

Atık Sulardan Tekstil Boyar Maddesinin Silika İle Giderimi için Deneysel Tasarım

Özkan DEMİRBAŞ^{1,*}, Cihan YILDIZ²

¹Balıkesir Üniversitesi Fen.-Ed. Fak. Kimya Böl., Çağış Kampüsü, Balıkesir.

²Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çağış Kampüsü, Balıkesir.

Özet

Bu çalışmada Taguchi ortogonal dizinleri kullanılarak, geleneksel olarak yapılan deney sayıları azaltılmış ve kontrol edilemeyen faktörlerin etkisi minimum değerde tutularak deney tasarımı yapılmıştır. Silika kumu üzerine boyar maddenin adsorpsiyonunda etkili olan 4 parametrenin her birinin en etkili olduğu değeri belirlemek için seviyeler belirlenerek uygun ortogonal dizin seçilmiş ve deneyler 3'er kez tekrar edilmiştir. Deney sonuçları, S/N oranlarına göre değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Taguchi yöntemi, deney tasarımı, adsorpsiyon

Experimental Design for Removal of Textile Dye from Waste Water by Silica

Abstract

In this study Taguchi who reduces the number of experiments by using orthogonal arrays for obtaining the target value, intended to design an experiment method that minimize the effects of factors which cannot be controlled by a few experiments. Silica, which are effective on the adsorption of dye 4 Taguchi method utilized to determine the value of the parameter is most effective. In application, the factors and levels suiting the purpose were defined and the experiments were repeated three times after proper orthogonal arrays are chosen. The results of experiments are analyzed by using Taguchi method and variance analyses method which calculating table according to S/N ratio were applied. The methods were applied and the results are evaluated after analyzing.

Keywords: Taguchi method, experimental design, adsorption

* Özkan DEMİRBAŞ, ozkan@balikesir.edu.tr

1. Giriş

Deneysel çalışmalarda gereksinim duyulan verilerin elde edilmesi, yani karşılaşılan sorunun çözümünü aramak, araştırma çalışmalarının gerektiği gibi oluşturulması ile mümkündür [1]. İyi sonuçları elde edilebileceğimiz koşulları belirlemek için öncelikle deneysel çalışmalarımızda etkili olan faktörler belirlenmelidir. Ardından bu faktörlerin deney performansı üzerindeki etkilerinin nasıl olacağı tespit edilip, en uygun kombinasyonunun bulunması için kontrol edilemeyen faktörlerde dikkate alınarak deneyler yapılır [2,3]. Geleneksel yaklaşımda, deneylerin sonucunda elde edilen performans göstergesi değerlendirilerek en uygun şartlar tespit edilir. Deney performansına etki eden her faktör tek tek ele alınır ve her faktörün deney üzerindeki etkisi ayrı ayrı tespit edilir [4,5]. Ancak böyle bir yaklaşımda faktörler arasındaki etkileşimler göz ardı edilmiş olacak ve bir faktörün etkisinin değerlendirilmesi sırasında diğer faktörlerin sonuçlar üzerindeki etkisi yok sayıldığından yanıltıcı olacaktır. Tüm kombinasyonlarının denenmesi ise maliyetin artmasına ve zaman kaybına yol açacaktır. Bunların yanında sonuçların analizinde de uygun istatistiksel yöntemlerin kullanılması gerekecektir.

Adsorpsiyon yöntemine ait deneysel çalışmalar göz önüne alındığında kontrol edilen ve edilemeyen faktörler ile sonuçlar arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek ve optimizasyonu gerçekleştirebilmek için geleneksel yöntem dışında deneysel tasarım yöntemlerinin uygulanması son derece verimli bir yaklaşımdır [6]. Deney tasarımı metodunun çeşitli uygulama teknikleri vardır. Çalışmada bilinen bir teknik olan ve deney tasarımına yöntem olarak kullanılan Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Taguchi yönteminin özelliği, geliştirilmiş olan ortogonal dizinler sayesinde deney tasarımı çalışmalarında faktör ve seviyelerinin eş zamanlı olarak değiştirilmesini sağlaması ve bu sayede birden fazla faktör ve seviyeyi ölçebilmesidir. Çalışma; silika kumu üzerine boyar maddenin adsorpsiyonu deneylerinde etkili olan pH, sıcaklık, boya miktarı, adsorbent dozu faktörlerinin deneysel çalışmalarda etkin olan değerlerini Taguchi yöntemi ile belirlemektir.

2. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada adsorpsiyon deneylerinde etkili olduğunu belirlediğimiz 4 faktörün (çözeltideki boya derişimi, adsorbent dozu, pH ve sıcaklık) her birinin, 3 seviyeye (-1,0,1) bağlı olarak oluşturulan deneysel dizaynı oluşturulmuştur. Boyar madde olarak Metil Viyolet kullanılmıştır. Tablo 1’de faktörler ve bunlara ait üç farklı seviye değerleri, Tablo 2’de Taguchi yöntemi ile belirlenen deneysel dizayn ve sonuçları içeren veriler görülmektedir. Şekil 1.1 ve 1.3’de ise deneysel verilere ait S/N oranları verilmektedir. Tablo 3’de ise deneysel verilere ait optimum değerler verilmektedir.

Tablo 1. Deneylerde kullanılan faktörler ve seviyeleri

Faktör	Seviye (-1)	Seviye (0)	Seviye (+1)
(A)Boya derişimi, M	2×10^{-5}	6×10^{-5}	10×10^{-5}
(B)Adsorbent miktarı, g	0,1	0,55	1
(C)pH	3	6	9
(D)Sıcaklık, °C	25	40	55

Tablo 2. Silika yüzeyine boyar madde adsorpsiyonu için Taguchi dizaynına ait deneysel veriler

Boya Miktarı	Adsorbent Miktarı	pH	Sıcaklık(⁰ C)	Qe	S/N
2x10 ⁻⁵ M	0.1g	3	25	4.3x10 ⁻⁶	107,33
2x10 ⁻⁵ M	0.1g	3	25	3.55x10 ⁻⁶	108,99
2x10 ⁻⁵ M	0.1g	3	25	3.75x10 ⁻⁶	108,52
2x10 ⁻⁵ M	0.55g	6	40	1.57x10 ⁻⁶	116,08
2x10 ⁻⁵ M	0.55g	6	40	1.63x10 ⁻⁶	115,76
2x10 ⁻⁵ M	0.55g	6	40	1.6x10 ⁻⁶	115,92
2x10 ⁻⁵ M	1g	9	55	8.4x10 ⁻⁵	121,51
2x10 ⁻⁵ M	1g	9	55	8.65x10 ⁻⁵	121,26
2x10⁻⁵M	1g	9	55	8.3x10⁻⁵	121,62
6x10 ⁻⁵ M	0.1g	6	55	5.1x10 ⁻⁶	105,85
6x10 ⁻⁵ M	0.1g	6	55	9.3x10 ⁻⁶	100,63
6x10 ⁻⁵ M	0.1g	6	55	8.25x10 ⁻⁶	101,67
6x10 ⁻⁵ M	0.55g	9	25	4.72x10 ⁻⁶	106,52
6x10 ⁻⁵ M	0.55g	9	25	4.68x10 ⁻⁶	106,59
6x10 ⁻⁵ M	0.55g	9	25	4.74x10 ⁻⁶	106,48
6x10 ⁻⁵ M	1g	3	40	2.33x10 ⁻⁶	112,65
6x10 ⁻⁵ M	1g	3	40	2.42x10 ⁻⁶	112,32
6x10 ⁻⁵ M	1g	3	40	4.19x10 ⁻⁶	107,56
10 ⁻⁴ M	0.1g	9	40	1.26x10 ⁻⁵	97,99
10 ⁻⁴ M	0.1g	9	40	1.23x10 ⁻⁵	98,20
10 ⁻⁴ M	0.1g	9	40	1.31x10 ⁻⁵	97,65
10 ⁻⁴ M	0.55g	3	55	5.16x10 ⁻⁶	105,75
10 ⁻⁴ M	0.55g	3	55	5.24x10 ⁻⁶	105,61
10 ⁻⁴ M	0.55g	3	55	4.81x10 ⁻⁶	106,36
10 ⁻⁴ M	1g	6	25	4.51x10 ⁻⁶	106,92
10 ⁻⁴ M	1g	6	25	4.56x10 ⁻⁶	108,82
10 ⁻⁴ M	1g	6	25	4.56x10 ⁻⁶	106,82

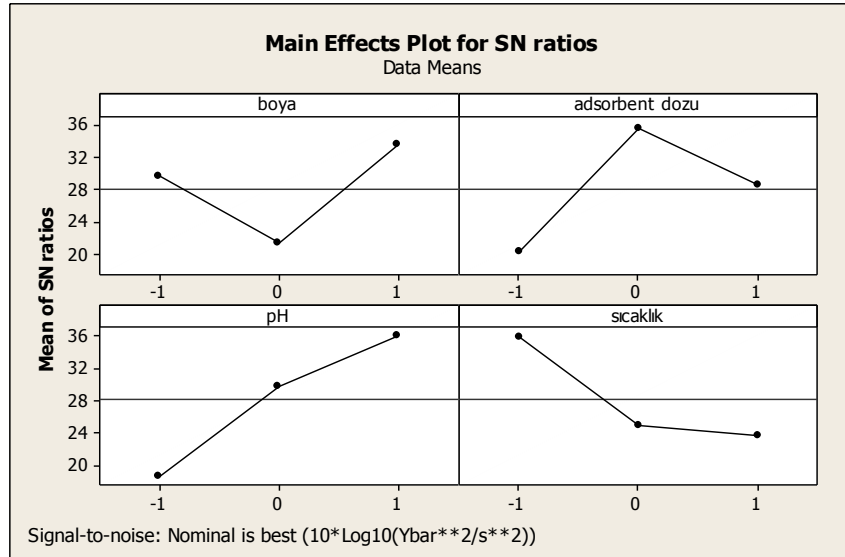
3. Sonuç ve Tartışma

Tablo 2 ve Şekil 1-3'den görüldüğü gibi, silika yüzeyine metil viyolelin adsorpsiyonu, artan pH, sıcaklık ve adsorbent dozu ile artmakta, artan boya derişimi ile azalmaktadır. Tablo 1'de verilen deneysel çalışmalar içerisinde en etkili sonucun (en yüksek S/N oranı olan) 2x10⁻⁵M boya derişiminde, 1g adsorbent miktarında, pH 9'da, sıcaklık 55⁰C de elde edilmiştir. Bu deneysel koşullarda S/N oranı 121,62 ve silika yüzeyine adsorbe olan boya miktarı 8.3x10⁻⁵ mol/g olarak hesaplanmıştır.

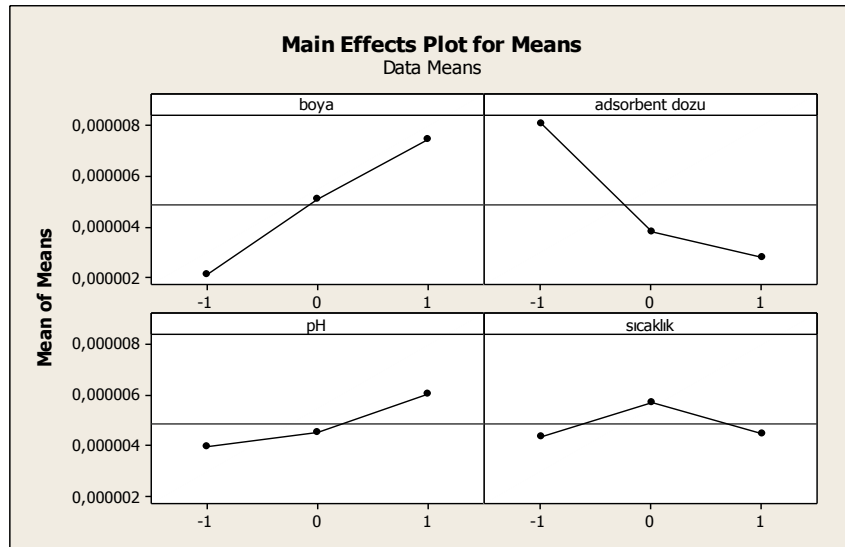
Tablo 3'de ise faktörlerin seviye analizleri yapılmıştır. Örneğin boya derişimi en az (-1), orta seviyede (0) ve en yüksek (+1) olan tüm deneyler ilk kısımda A(-1), A(0) ve A(+1) olarak gösterilmiş ve S/N oranlarına ait ortalamalar alınmıştır. Buna göre bu faktörün seviyeleri için en yüksek S/N oranı en düşük boya derişimine ait olduğu bulunmuştur. Diğer faktörler içinde gösterilen tabloda da adsorbent miktarı, ve sıcaklık için yüksek seviyelerde etkili sonuç, pH için ise orta seviyenin etkili olduğu hesaplanmıştır.

Tablo 3. Faktörlere ait seviye analizleri.

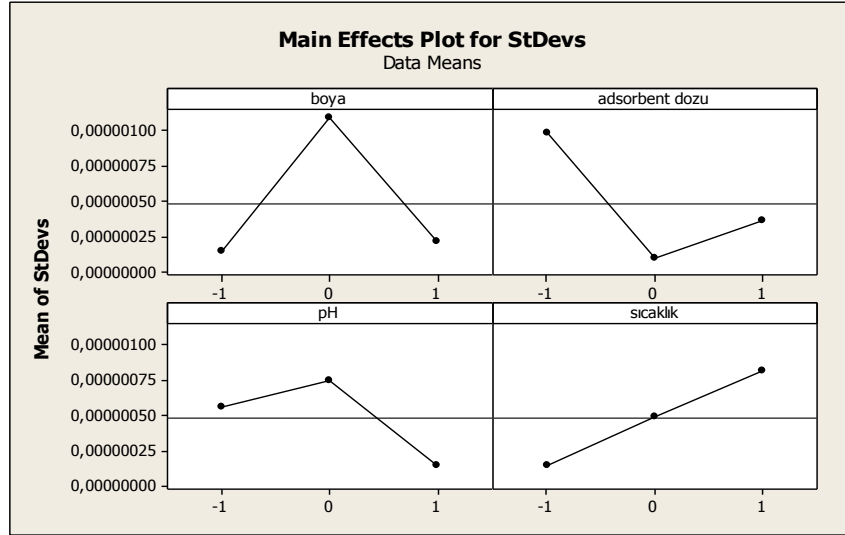
Faktör (seviyesi)	S/N oranı									Ort. S/N
A (-1)	107,33	108,99	108,52	116,08	115,76	115,92	121,51	121,26	121,62	115,25
A (0)	105,85	100,63	101,67	106,52	106,59	106,48	112,65	112,32	107,56	106,69
A (+1)	97,99	98,20	97,65	105,75	105,61	106,36	106,82	108,82	106,82	107,78
B (-1)	107,33	108,99	108,52	105,85	100,63	101,67	97,99	98,20	97,65	102,98
B (0)	116,08	115,76	115,92	106,52	106,59	106,48	105,75	105,61	106,36	109,45
B (+1)	121,51	121,06	121,62	112,65	112,32	107,56	106,92	108,82	106,82	113,27
C (-1)	107,33	108,99	108,52	112,65	112,32	107,56	105,75	105,61	106,36	108,34
C (0)	116,08	115,76	115,92	105,85	100,63	101,67	106,92	108,82	106,82	120,82
C (+1)	121,51	121,26	121,62	106,52	106,59	106,48	97,99	98,20	97,65	108,59
D (-1)	107,33	108,99	108,52	106,52	106,59	106,48	106,92	108,82	106,82	107,44
D (0)	116,08	115,76	115,92	112,65	112,32	107,56	97,99	98,20	97,65	108,21
D (+1)	121,51	121,26	121,62	105,85	100,63	101,67	105,75	105,61	106,36	110,02



Şekil 1.1. S/N oranı için sonuç tablosu



Şekil 1.2. Ortalamalar için sonuç tablosu



Şekil 1.3. Standart sapma için sonuç tablosu

Sonuç

Bu çalışmada adsorpsiyon deneylerinin optimizasyonu için Taguchi metodu uygulanmıştır. Taguchi metodu geleneksel olarak yürütülen deneylerin önemli ölçüde azalmasını sağlar buda zaman ve maliyet açısından büyük bir kazanıma yol açar. Taguchi metodu istenilen amaca daha hızlı ulaşma ve sonucu önceden tahmin etme avantajlarını da sağlar.

Atık sulardan metil viyoleto boyar maddesinin giderimi için silika kullanımında, adsorpsiyona etki eden boya miktarı, adsorbent dozu, pH ve sıcaklık faktörlerinin etkisini incelemek için yöntemde $L_9(3^4)$ ortogonal dizini kullanılmış ve dizindeki deney kombinasyonlarına göre 3 defa gözlem alınmıştır. Geleneksel yöntemlerle bu deneyi yapmak için 3^4 kez yani 81 farklı deney sayısı gerekirken bu yöntemle deney sayısı 9'a indirgenmiştir. Bu da bize zaman ve maliyet kazancı sağlamaktadır. $L_9(3^4)$ ortogonal dizinindeki gözlem değerlerinden hareketle performans istatistikleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda tüm faktörlerin adsorpsiyon performansı üzerinde önemli etkisi olduğu gözlenmiştir. Yapılan deneysel şartlarda, metoda göre optimum şartlar, 2×10^{-5} M boya derişiminde, 1g adsorbent miktarında, pH 9'da, sıcaklık 55°C de elde edilmiştir.

Kaynaklar

- [1] Bingol D., Tekin N., Alkan M., Brilliant Yellow dye adsorption onto sepiolite using a full factorial design, **Applied Clay Science**, 50, 315–321. (2010)
- [2] Rathinam A., Rao J. R., Nair B. U., Adsorption of phenol onto activated carbon from seaweed: Determination of the optimal experimental parameters using factorial design, **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, 42, 952–956 (2011)
- [3] Luis A. Escudero, S. Cerutti, R.A. Olsina, J.A. Salonia, J.A. Gasquez, Factorial design optimization of experimental variables in the on-line separation/preconcentration of copper in water samples using solid phase

- extraction and ICP-OES determination, **Journal of Hazardous Materials**, 183, 218–223(2010).
- [4] Gottipati R., Mishra S., Process optimization of adsorption of Cr(VI) on activated carbons prepared from plant precursors by a two-level full factorial design, **Chemical Engineering Journal** 160, 99–107 (2010).
- [5] Anthemidis A. N., Adam I.S.I., Zachariadis G. A., Poly(etheretherketone)-turnings a novel sorbent material for lead determination by flow injection flame atomic absorption spectrometry and factorial design optimization, **Talanta** 81, 996–1002 (2010).
- [6] Shamma R.N., Basalious E. B., Shoukri R. A., Development and optimization of a multiple-unit controlled release formulation of a freely water soluble drug for once-daily administration, **International Journal of Pharmaceutics** 405, 102–112 (2011)