., Nasser, M.M., Fadali, O.A. and El-Geundi, M.S., "Colour Removal from Textile Effluents Using Hardwood Sawdust as Adsorbent", J. Chem., Tech. Biotechnol., 35A, 28-35, 1985.
- [5] McKay, G., Blair, H.S., Otterburn, M.S. and Aga, J.A., "Earth and Fired Clay as Adsorbents for Dyestuff Adsorption", Water, Air, and Soil Pollution, 24, 307-322, 1985.
- [6] McKay, G., El-Geundi, M. And Nassar, M.M. "External Mass Transport Processes During the Adsorption of Dyes onto Bagasse Pith", Wat. Res., 22(12), 1527-1533, 1988.
- [7] Asfour, H.M., Fadali, O.A., Masser, M. and El-Geundi, M.S., "Equilibrium studies on Adsorption of Basic Dyes on Hardwood", J. Chem., Tech. Biotechnol., 35A, 21-27, 1985.