



## Kabul Edilmiş Araştırma Makalesi (Düzenlenmemiş Sürüm)

## Accepted Research Article (Uncorrected Version)

### Makale Başlığı / Title

Nikel kaplama prosesinde verimli olarak kullanılan nikel oranının yanıt yüzey yöntemi ile eniylenmesi

Optimizing the efficiently used nickel ratio in nickel plating process by using response surface methodology

### Yazarlar / Authors

Aslan Deniz KARAOĞLAN<sup>1\*</sup>, Ayşe MERİÇ<sup>2</sup>

### Referans No / Reference No

PAJES-67864

### DOI

10.5505/pajes.2018.67864

Bu PDF dosyası yukarıda bilgileri verilen kabul edilmiş araştırma makalesini içermektedir. Sayfa düzeni, dizgileme ve son inceleme işlemleri henüz tamamlanmamış olduğundan, bu düzenlenmemiş sürüm bazı üretim ve dizgi hataları içerebilir.

This PDF file contains the accepted research article whose information given above. Since copyediting, typesetting and final review processes are not completed yet, this uncorrected version may include some production and typesetting errors.



# Nikel Şişme Süreçlerinin Önemli Maliyet Parametresini Optimize Etme Yöntemi ile Eniyilenmesi

# 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

11 a Y - ° @ ¥ ! 21 a Y ¥ - " ¥ Ö ¥ " ö " © ! 21 a Y ¥ - " ¥ \$ / \$ \$ " ° i  
deniz@balikesir.edu.tr traysemeric12@gmail.com

Geli Tarihi/Received 13.04.2018, Kabul Tarihi/Accepted 17.12.2018

doi: 10.5505/pajes.20167864

- s 1 a a Corres ponding author

° s ° á @ © s Resear ch Article

## Öz

Nikel krom kaplama süreçlerinin önemli maliyet parametresini optimize etme yöntemi ile eniyilenmesi, bir üretici için amaçtır. Bu çalışmada, nikel krom kaplama sürecinin maliyet parametrelerini optimize etme yöntemi (RSM), deneysel ve optimizasyon teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nikel yapışma hızı, sıcaklık, nikel sülfat (NiSO<sub>4</sub>) oranı, nikel klorür (NiCl<sub>2</sub>) oranı, borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) oranı, pH oranı ve banyolardaki verimlilik oranı gibi parametreler seçilmiştir. En iyi sonuçlar, nikel yapışma hızının %80 ile %95 arasında arttırılmasıyla elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: " ¥ \$ j " " \$ s - " s © s " ¥ \$ j " \$ ± " s a " @ s a a ¥ \$ j s ö n e m l i ( Y Y Y ) 1 j µ µ

## Abstract

Efficient usage of nickel, one of the important cost parameters chrome plating processes, is compulsory for completing study, is aimed to optimize the process parameters of the nickel manufacturer that plates nickel on metal for his purpose response surface methodology (RSM), one of the experimental design and optimization techniques, has been used nickel baths: while rate of nickel sticking to the surface of the work maximized temperature, nickel sulf (NiSO<sub>4</sub>) ratio, nickel chloride (NiCl<sub>2</sub>) ratio, boric acid (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) ratio, pH and boric ratio were selected as factors affecting the process. At the end of the study, the efficiency of nickel ratio in the bathrooms was increased from 80% to 95%.

Keywords: Nickel plating, Ratio of efficiently used nickel in nickel baths, Response surface methodology (RSM)

1 fi ¥ @ ¥  
larda nikel şişme süreçlerinin önemli maliyet parametresini optimize etme yöntemi ile eniyilenmesi, bir üretici için amaçtır. Bu çalışmada, nikel krom kaplama sürecinin maliyet parametrelerini optimize etme yöntemi (RSM), deneysel ve optimizasyon teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nikel yapışma hızı, sıcaklık, nikel sülfat (NiSO<sub>4</sub>) oranı, nikel klorür (NiCl<sub>2</sub>) oranı, borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) oranı, pH oranı ve banyolardaki verimlilik oranı gibi parametreler seçilmiştir. En iyi sonuçlar, nikel yapışma hızının %80 ile %95 arasında arttırılmasıyla elde edilmiştir.

$\mu$  -  $\alpha$  farkları bulmakla beraber; proses kalanda kalan borik asit ( $H_2BO_3$ ) miktarını minimize edilmesi daha fazla ürünün elde edilmesi için literatürde minimizasyonu daha fazla ürünün elde edilmesi için literatürde minimizasyonu daha fazla ürünün elde edilmesi için literatürde

sadece 2 seviyeli olabilir. Taguchi yönteminin tersine faktöriyel tasarımı sadece 2 seviyeli olabilir. Taguchi yönteminin tersine faktöriyel tasarımı sadece 2 seviyeli olabilir. Taguchi yönteminin tersine faktöriyel tasarımı sadece 2 seviyeli olabilir. Taguchi yönteminin tersine faktöriyel tasarımı sadece 2 seviyeli olabilir.

## 2 Materyal ve Metot

2.1. Materyal ve Metot. Bu çalışmada borik asit miktarını minimize etmek için Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Taguchi yöntemi, faktörlerin deney tasarımı için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, faktörlerin deney tasarımı için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, faktörlerin deney tasarımı için kullanılan bir yöntemdir.

Burada  $Y$  Çıktı,  $X$  Faktörler,  $\mu$  Ortalama,  $\sigma$  Standart Sapma olarak tanımlanmıştır. Burada  $Y$  Çıktı,  $X$  Faktörler,  $\mu$  Ortalama,  $\sigma$  Standart Sapma olarak tanımlanmıştır. Burada  $Y$  Çıktı,  $X$  Faktörler,  $\mu$  Ortalama,  $\sigma$  Standart Sapma olarak tanımlanmıştır.



Şişirici maddelerin kalsiyum ve magnezyum ile etkileşimlerinin araştırılması amacıyla, bu çalışmada 3 faktör (Şişirici, Çözünür ve Çözünür miktarı) ve 2 düzey (0,1 ve 0,2) ile yapılan deneyler değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, 3 faktörün etkilerinin belirlenmesi için faktöriyel deney tasarımı kullanılmıştır. Deney sonuçları, analiz varyans (ANCOVA) yöntemiyle değerlendirilmiştir. ANCOVA sonuçları, 3 faktörün etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, en iyi sonuçları veren kombinasyonun belirlenmesi için optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Optimizasyon çalışmaları, matematiksel model kullanılarak yapılmıştır. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

Şişirici maddelerin kalsiyum ve magnezyum ile etkileşimlerinin araştırılması amacıyla, bu çalışmada 3 faktör (Şişirici, Çözünür ve Çözünür miktarı) ve 2 düzey (0,1 ve 0,2) ile yapılan deneyler değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, 3 faktörün etkilerinin belirlenmesi için faktöriyel deney tasarımı kullanılmıştır. Deney sonuçları, analiz varyans (ANCOVA) yöntemiyle değerlendirilmiştir. ANCOVA sonuçları, 3 faktörün etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, en iyi sonuçları veren kombinasyonun belirlenmesi için optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Optimizasyon çalışmaları, matematiksel model kullanılarak yapılmıştır. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

**Tablo 1: Kaplanan n k m g n " q t c p , p , " g v m k h g i g p l " h c m y 3 4 f n g t**

/ s s ° ö	Z a s	Birimi	Min.	Maks.
Şişirici	X <sub>1</sub>	°C	45	60
Çözünür miktarı	X <sub>2</sub>	g/l	70	85
Çözünür miktarı	X <sub>3</sub>	g/l	14	20
Çözünür miktarı	X <sub>4</sub>	g/l	37	45
pH	X <sub>5</sub>		4	5.5
Çözünür miktarı	X <sub>6</sub>	g/l	2	10

Faktörler ve seviyeleri belirlendikten sonra ortogonal dizilere (Şişirici, Çözünür ve Çözünür miktarı) kombinasyonunun belirlenmesi), her bir deney kombinasyonu için elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Deney sonuçları, analiz varyans (ANCOVA) yöntemiyle değerlendirilmiştir. ANCOVA sonuçları, 3 faktörün etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, en iyi sonuçları veren kombinasyonun belirlenmesi için optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Optimizasyon çalışmaları, matematiksel model kullanılarak yapılmıştır. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	12	1464,65	1464,65	122,054	209,88	0,000
Linear	6	1367,12	120,10	20,017	34,42	0,000
Square	6	97,53	97,53	16,255	27,95	0,000
Residual Error	45	26,17	26,17	0,582		
Total	57	1490,82				

R-Sq = 98,24% R-Sq(pred) = 97,15% R-Sq(adj) = 97,78%

regresyon denklemi anlamı, gözlemlenmektedir. (R<sup>2</sup> = 0,9824) olarak matematiksel modelin R<sup>2</sup> değeri 0,9718 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, modelin iyi bir şekilde tahmin edilebilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca, en iyi sonuçları veren kombinasyonun belirlenmesi için optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Optimizasyon çalışmaları, matematiksel model kullanılarak yapılmıştır. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

Tablo 2: Faktörler ve Çözünür miktarı. Deney sonuçları, analiz varyans (ANCOVA) yöntemiyle değerlendirilmiştir. ANCOVA sonuçları, 3 faktörün etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, en iyi sonuçları veren kombinasyonun belirlenmesi için optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Optimizasyon çalışmaları, matematiksel model kullanılarak yapılmıştır. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

Eniyileme fonksiyonu, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

Eniyileme fonksiyonu, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

Eniyileme fonksiyonu, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Matematiksel model, deney sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur.

Tablo 2: fi 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58

Deney No	X1	X2	X3	X4	X5	X6	(g/l)	(g/l)
1	45	70	14	37	4	2	0.25	0.48
2	55	70	14	37	4	2	0.53	0.79
3	60	70	14	37	4	2	0.45	1.27
4	45	80	14	37	4	2	6.30	6.51
5	45	85	14	37	4	2	6.66	6.63
6	45	70	18	37	4	2	4.80	5.30
7	45	70	20	37	4	2	5.65	5.07
8	45	70	14	40	4	2	0.51	0.83
9	45	70	14	45	4	2	0.60	1.50
10	45	70	14	37	5	2	0.96	1.01
11	45	70	14	37	5.5	2	0.65	1.35
12	45	70	14	37	4	6	0.83	1.61
13	45	70	14	37	4	10	0.90	1.39
14	45	70	14	37	4	2	0.98	0.48
15	45	70	14	37	4	2	2.01	0.48
16	55	80	14	37	4	2	6.70	6.81
17	55	80	18	37	4	2	11.50	11.64
18	55	80	18	40	4	2	12.01	11.99
19	55	80	18	40	5	2	12.56	12.52
20	55	80	18	40	5	6	13.38	13.64
21	55	80	18	40	5	6	14.36	13.64
22	60	85	14	37	4	2	7.10	7.42
23	60	85	20	37	4	2	13.25	12.01
24	60	85	20	45	4	2	14.23	13.03
25	60	85	20	45	5.5	2	13.05	13.89
26	60	85	20	45	5.5	10	13.95	14.81
27	60	85	20	45	5.5	10	15.00	14.81
28	45	80	18	37	4	2	11.10	11.33
29	45	85	20	37	4	2	11.10	11.22
30	45	80	18	40	4	2	11.61	11.68
31	45	85	20	45	4	2	12.00	12.24
32	45	80	18	40	5	2	12.16	12.21
33	45	85	20	45	5.5	2	12.60	13.11
34	45	80	18	40	5	6	13.02	13.34
35	45	85	20	45	5.5	10	13.50	14.02
36	45	80	18	40	5	6	13.96	13.34
37	45	85	20	45	5.5	10	14.55	14.02
38	45	70	18	40	4	2	6.35	5.65
39	45	70	20	45	4	2	5.55	6.09
40	45	70	18	40	5	2	5.96	6.18
41	45	70	20	45	5.5	2	7.23	6.96
42	45	70	18	40	5	6	6.68	7.31
43	45	70	20	45	5.5	10	7.05	7.87
44	45	70	18	40	5	6	7.66	7.31
45	45	70	20	45	5.5	10	8.10	7.87
46	45	70	14	40	5	2	1.06	1.36
47	45	70	14	45	5.5	2	4.20	2.37
48	45	70	14	40	5	6	1.88	2.49
49	45	70	14	45	5.5	10	2.10	3.28
50	45	70	14	40	5	6	2.86	2.49
51	45	70	14	45	5.5	10	5.23	3.28
52	45	70	14	37	5	6	2.30	2.14
53	45	70	14	37	5.5	10	1.50	2.26
54	45	70	14	37	5	6	2.35	2.14
55	45	70	14	37	5.5	10	3.24	2.26
56	45	70	14	37	4	6	1.80	1.61
57	45	70	14	37	4	10	1.95	1.39
58	60	85	20	45	5.5	10	15.00	14.81



- [11] Montgomery D. *Design and Analysis of Experiments*, 5th ed. New York, USA, John Wiley & Sons Inc., 2001.
- [12] Karaoğlan AD, Demir MM. *Statistical Analysis of Quality Data for the Design of Experiments*. *Journal of Applied Statistics* 43(2):370-386, 2016.
- [13] Karaoğlan AD, Demir MM. *Statistical Analysis of Quality Data for the Design of Experiments*. *Journal of Applied Statistics* 43(2):370-386, 2016.
- [14] Karaoğlan AD, Demir MM. *Statistical Analysis of Quality Data for the Design of Experiments*. *Journal of Applied Statistics* 43(2):370-386, 2016.
- [15] Karaoğlan AD, Demir MM. *Statistical Analysis of Quality Data for the Design of Experiments*. *Journal of Applied Statistics* 43(2):370-386, 2016.
- [16] Karaoğlan AD, Demir MM. *Statistical Analysis of Quality Data for the Design of Experiments*. *Journal of Applied Statistics* 43(2):370-386, 2016.

Düzenlenmemiş Sürüm - Uncorrected Version