

KALSİNE ALUNIT ÜZERİNE DYEZOL BOYALARIN ADSORPSİYONU

Turgay BİRGÜL, Mahmut ÖZACAR ve İ.Ayhan ŞENGİL

Özet – Bu çalışmada Dyezol Mavi 222, Dyezol Kırmızı 195 ve Dyezol Sarı 145 boyalarının kalsine alunit ile adsorpsiyonu incelenmiştir. Deneysel amaçlı olarak değiştirilen parametreler; kalsinasyon sıcaklığı, devir sayısı, tanecik boyutu, adsorban kütlesi, başlangıç boya konsantrasyonu, pH, ve sıcaklıktır. Bu parametrelerden elde edilen değerlerle boyaların maksimum adsorpsiyon miktarları ve optimum şartlar belirlenmeye çalışılmıştır. Langmuir ve Freundlich izotermi için adsorpsiyon parametreleri belirlenmiş ve tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler - Alunit, adsorpsiyon, dyezol boya, tekstil atıksuyu, izoterm.

Abstract – In this work, features of the Dyezol Blue 222, Dyezol Red 195 and Dyezol Yellow 145 were studied with calcinated alunite regarding to their adsorption. Experimentally changed parameters are; calcination temperature, rotation per minute, particule size, adsorbant mass, initial dye concentration, pH and temperature. Thus by the results obtained from this parameters maximum adsorption of the dyes and their optimum conditions were investigated. Adsorption parameters for Langmuir and Freundlich isotherms were determined and discussed.

Keywords: Alunite, adsorption, dyezol dye, textile wastewater, isotherm.

I. GİRİŞ

Çevre kirlenmesi dünyamızda giderek önem kazanan bir konudur. Tekstil atık sularının çevreye verdiği zarar yüksek oranda renk ve organik madde içerdiklerinden ayrı bir yere sahiptir. Bu atık suların temizlenmesinde aktif çamur prosesi, aktif karbon adsorpsiyonu ve kimyasal koagülasyon gibi birden fazla işlemin bir arada kullanılması gerekmektedir [1].

T. Birgöl Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Sakarya – Türkiye.
M. Özacar, İ.A.Şengil Sakarya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü 54100 Sakarya – Türkiye. mozacar@hotmail.com
ayhansengil@hotmail.com

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 [2-5].

Bu çalışmada, tekstil atıksularından dyezol boyaların giderilmesi için Kütahya-Şaphane’ den temin edilen alunitin adsorpsiyon üzerindeki etkisi; kalsinasyon sıcaklığı, devir sayısı, tanecik boyutu, adsorban kütlesi, başlangıç boya konsantrasyonu, pH, sıcaklık gibi parametreler değiştirilerek incelenmiş ve izoterm çalışmaları yapılarak Langmuir ve Freundlich izotermi için adsorpsiyon parametreleri tespit edilmiştir.

II. MATERYAL VE METOT

Çalışmalarda kullanılan alunit cevheri, Dostel Alüminyum Sülfat A.Ş. nin Şaphane’deki fabrikasının stoklarından temin edilmiştir. Kırılıp, öğütüldükten sonra, ASTM standart elekleri kullanılarak elenmiş ve 30-90, 90-150, 150-315, 315-500 ve 500-710 µm tane boyutlarında farklı fraksiyonlar elde edilmiştir. Alunit cevherinin analizi kimyasal yöntemle yapılmış ve bileşimi Tablo 1 de verilmiştir. Alunit cevheri değişik sıcaklıklarda kalsine edilerek, bileşiminde farklı yapılarda bulunan alumina aktif hale getirilmiştir.

Tablo 1. Alunit cevherinin kimyasal bileşimi (%) [6]

Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	CaO-MgO	H ₂ O
22.98	44.56	18.03	4.66	0.61	0.16	9.00

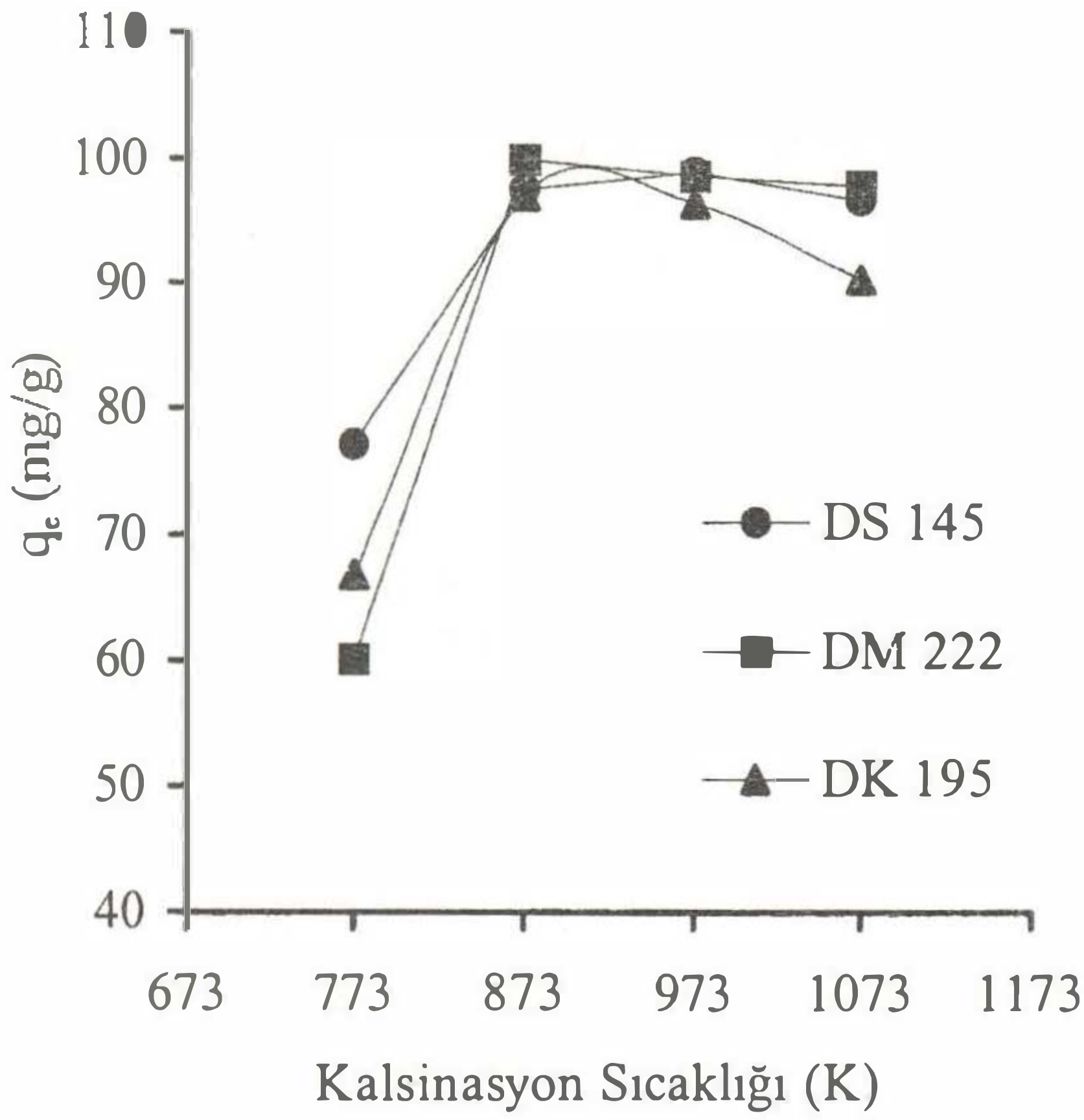
Çalışmada Dyezol Mavi 222 (DM 222), Dyezol Sarı 195 (DS 195) ve Dyezol Kırmızı 145 (DK 145) boyaları kullanılmıştır. Boyalar ticari saflıkta olup ayrıca bir saflaştırma yapılmadan kullanılmıştır. Boya çözeltileri 100 mg/L konsantrasyonlarında bu üç boyanın destile suda çözülmesiyle hazırlanmıştır. Adsorpsiyon deneyleri, 100 mL boya çözeltisine 1 g adsorban ilavesi yapılarak, 250 mL lik beherlerde mekanik karıştırıcı ile yapılmıştır. Adsorpsiyon deneylerinin sonunda renk ölçümleri yapılmadan önce boya çözeltileri 1.25 µm cam fiber filtrelerden filtre edilerek adsorbanlardan ayrılmıştır.

Bütün renk ölçümleri absorbands modunda ve görünür bölgede işletilen bir UV spektrofotometre ile yapılmıştır. Ölçümler, her boya için maksimum absorbandsın olduğu, DM 222 için 613 nm, DK 195 için 541 nm ve DS 145 için 419 nm, dalga boylarında yapılmıştır.

III. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

III.1. Kalsinasyon Sıcaklığının Etkisi

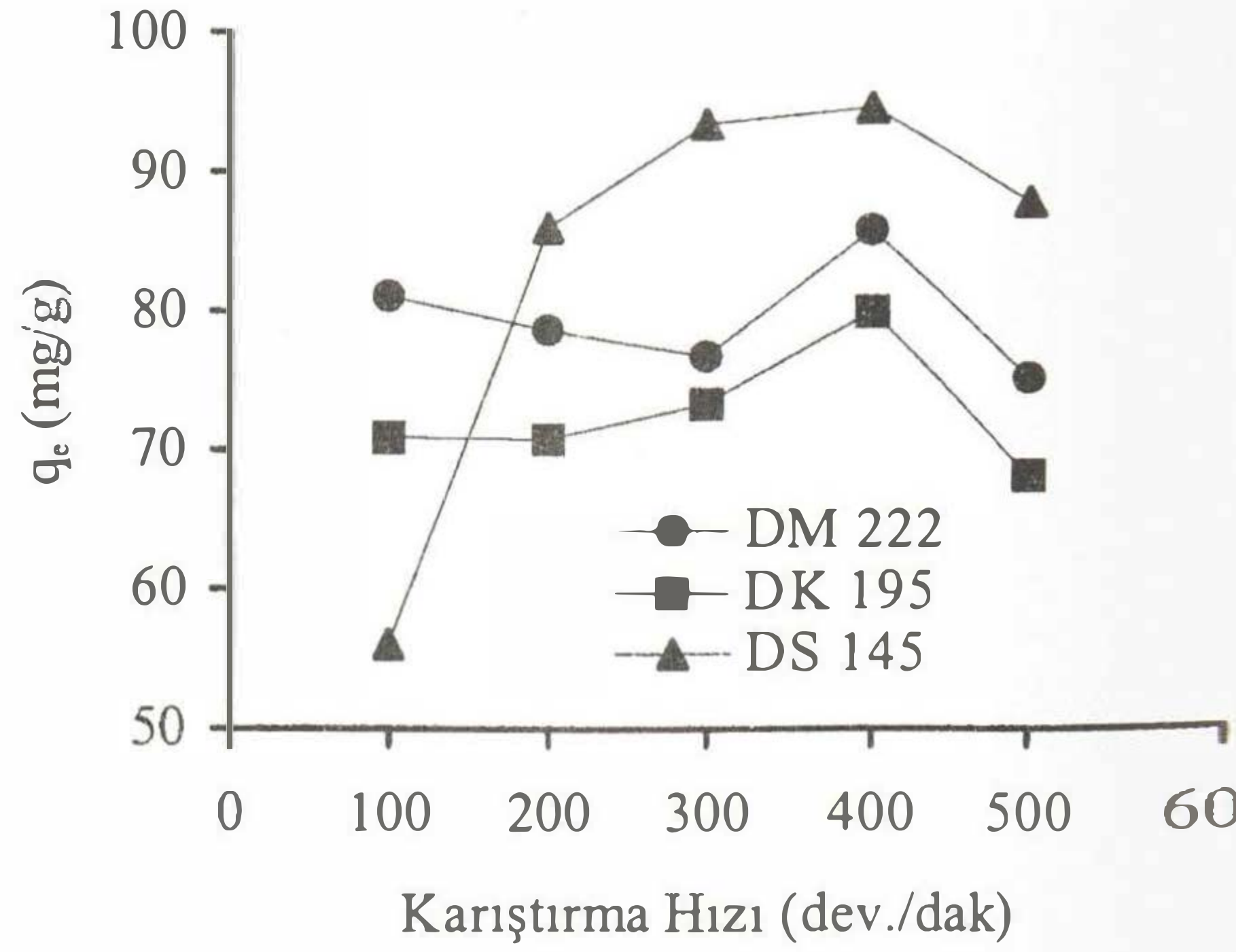
Her üç boya için, farklı sıcaklıklarda kalsine edilen alunit kullanılmış olup, adsorpsiyon çalışmalarında elde edilen sonuçlar Şekil 1 de verilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde, üç boyanın da en iyi, 873 K de kalsine edilen alunit tarafından adsorplandığı görülmektedir. Alunit 873 K de kalsine edildiğinde, yapısında $Al(OH)_3$ formunda bulunan Al, Al_2O_3 ya dönüşmektedir [6]. Alunitle birlikte safsızlık olarak bulunan SiO_2 ve aktif hale dönüşen Al_2O_3 iyi bir adsorban özellik kazanmaktadır [7-9]. Şekil 1 den de görüldüğü gibi dyezol boyalar kalsine alunit tarafından etkili bir şekilde adsorplanmıştır.



Şekil 1. Kalsinasyon sıcaklığının dyezol boyaların alunit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Kals. süresi: 60 dak., doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 150 dak., pH: 8, Kons.: 100 mg/L)

III. 2 Karıştırma Hızının Etkisi

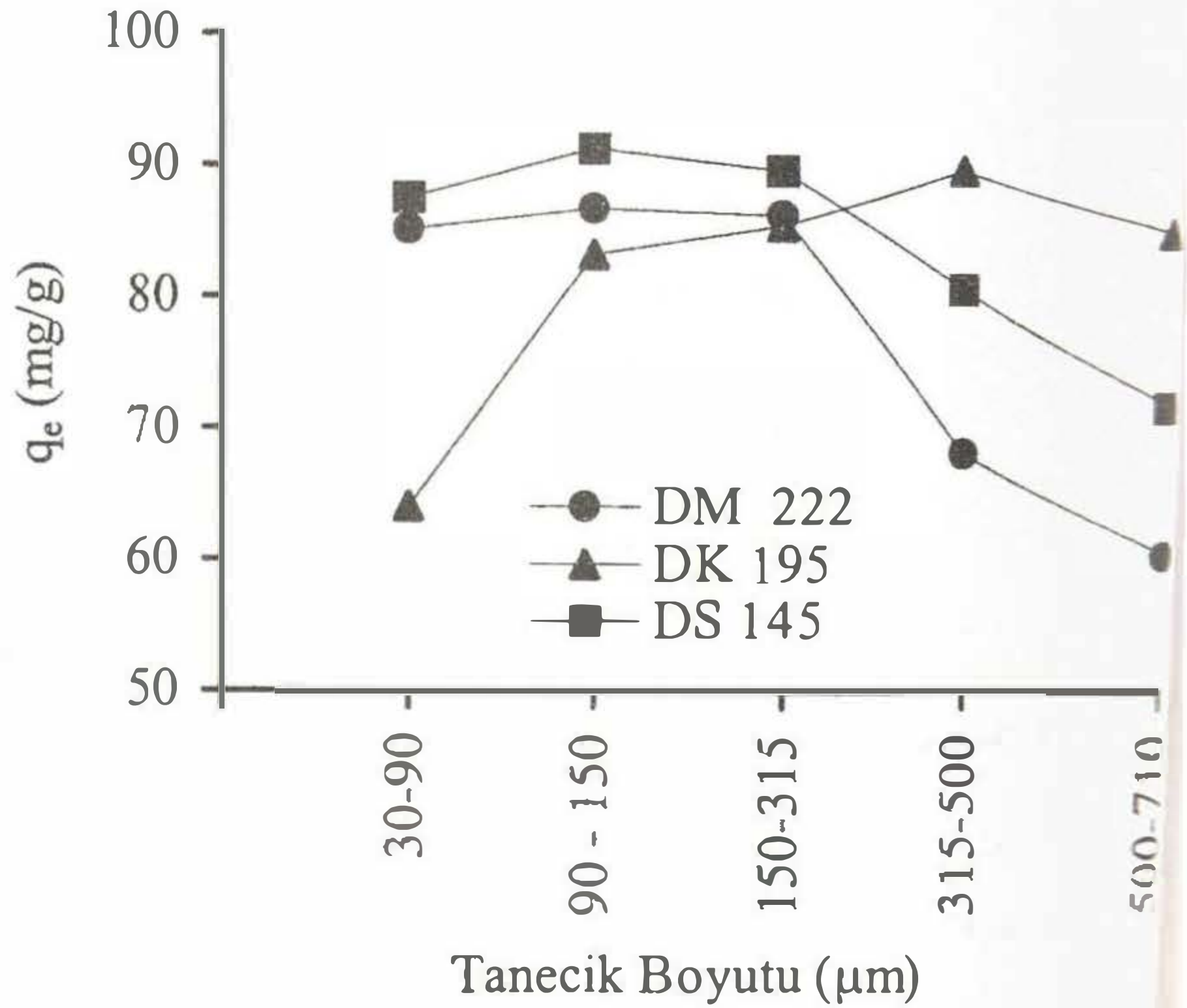
Karıştırma hızının da, dyezol boyaların alunit ile adsorpsiyonuna etkisi araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 2 de gösterilmiştir. Şekil 2 de görüldüğü gibi en iyi sonuçlar 400 dev./dak. karıştırma hızında elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalarda 400 dev./dak. karıştırma hızı kullanılmıştır.



Şekil 2. Karıştırma hızının dyezol boyaların alunit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Kals. süresi: 60 dak., doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 150 dak., pH: 8, Kons.: 100 mg/L)

III. 3. Tanecik Boyutunun Etkisi

Elek analizi yapılarak elde edilen, farklı fraksiyonları ki alunitler, adsorpsiyon çalışmalarında kullanılmış tanecik boyutunun dyezol boyaların adsorpsiyonuna etkisi Şekil 3 de verilmiştir.



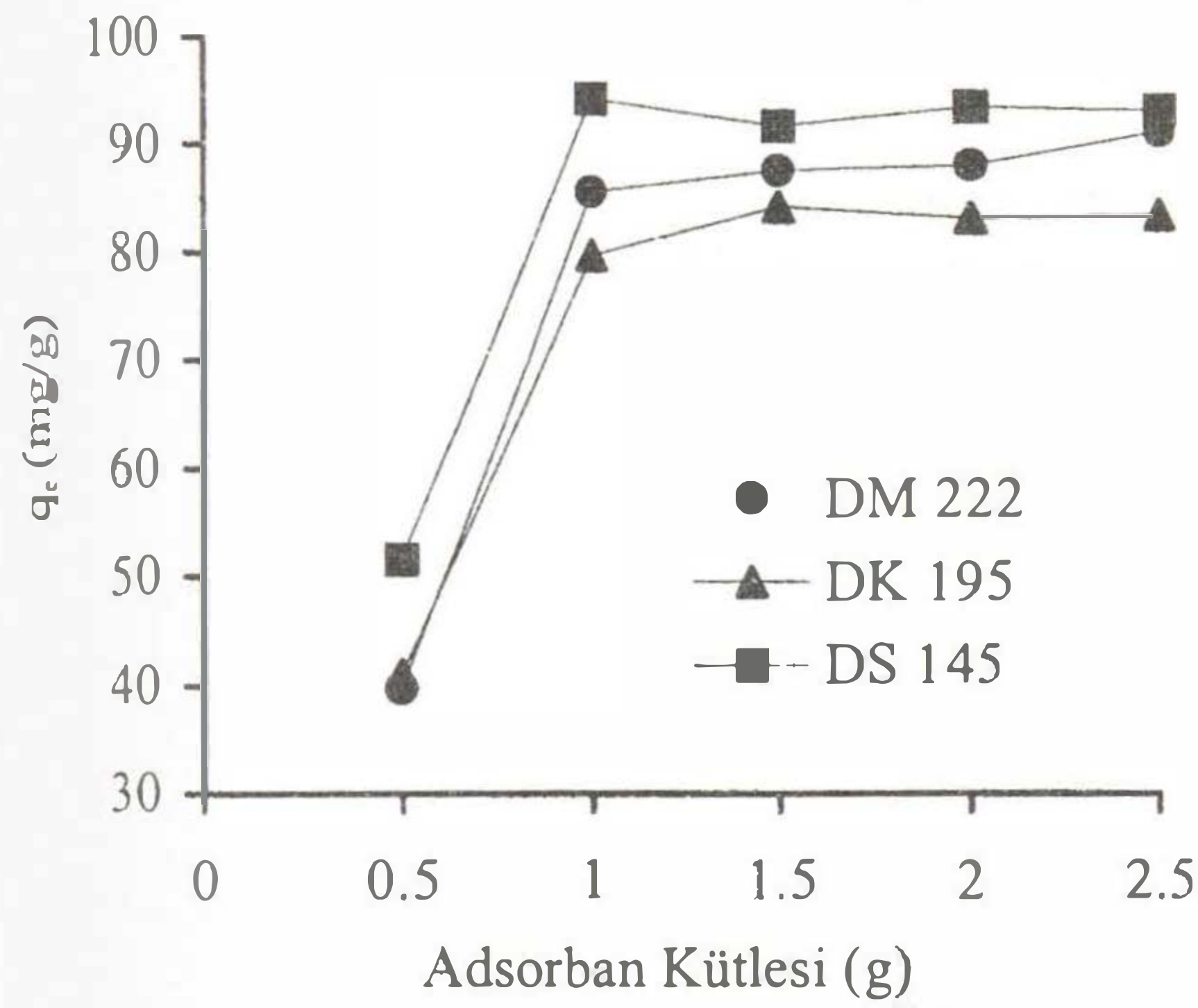
Şekil 3. Tanecik boyutunun dyezol boyaların alunit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Kals. süresi: 60 dak., doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 150 dak., pH: 8, Kons.: 100 mg/L)

Şekil 3 incelendiğinde 150-315 µm den daha büyük boyuttaki taneciklerin adsorpsiyon kapasitelerinin düşüklüğü görülmektedir. En yüksek adsorpsiyon kapasitesini ise 90-150 µm boyutundaki alunit tanecikleri göstermektedir. 90 µm den daha küçük boyutlardaki tanecikler kullanıldığında ise adsorpsiyon ortamı yeterince dağılamayıp çamurumsu bir yapı oluşturduğu için toplam yüzey alanı azaldığından adsorpsiyon kapasitesi yine düşmektedir. 150-315 µm den daha büyük

taneciklerde tanecik boyutu büyüdükçe yüzey alanının azalması nedeniyle adsorpsiyon kapasitesinin düşmesi beklenen bir sonuçtur [10].

II.4. Adsorban Kütlesinin Etkisi

Bu çalışmada, adsorban kütlesinin dyezol 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 dyezol boyaların alunit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Kals. süresi: 60 dak., doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 150 dak., pH: 8, Kons.: 100 mg/L)

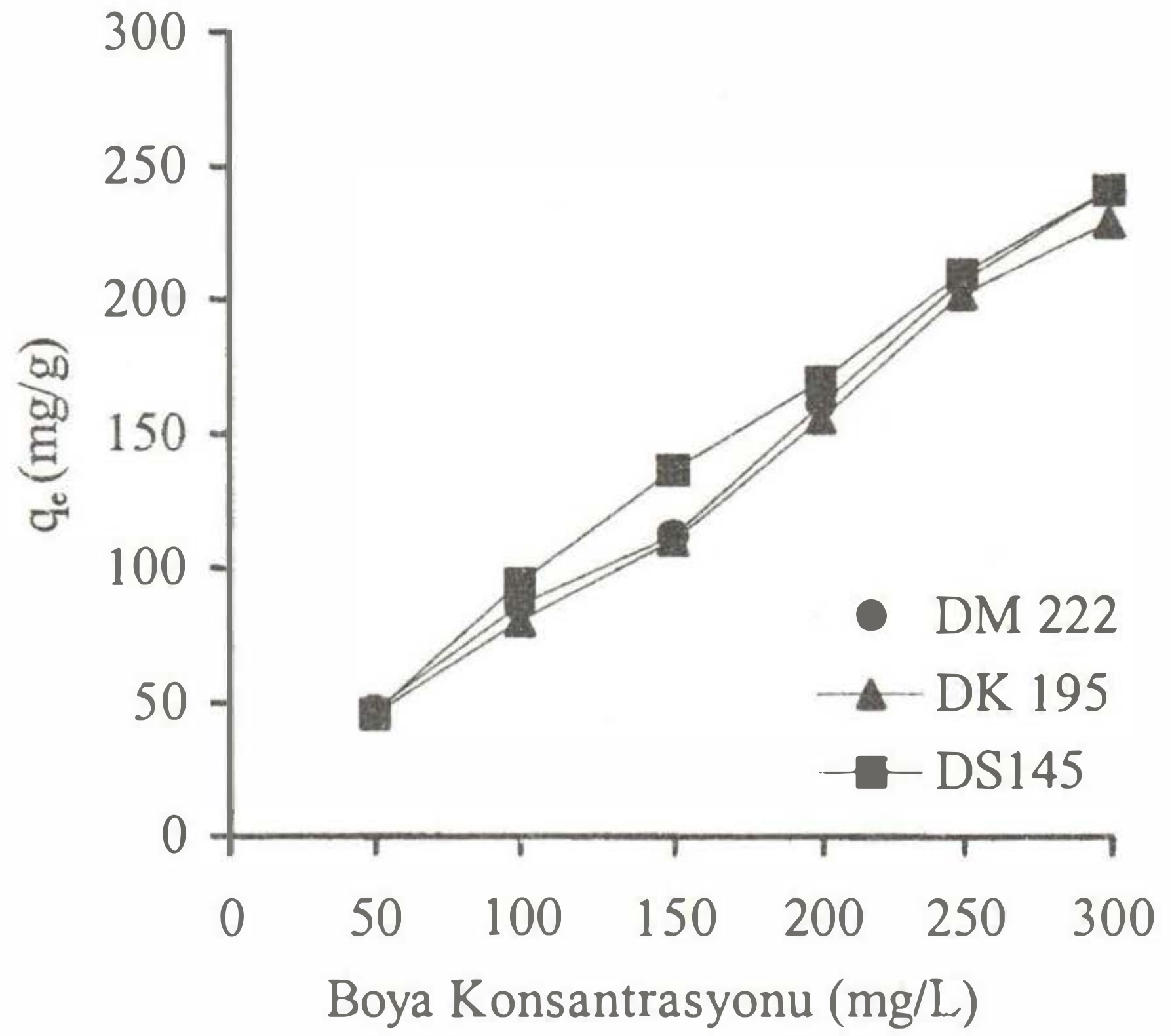
III.5. Boya Konsantrasyonunun Etkisi

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 [10].

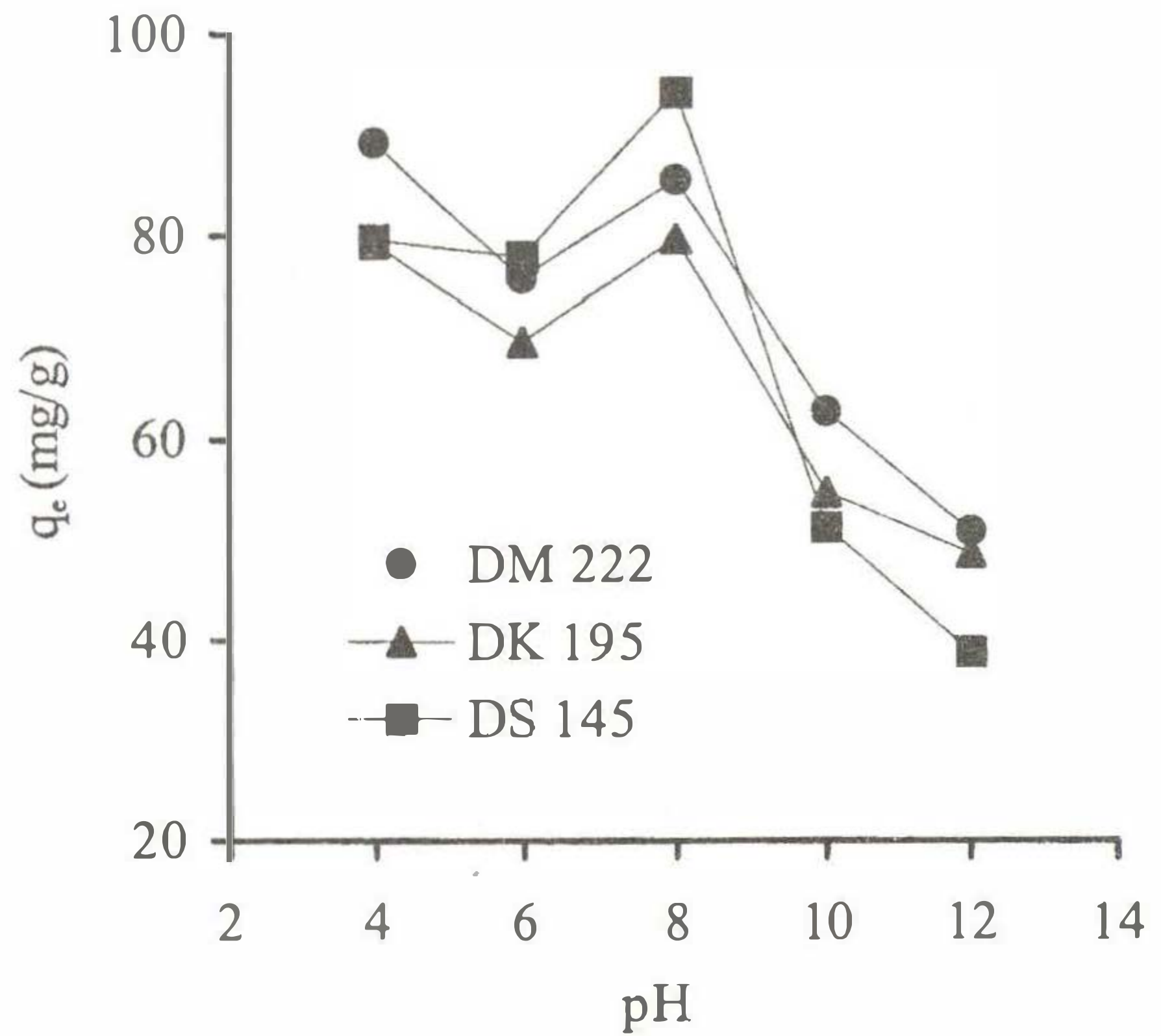
II.6. pH'nın Etkisi

Bu çalışmada pH'nın adsorpsiyon üzerine etkisi incelenmiş olup, sonuçlar Şekil 6 da verilmiştir. Şekil 6 dan da görülebileceği gibi en iyi sonuçlar pH 4-8 aralığında elde edilmiştir. pH 8 den sonraki çalışmalarda yapılan çalışmalarda adsorpsiyon miktarının azaldığı görülmüştür. Asidik boyaların adsorpsiyonlarının asidik pH larda daha

iyi olması beklenen bir sonuç olup, literatürde daha önce yapılan çalışmalarda da bu durum belirtilmiştir.



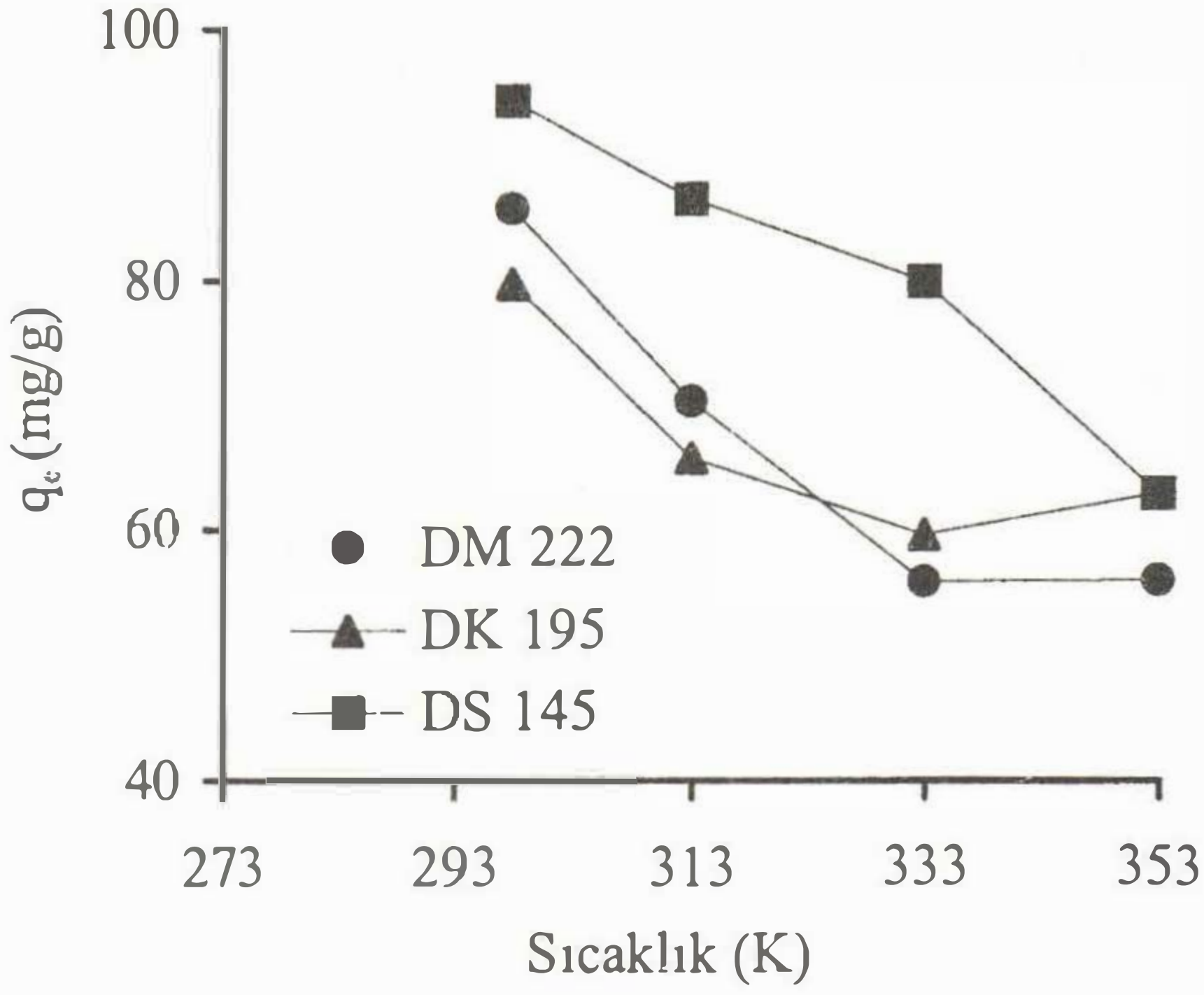
Şekil 5. Boya konsantrasyonunun dyezol boyaların alunit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Kals. süresi: 60 dak., doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 150 dak., pH: 8)



Şekil 6. pH'nın dyezol boyaların alunit üzerine adsorpsiyonuna etkisi (Kals. süresi: 60 dak., doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 150 dak., pH: 8, Kons.: 100 mg/L)

III.7. Sıcaklığın Etkisi

Dyezol boyaların adsorpsiyonu üzerine sıcaklığın etkisinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar Şekil 7 de sunulmuştur. Şekilde de görüldüğü gibi sıcaklık artışıyla birlikte adsorpsiyon verimi azalmaktadır. Bu da dyezol boyaların alunit üzerine adsorpsiyonunun ekzotermik olduğunu ve bu sebepten dolayı sıcaklık artışıyla adsorpsiyonun azaldığını göstermektedir.

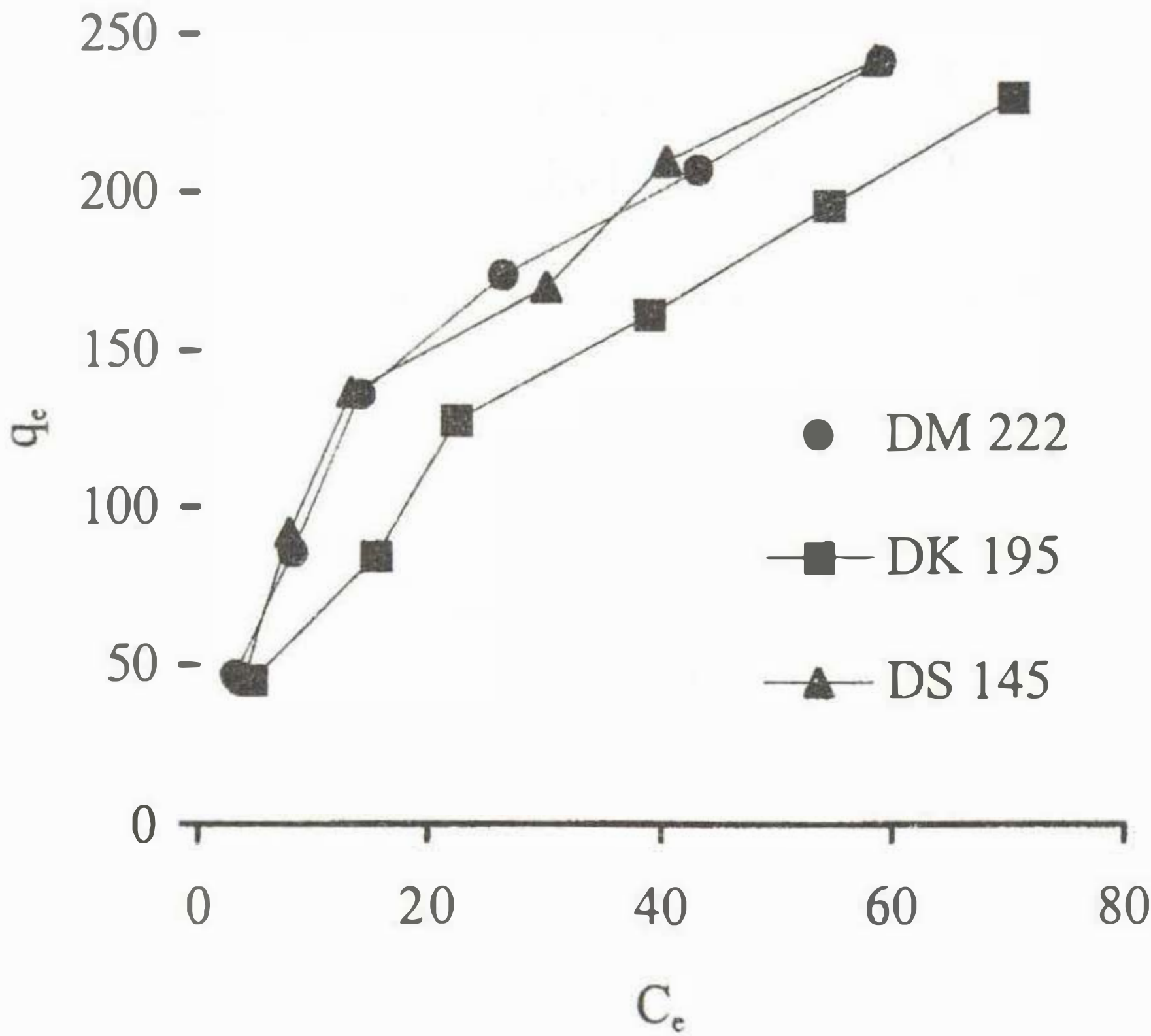


Şekil 7. Sıcaklığın dyezol boyaların alunit üzerine adsorpsiyonuna etkisi

(Kals. süresi: 60 dak., doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 150 dak., pH: 8, Kons.: 100 mg/L)

III.8. Adsorpsiyon İzotermi

Bir adsorpsiyon sistemi dengede iken, boyanın adsorban ve çözelti arasındaki dağılımı, boya için adsorbanın kapasitesini belirlemede önemlidir [3]. Bu nedenle adsorpsiyon izotermi alunit-dyezol boya sistemleri için belirlenmiş ve Şekil 8 de verilmiştir. Şekil 8 incelendiğinde; izoterm düşük C_e ve q_e değerleri için düzenli bir artma gösterirken, yüksek değerlerde ise bir düzlüğe ulaşma eğilimi vardır ki, bu da adsorbanın artık doyduğunu göstermektedir.



Şekil 8. Alunit üzerine dyezol boyaların adsorpsiyon izotermi (doz: 1g/100 mL, Kar. süresi: 150 dak.)

İzoterm verilerinin analizi, sonuçları doğru şekilde gösteren bir eşitlik geliştirmek için önemlidir [3]. Bu çalışmada Langmuir ve Freundlich izotermi deneysel verilere uygulanabilirliği araştırılmıştır. Lineer

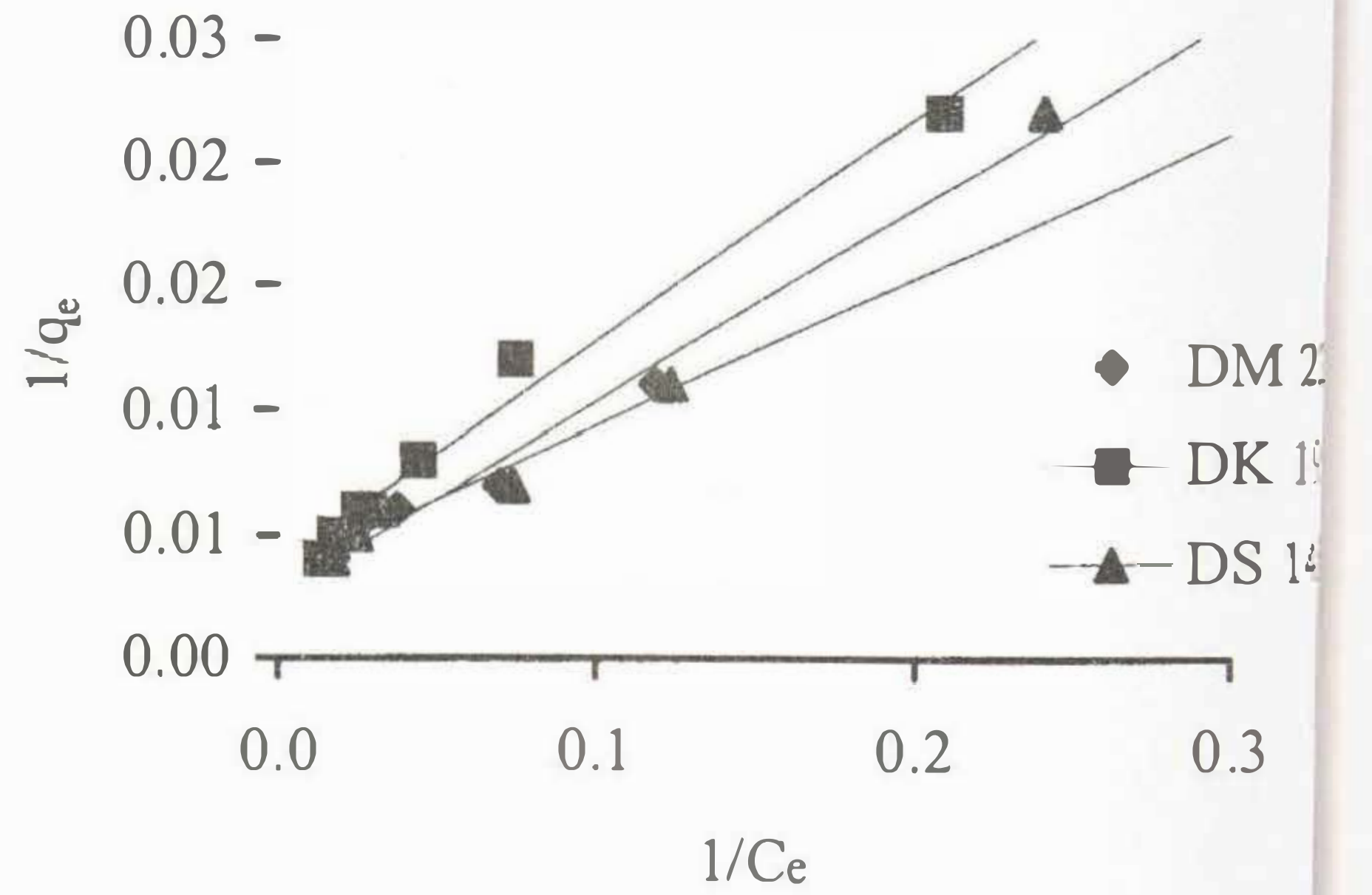
Langmuir izotermi eşitlik (1) ve lineer Freundlich izotermi eşitlik (2) de gösterilmiştir.

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

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

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.

Dyezol boyaların alunit ile adsorpsiyonuna ait verilerin lineer Langmuir izotermi Şekil 9 ve lineer Freundlich izotermi Şekil 10 da verilmiştir.



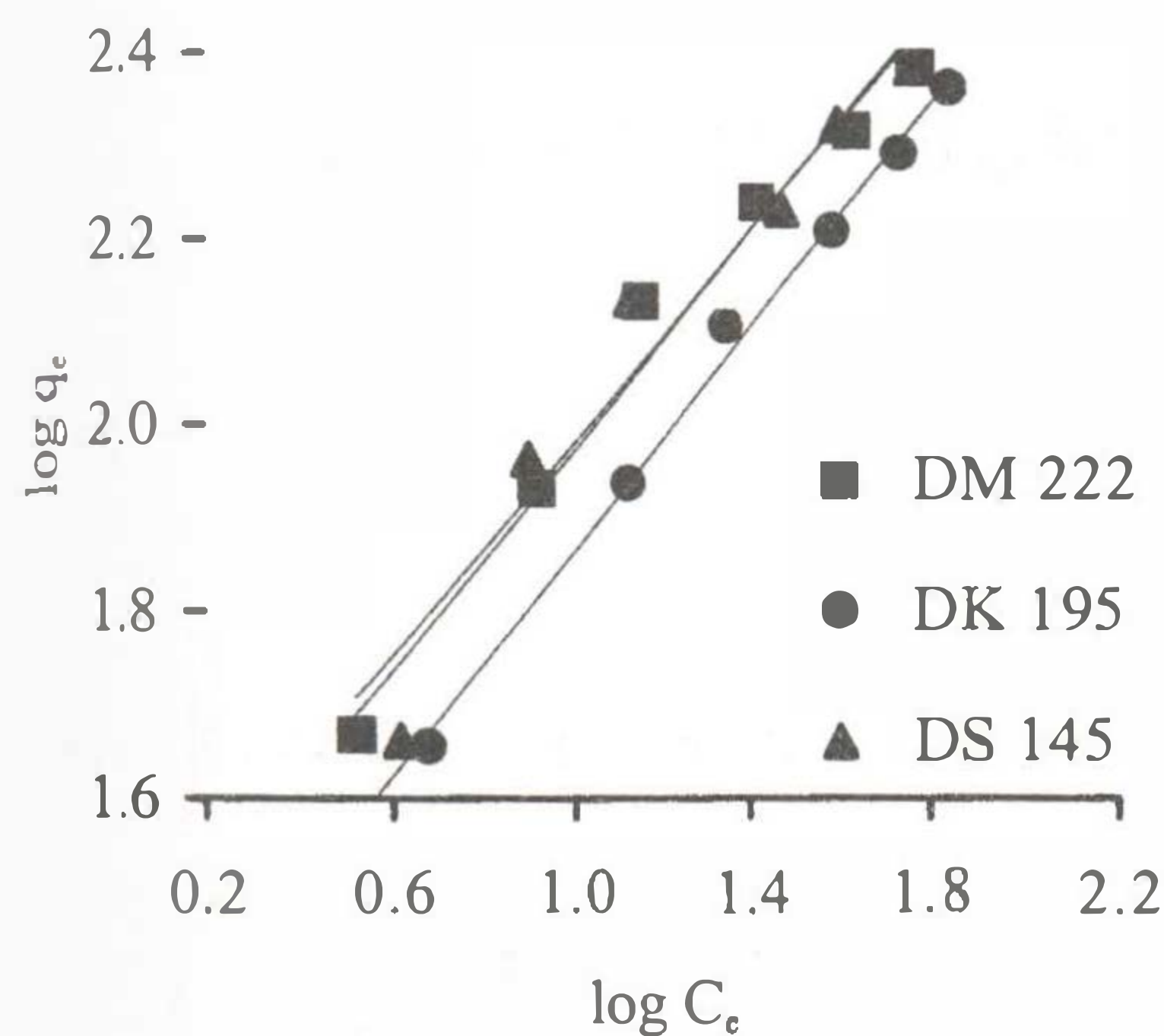
Şekil 9. Alunit üzerine dyezol boyaların adsorpsiyonu için lineer Langmuir izotermi

Adsorbanlar üzerine boyaların adsorpsiyonu için lineer izoterm modellerinin sabitleri Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2 Langmuir ve Freundlich izoterm sabitleri

Boya	Langmuir sabitleri			Freundlich sabitleri		
	Q	b	r^2	K_F	n	r^2
DM 222	303.95	0.0542	0.997	25.82	1.768	0.977
DK 195	264.55	0.0425	0.991	18.42	1.678	0.995
DS 145	392.05	0.0333	0.990	24.16	1.707	0.950

Tablo 2 deki lineer izoterm sabitleri incelendiğinde adsorpsiyon prosesinin her iki adsorpsiyon modeline uyduğu, ancak Langmuir izotermine daha fazla uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 10. Alunit üzerine dyezol boyaların adsorpsiyonu için lineer Freundlich izotermi

IV. SONUÇ

Dyezol boyaları adsorbe etmek için kullanılacak olan alunitin 873 K de kalsine edilmesinin yeterli olabileceği bulunmuştur. Karıştırma hızının fazla etkisi olmamakla birlikte yüksek devirlerde verimde biraz artmanın olduğu gözlemlenmiştir. Adsorban kütlesi için 1 g dan fazlasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır. Dyezol boyalarda asidik pH larda çalışmanın verimi arttırdığı görülmüştür. Sıcaklığın artmasıyla adsorpsiyonun azaldığı, oda sıcaklığında çalışmanın yeterli olacağı kanaatine varılmıştır. Başlangıç boya konsantrasyonunun artışıyla, adsorban kütlesi sabit olmasına rağmen adsorplanan boya miktarında lineer bir artış görülmüştür. Bu durum adsorbanın kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Alunitin uygun işlemlerden sonra, dyezol boyaları etkili şekilde giderdiği görülmüştür. Her üç boya için alunit 150 dakika gibi bir sürede yeterli giderme sağlamıştır. Sonuç olarak dyezol boyaların giderilmesi için alunit 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] 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.

[3] 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.

[4] 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.

[5] 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.

[6] Özacar, M. and Şengil, İ.A., "Optimum Conditions for Leaching Calcined Alunite Ore in Strong NaOH", Can. Metal. Quarterly, 38(4) 249-255, 1999.

[7] Şengil, İ.A., Teker M. and Özacar, M., "The Investigation of Adsorbent Specifications of Alunite-ZnO Mixtures", 35th IUPAC Congress, İstanbul-Türkiye, pp. 1387,14-19 August 1995.

[8] Özacar, M., Teker, M. ve Şengil, İ.A., "Alunit-ZnO Karışımlarının Kükürt Dioksit Gazı için Adsorban Olarak Kullanılması", 10. Uluslar arası Metalurji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı, Metalurji Mühendisleri Odası, İstanbul, s. 439-446, 24-28 Mayıs 2000.

[9] Özacar, M., Şengil, İ.A. ve Teker, M., "Alunit-ZnO Karışımları Üzerine Sulu Çözeltilerden Asidik Boyaların Adsorpsiyonu", SAÜ Fen Bilimleri Enstitü Dergisi, 5(1), 63-68, 2001.

[10] 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.