

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

POLİPROPİLEN TALK/KOLEMANİT HİBRİT KOMPOZİT
MALZEMELERİN ISIL ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL
TASARIM YÖNTEMİ İLE ENİYİLENMESİ / YAPAY SİNİR AĞI
İLE KESTİRİMİ

BAŞAK YÜKSEK

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

POLİPROPİLEN TALK/KOLEMANİT HİBRİT KOMPOZİT
MALZEMELERİN ISIL ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL
TASARIM YÖNTEMİ İLE ENİYİLENMESİ / YAPAY SİNİR
AĞI İLE KESTİRİMİ

BAŞAK YÜKSEK

Dr. Öğr. Üyesi Şenol ŞAHİN

Danışman, Kocaeli Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Vahdet UÇAR

Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi

.....

Dr. Öğr. Üyesi Yıldız ŞAHİN

Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 14.07.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, proje yürütücülüğünü Dr. Öğr. Üyesi Şenol ŞAHİN'in üstlendiği ve benimde proje araştırmacısı olarak görev aldığım ve de tamamlanan 'Polipropilen Talk/Kolemanit HibritKompozit Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin Deneysel Tasarım Yöntemi İle Eniyilenmesi/ Yapay Sinir Ağı İle Kestirimi' başlıklı 2017/056 numaralı Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında üretilen ancak proje esnasında kullanılmasına gerek duyulmayan numune parçalarının değerlendirilmesi amacıyla yapılmış ve hazırlanmıştır.

Bu çalışmada, deneysel çalışmalara imkan sunmasından dolayı Kocaeli Üniversitesi İ.D.E.A.L. İleri Malzeme Teknolojileri Laboratuvarı 'na ve hibrit kompozit harmanların hazırlanmasında yardımcı olan EMAŞ Plastik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ve de çok amaçlı deney parçalarının enjeksiyon kalıplama yöntemiyle elde edilmesindeki katkılarından dolayı AKSU Tost Makinaları San. Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her koşulda hep yanımda olan annem Günnur YÜKSEK ve babam Alaaddin YÜKSEK'e çok teşekkür ederim. Her koşulda desteğini esirgemeyen, yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesi ile yol gösteren değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şenol ŞAHİN'e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunar, teşekkür ederim. Tez dönemi çalışmalarım da destek ve yardımları için Sayın Prof. Dr. Mehmet Melih İNAL'a ve Dr. Öğr. Üyesi Yıldız ŞAHİN'e çok teşekkür ederim.

Eylül – 2020

Başak YÜKSEK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi
ÖZET	xxii
SUMMARY	xxiii
GİRİŞ	1
1. LİTARETÜR ÇALIŞMASI.....	4
1.1. Taguchi Yöntemi.....	4
1.1.1. Sinyal / Gürültü Oranı.....	6
1.1.1.1. En küçük – eniyi.....	6
1.1.1.2. En büyük – eniyi	6
1.1.1.3. En nominal – en iyi	7
1.1.2. Taguchi Yöntemlerinde Veri Analizi.....	8
1.1.3. Ortogonal Dizinler	9
1.2. Yapay Sinir Ağları	11
1.3. Isıl Özellikler İle İlgili Önceki Çalışmalar	11
1.3.1. DSC çalışmaları	11
1.3.2. KolemanitÇalışmaları	12
1.3.3. Taguchi Çalışmaları	13
2. MATERYAL VE YÖNTEM/ARAŞTIRMA TEKNİKLERİ	15
2.1. Kullanılanmalzemeler	15
2.1.1. Polipropilenhammaddeler	15
2.1.2. Mikronizepudra talk maddesi.....	16
2.1.3. Mikronizetoz (öğütölmüş) kolemanitmaddesi	16
2.1.4. Kimyasalmaddeler.....	17
2.2. Deneysele tasarımıyöntemi	18
2.2.1. Kontrol edilebilir parametrelerinve faktörlerin belirlenmesi	18
2.2.1.1. DPPH hibrit kompozit malzemelere uygun ortogonal dizinin seçilmesi.....	19
2.2.1.2. OPPH hibrit kompozit malzemelere uygun ortogonal dizinin seçilmesi.....	20
2.2.1.3. YPPH hibrit kompozit malzemelere uygun ortogonal dizinin seçilmesi	20
2.3. Polipropilenhibritkompozithammaddesiüretimi.....	21
2.4. Enjeksiyonkalıplamayöntemi İle Deneynumunesiüretimi	22
2.5. Deney Şartları, Araçlar, Makineler Ve Donanımlar.....	24
2.5.1. Dinamik Mekanik Analizi, Numunesi, Analizi ve Cihazı	24
2.5.2. Diferansiyel taramalı kalorimetre numunesi, analizi ve cihazı.....	25
2.5.3. Termogravimetrik Analizi, Numunesi, Analizi ve Cihazı	25
2.6. Yapaysinırağımodeli	26
3. SONUÇLAR	28

3.1. DSA Sonuçları.....	28
3.1.1. Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme	28
3.1.1.1. D Grubu 1. çekim.....	29
3.1.1.2. D Grubu 2. çekim.....	36
3.1.1.3. D grubu soğuma	43
3.1.2. Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme.....	50
3.1.2.1. O grubu 1. çekim.....	50
3.1.2.2. O grubu 2. çekim.....	58
3.1.2.3. O grubu soğuma	65
3.1.3. Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme.....	72
3.1.3.1. Y grubu 1. çekim.....	72
3.1.3.2. Y grubu 2. çekim.....	79
3.1.3.3. Y grubu soğuma	86
3.2. DMA Sonuçları	94
3.2.1. Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme	94
3.2.1.1. D grubu 40C ⁰	94
3.2.1.2. D grubu 60C ⁰	101
3.2.1.3. D grubu 100C ⁰	108
3.2.2. Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme.....	115
3.2.2.1. O grubu 40C ⁰	115
3.2.2.2. O grubu 60C ⁰	122
3.2.2.3. O grubu 100C ⁰	129
3.2.3. Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme.....	136
3.2.3.1. Y grubu 40C ⁰	136
3.2.3.2. Y grubu 60C ⁰	144
3.2.3.3. Y grubu 100C ⁰	151
3.3. Tga Sonuçları	158
3.3.1. Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme	158
3.3.1.1. D grubu Kütle.....	158
3.3.1.2. D grubu sıcaklık	166
3.3.1.3. D grubu zaman	173
3.3.2. Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme.....	180
3.3.2.1. O grubu kütle	180
3.3.2.2. O grubu sıcaklık	187
3.3.2.3. O grubu zaman	194
3.3.3. Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme.....	201
3.3.3.1. Y grubu kütle	201
3.3.3.2. Y grubu sıcaklık	208
3.3.3.3. Y grubu zaman	215
3.4. YSA İle Modelleme Sonuçları	222
3.4.1. DSC Modelleme Sonuçları	222
3.4.1.1. DSC D grubu modelleme sonuçları	222
3.4.1.2. DSC O grubu modelleme sonuçları	226
3.4.1.3. DSA Y grubu modelleme sonuçları	230
3.4.2. DMA Modelleme Sonuçları.....	234
3.4.2.1. DMA D grubu modelleme sonuçları.....	234
3.4.2.2. DMA O grubu modelleme sonuçları.....	238
3.4.2.3. DMA Y grubu modelleme sonuçları.....	241
3.4.3. TGA Modelleme Sonuçları	245

3.4.3.1. TGA D grubu modelleme sonuçları.....	245
3.4.3.2. TGA O grubu modelleme sonuçları.....	249
3.4.3.3. TGA Y grubu modelleme sonuçları.....	253
4. SONUÇLAR.....	257
4.1. DSA Sonuçları.....	257
4.1.1. D Grubu Sonuçları	257
4.1.2. O Grubu Sonuçları	258
4.1.3. Y Grubu Sonuçları	259
4.2. DMA Sonuçları	260
4.2.1. D Grubu Sonuçları	260
4.2.2. O Grubu Sonuçları	261
4.2.3. Y Grubu Sonuçları	262
4.3. TGA Sonuçları	264
4.3.1. D Grubu Sonuçları	264
4.3.2. O Grubu Sonuçları	265
4.3.3. Y Grubu Sonuçları	266
KAYNAKLAR	269
ÖZGEÇMİŞ	271

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Büyük iyi için kayıp fonksiyonu.....	8
Şekil 2.1. Çok amaçlı deney parçası(2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).	24
Şekil 2.2. D grubu 1.çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	29
Şekil 2.3. D grubu 1.çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	31
Şekil 2.4. D grubu 1.çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	34
Şekil 2.5. D grubu 2.çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	36
Şekil 2.6. D grubu 2.çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	39
Şekil 2.7. D grubu 2.çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	41
Şekil 2.8. D grubu soğuma onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	44
Şekil 2.9. D grubu soğuma peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	46
Şekil 2.10. D grubu soğuma endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	48
Şekil 2.11. O grubu 1. Çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	51
Şekil 2.12. O grubu 1. Çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	53
Şekil 2.13. O grubu 1. Çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	56
Şekil 2.14. O grubu 2. Çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	58
Şekil 2.15 O grubu 2. Çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	60
Şekil 2.16 O grubu 2. Çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	63
Şekil 2.17. O grubu soğuma onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	65
Şekil 2.18. O grubu soğuma peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	67
Şekil 2.19. O grubu soğuma endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	70
Şekil 2.20. Y grubu 1. Çekimonset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	72

Şekil 2.21. Y grubu 1. Çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	75
Şekil 2.22. Y grubu 1. Çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	77
Şekil 2.23. Y grubu 2. Çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	80
Şekil 2.24. Y grubu 2. Çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	82
Şekil 2.25. Y grubu 2. Çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	84
Şekil 2.26. Y grubu soğuma onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	87
Şekil 2.27. Y grubu soğuma peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	89
Şekil 2.28. Y grubu soğuma endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	92
Şekil 2.29. D grubu 40C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	95
Şekil 2.30. D grubu 40C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	97
Şekil 2.31. D grubu 40C ⁰ stress değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	99
Şekil 2.32 D grubu 60C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	102
Şekil 2.33. D grubu 60C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	104
Şekil 2.34. D grubu 60C ⁰ stress değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	106
Şekil 2.35. D grubu 100C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	109
Şekil 2.36. D grubu 100C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	111
Şekil 2.37. D grubu 100C ⁰ stress değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	113
Şekil 2.38. O grubu 40C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	116
Şekil 2.39. O grubu 40C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	118
Şekil 2.40. O grubu 40C ⁰ stress değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	120
Şekil 2.41. O grubu 60C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	123
Şekil 2.42. O grubu 60C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	125
Şekil 2.43. O grubu 60C ⁰ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	127
Şekil 2.44. O grubu 100C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	130

Şekil 2.45. O grubu 100C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	132
Şekil 2.46. O grubu 100C ⁰ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	134
Şekil 2.47. Y grubu 40C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	137
Şekil 2.48. Y grubu 40C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	139
Şekil 2.49. Y grubu 40C ⁰ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	142
Şekil 2.50. Y grubu 60C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	144
Şekil 2.51. Y grubu 60C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	147
Şekil 2.52. Y grubu 60C ⁰ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	149
Şekil 2.53. Y grubu 100C ⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	152
Şekil 2.54. Y grubu 100C ⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	154
Şekil 2.55. Y grubu 100C ⁰ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	156
Şekil 2.56. D grubu kütle C-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	159
Şekil 2.57. D grubu kütle B-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	161
Şekil 2.58. D grubu kütle m1% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	164
Şekil 2.59. D grubu sıcaklığa değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	166
Şekil 2.60. D grubu sıcaklık B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	168
Şekil 2.61. D grubu sıcaklık C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	171
Şekil 2.62D grubu zaman A değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	173
Şekil 2.63. D grubu zamanb değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	176
Şekil 2.64. D grubu zamanc değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	178
Şekil 2.65. O grubu kütle C-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	181
Şekil 2.66. O grubu kütle B-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	183
Şekil 2.67. O grubu kütle m1% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	185
Şekil 2.68. O grubu sıcaklığa değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	188

Şekil 2.69. O grubu sıcaklık B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	190
Şekil 2.70. O grubu sıcaklık C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	192
Şekil 2.71. O grubu zaman A değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	195
Şekil 2.72. O grubu zaman B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	197
Şekil 2.73. O grubu zaman C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	199
Şekil 2.74. Y grubu kütle C-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	202
Şekil 2.75. Y grubu kütle B-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri	204
Şekil 2.76. Y grubu kütle m1% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	206
Şekil 2.77. Y grubu sıcaklığa değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	209
Şekil 2.78. Y grubu sıcaklık B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	211
Şekil 2.79. Y grubu sıcaklık C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	213
Şekil 2.80. Y grubu zaman A değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	216
Şekil 2.81. Y grubu zaman B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	218
Şekil 2.82. Y grubu zaman C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri.....	220
Şekil 2.83. DSC D grubu 1.çekim onset performans ve regresyon grafiği.....	223
Şekil 2.84. DSC D grubu 1.çekim peak performans ve regresyon grafiği.....	223
Şekil 2.85. DSC D grubu 1.çekim endset performans ve regresyon grafiği	224
Şekil 2.86. DSC D grubu 2.çekim onset performans ve regresyon grafiği.....	224
Şekil 2.87. DSC D grubu 2.çekim peak performans ve regresyon grafiği.....	224
Şekil 2.88. DSC D grubu 2.çekim endset performans ve regresyon grafiği	225
Şekil 2.89. DSC D grubu soğumaonset performans ve regresyon grafiği	225
Şekil 2.90. DSC . D grubu soğuma peak performans ve regresyon grafiği	225
Şekil 2.91. DSC. D grubu soğuma endset performans ve regresyon grafiği	226
Şekil 2.92. DSC O grubu 1.çekim onset performans ve regresyon grafiği.....	227
Şekil 2.93. DSC O grubu 1.çekim peak performans ve regresyon grafiği.....	227
Şekil 2.94. DSC O grubu 1.çekim endset performans ve regresyon grafiği	228
Şekil 2.95. DSC O grubu 2.çekim onset performans ve regresyon grafiği.....	228
Şekil 2.96. DSC O grubu 2.çekim peak performans ve regresyon grafiği.....	228
Şekil 2.97. DSC O grubu 2.çekim endset performans ve regresyon grafiği	229
Şekil 2.98. DSC O grubu soğuma onset performans ve regresyon grafiği	229
Şekil 2.99. DSC O grubu soğuma peak performans ve regresyon grafiği	229
Şekil 2.100. DSC O grubu soğuma endset performans ve regresyon grafiği	230
Şekil 2.101. DSC Y grubu 1.çekim onset performans ve regresyon grafiği.....	231
Şekil 2.102. DSC Y grubu 1.çekim peak performans ve regresyon grafiği.....	231
Şekil 2.103. DSC Y grubu 1.çekimendset performans ve regresyon grafiği	231

Şekil 2.104. DSC Y grubu 2.çekim onset performans ve regresyon grafiği.....	232
Şekil 2.105. DSC Y grubu 2.çekim peak performans ve regresyon grafiği.....	232
Şekil 2.106 . DSC Y grubu 2.çekim endset performans ve regresyon grafiği.....	232
Şekil 2.107. DSC Y grubu soğumaonset performans ve regresyon grafiği	233
Şekil 2.108 . DSC Y grubu soğuma peak performans ve regresyon grafiği	233
Şekil 2.109 . DSC Y grubu soğumaonset performans ve regresyon grafiği	233
Şekil 2.110. DMA D grubu 40 ⁰ C Depolama Modülü performans ve regresyon grafiği	235
Şekil 2.111. DMA D grubu 40 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	235
Şekil 2.112. DMA D grubu 40 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	235
Şekil 2.113. DMA D grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği	236
Şekil 2.114. DMA D grubu 60 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	236
Şekil 2.115. DMA D grubu 60 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	236
Şekil 2.116. DMA D grubu 100 ⁰ C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği	237
Şekil 2.117. DMA D grubu 100 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	237
Şekil 2.118. DMA D grubu 100 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	237
Şekil 2.119. DMA O grubu 40 ⁰ C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği	238
Şekil 2.120. DMA O grubu 40 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	239
Şekil 2.121. DMA O grubu 40 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	239
Şekil 2.122. DMA O grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği	239
Şekil 2.123. DMA O grubu 60 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	240
Şekil 2.124. DMA O grubu 60 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	240
Şekil 2.125. DMA O grubu 100 ⁰ C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği	240
Şekil 2.126. DMA O grubu 100 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	241
Şekil 2.127. DMA O grubu 100 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	241
Şekil 2.128. DMA Y grubu 40 ⁰ C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği	242
Şekil 2.129. DMA Y grubu 40 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	243
Şekil 2.130. DMA Y grubu 40 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	243
Şekil 2.131. DMA Y grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği	243
Şekil 2.132. DMA Y grubu 60 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	244
Şekil 2.133. DMA Y grubu 60 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	244
Şekil 2.134. DMA Y grubu 100 ⁰ C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği	244

Şekil 2.135. DMA Y grubu 100 ⁰ C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği.....	245
Şekil 2.136. DMA Y grubu 100 ⁰ C Stres performans ve regresyon grafiği	245
Şekil 2.137. TGA D grubu Kütle %A-B performans ve regresyon grafiği.....	246
Şekil 2.138. TGA D grubu Kütle %A-C performans ve regresyon grafiği.....	246
Şekil 2.139. TGA D grubu Kütle % m1 performans ve regresyon grafiği	247
Şekil 2.140. TGA D grubu sıcaklık noktası performans ve regresyon grafiği.....	247
Şekil 2.141. TGA D grubu Sıcaklık B noktası performans ve regresyon grafiği.....	247
Şekil 2.142. TGA D grubu Sıcaklık C noktası performans ve regresyon grafiği.....	248
Şekil 2.143. TGA D grubu Zaman A noktası performans ve regresyon grafiği.....	248
Şekil 2.144. TGA D grubu Zaman B noktası performans ve regresyon grafiği.....	248
Şekil 2.145. TGA D grubu Zaman C noktası performans ve regresyon grafiği.....	249
Şekil 2.146. TGA O grubu Kütle %A-B performans ve regresyon grafiği.....	250
Şekil 2.147. TGA O grubu Kütle %A-C performans ve regresyon grafiği.....	250
Şekil 2.148. TGA O grubu Kütle % m1 performans ve regresyon grafiği	250
Şekil 2.149. TGA O grubu Sıcaklık A noktası performans ve regresyon grafiği.....	251
Şekil 2.150. TGA O grubu Sıcaklık B noktası performans ve regresyon grafiği.....	251
Şekil 2.151. TGA O grubu Sıcaklık C noktası performans ve regresyon grafiği.....	251
Şekil 2.152. TGA O grubu zamana noktası performans ve regresyon grafiği.....	252
Şekil 2.153. TGA O grubu Zaman B noktası performans ve regresyon grafiği.....	252
Şekil 2.154. TGA O grubu Zaman C noktası performans ve regresyon grafiği.....	252
Şekil 2.155. TGA Y grubu Kütle %A-B performans ve regresyon grafiği.....	253
Şekil 2.156. TGA Y grubu Kütle %A-C performans ve regresyon grafiği.....	254
Şekil 2.157. TGA Y grubu Kütle %m1 performans ve regresyon grafiği	254
Şekil 2.158. TGA Y grubu Sıcaklık Anoktası performans ve regresyon grafiği.....	254
Şekil 2.159. TGA Y grubu Sıcaklık Bnoktası performans ve regresyon grafiği.....	255
Şekil 2.160. TGA Y grubu Sıcaklık Cnoktası performans ve regresyon grafiği.....	255
Şekil 2.161. TGA Y grubu zamananoktası performans ve regresyon grafiği.....	255
Şekil 2.162. TGA Y grubu Zaman B noktası performans ve regresyon grafiği.....	256
Şekil 2.163. TGA Y grubu Zaman C noktası performans ve regresyon grafiği.....	256

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Taguchi ve tam faktöryel tasarım için kombinasyonlar.....	5
Tablo 1.2. Taguchi S/G oranı tablosu	8
Tablo 1.3. Taguchi 19 ortogonal dizaynı	11
Tablo 2.1. PPH malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerine ait üretici verileri (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)	16
Tablo 2.2. Mikronize talk maddesine ait üretici verileri (2017/056 nolu proje sonuç raporu).....	16
Tablo 2.3. Mikronize toz (öğütölmüş) kolemanit maddesine ait üretici verileri (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)	17
Tablo 2.4. Maleik anhidrit ve polietilen wax kimyasal maddelere ait üretici verileri(2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).	18
Tablo 2.5. Kontrol faktörleri ve seviyeleri(2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).....	19
Tablo 2.6. DPPH hibrit kompozit malzeme için deneysel koşullar(2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)	20
Tablo 2.7. OPPH hibrit kompozit malzeme için deneysel koşullar (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)	20
Tablo 2.8. YPPH hibrit kompozit malzeme için deneysel koşullar (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)	21
Tablo 2.9. Birbirine paralel dönen çift vidalı ekstrudere ait teknik bilgi (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)	21
Tablo 2.10. Polipropilen hibrit kompozit hammaddesi sabit ekstrüzyon üretim parametreleri (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).	22
Tablo 2.11. Engel victory 330/50 tech model enjeksiyon makinesine ait teknik özellikler ((2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).....	22
Tablo 2.12. Saf ve mikronize toz kalsit dolgulu deney numunesi üretiminde kullanılan enjeksiyon ayarları ile soğutma suyu sıcaklıkları (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).	23
Tablo 2.13. D grubu 1. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	30
Tablo 2.14. D grubu 1. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu	30
Tablo 2.15. D grubu 1. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	30
Tablo 2.16. D grubu 1. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu7	30
Tablo 2.17. D grubu 1. Çekim peak sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	32
Tablo 2.18. D grubu 1. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	32
Tablo 2.19. D grubu 1. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu	32
Tablo 2.20. D grubu 1. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu	33
Tablo 2.21. D grubu 1. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	34

Tablo 2.22. D grubu 1. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	34
Tablo 2.23. D grubu 1. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	35
Tablo 2.24. D grubu 1. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu	35
Tablo 2.25. D grubu 2. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	37
Tablo 2.26. D grubu 2. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	37
Tablo 2.27. D grubu 2. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	37
Tablo 2.28. D grubu 2. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu	38
Tablo 2.29. D grubu 2. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	39
Tablo 2.30. D grubu 2. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	39
Tablo 2.31. D grubu 2. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	40
Tablo 2.32. D grubu 2. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu	40
Tablo 2.33. D grubu 2. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	42
Tablo 2.34. D grubu 2. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	42
Tablo 2.35. D grubu 2. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	42
Tablo 2.36. D grubu 2. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu	42
Tablo 2.37. D grubu soğuma onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	44
Tablo 2.38. D grubu soğuma onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	44
Tablo 2.39. D grubu soğuma onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	45
Tablo 2.40. D grubu soğuma onset değerleri varyans analiz tablosu.....	45
Tablo 2.41. D grubu soğuma peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	46
Tablo 2.42. D grubu soğuma peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	47
Tablo 2.43. D grubu soğuma peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	47
Tablo 2.44. D grubu soğuma peak değerleri varyans analiz tablosu	47
Tablo 2.45. D grubu soğuma endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	49
Tablo 2.46. D grubu soğuma endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	49
Tablo 2.47 . D grubu soğuma endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	49
Tablo 2.48. D grubu soğuma endset değerleri varyans analiz tablosu.....	50
Tablo 2.49. O grubu 1. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	51
Tablo 2.50. O grubu 1. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	52

Tablo 2.51. O grubu 1. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	52
Tablo 2.52. O grubu 1. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu	52
Tablo 2.53. O grubu 1. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	54
Tablo 2.54. O grubu 1. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	54
Tablo 2.55. O grubu 1. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	54
Tablo 2.56. O grubu 1. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu	55
Tablo 2.57. O grubu 1. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	56
Tablo 2.58. O grubu 1. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	56
Tablo 2.59. O grubu 1. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	57
Tablo 2.60. O grubu 1. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu	57
Tablo 2.61. O grubu 2. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	59
Tablo 2.62. O grubu 2. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	59
Tablo 2.63. O grubu 1. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	59
Tablo 2.64. O grubu 2. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu	59
Tablo 2.65. O grubu 2. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	61
Tablo 2.66. O grubu 2. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	61
Tablo 2.67. O grubu 2. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	61
Tablo 2.68. O grubu 2. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu	62
Tablo 2.69. O grubu 2. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	63
Tablo 2.70. O grubu 2. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	63
Tablo 2.71. O grubu 2. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	64
Tablo 2.72. O grubu 2. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu	64
Tablo 2.73. O grubu soğumaonset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	66
Tablo 2.74. O grubu soğumaonset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	66
Tablo 2.75. O grubu soğuma onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	66
Tablo 2.76. O grubu soğuma onset değerleri varyans analiz tablosu.....	66
Tablo 2.77. O grubu soğuma peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	68
Tablo 2.78. O grubu soğuma peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	68
Tablo 2.79. O grubu soğuma peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	68

Tablo 2.80. O grubu soğuma peak değerleri varyans analiz tablosu	69
Tablo 2.81. O grubu soğuma endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	70
Tablo 2.82. O grubu soğuma endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu	70
Tablo 2.83. O grubu soğuma endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu	71
Tablo 2.84. O grubu soğuma endset değerleri varyans analiz tablosu	71
Tablo 2.85. Y grubu 1. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	73
Tablo 2.86. Y grubu 1. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu	73
Tablo 2.87. Y grubu 1. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	73
Tablo 2.88. Y grubu 1. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu	74
Tablo 2.89. Y grubu 1. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	75
Tablo 2.90. Y grubu 1. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu	75
Tablo 2.91. Y grubu 1. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu	76
Tablo 2.92. Y grubu 1. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu	76
Tablo 2.93. Y grubu 1. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	78
Tablo 2.94. Y grubu 1. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu	78
Tablo 2.95. Y grubu 1. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu	78
Tablo 2.96. Y grubu 1. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu	78
Tablo 2.97. Y grubu 2. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	80
Tablo 2.98. Y grubu 2. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu	80
Tablo 2.99. Y grubu 2. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	81
Tablo 2.100. Y grubu 2. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu	81
Tablo 2.101. Y grubu 2. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	83
Tablo 2.102. Y grubu 2. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu	83
Tablo 2.103. Y grubu 2. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu	83
Tablo 2.104. Y grubu 2. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu	83
Tablo 2.105. Y grubu 2. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu	85
Tablo 2.106. O grubu 2. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu	85
Tablo 2.107. Y grubu 2. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu	85

Tablo 2.108. Y grubu 2. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu	86
Tablo 2.109. Y grubu soğuma onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	87
Tablo 2.110. Y grubu soğuma onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	88
Tablo 2.111. Y grubu soğuma onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu	88
Tablo 2.112. Y grubu soğuma onset değerleri varyans analiz tablosu.....	88
Tablo 2.113. Y grubu soğuma peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	90
Tablo 2.114. Y grubu soğumapeak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	90
Tablo 2.115. Y grubu soğuma peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	90
Tablo 2.116. Y grubu soğuma peak değerleri varyans analiz tablosu	91
Tablo 2.117. Y grubu soğuma endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu.....	92
Tablo 2.118. Y grubu soğuma endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu.....	92
Tablo 2.119. Y grubu soğuma endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu.....	93
Tablo 2.120. Y grubu soğuma endset değerleri varyans analiz tablosu.....	93
Tablo 2.121. D grubu 40C ⁰ depolama modülüdeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	95
Tablo 2.122. D grubu 40C ⁰ depolama modülüdeğerleri anlamlılık tablosu	95
Tablo 2.123. D grubu 40C ⁰ depolama modülüstandart sapma tablosu.....	96
Tablo 2.124. D grubu 40C ⁰ depolama modülüdeğerlerivaryans analiz tablosu.....	96
Tablo 2.125. D grubu 40C ⁰ kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	97
Tablo 2.126. D grubu 40C ⁰ kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu.....	98
Tablo 2.127. D grubu 40C ⁰ kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu	98
Tablo 2.128. D grubu 40C ⁰ kayıp modüldeğerlerivaryans analiz tablosu	98
Tablo 2.129. D grubu 40C ⁰ stres değerleri sinyal gürültü tablosu.....	100
Tablo 2.130. D grubu 40C ⁰ stres değerleri anlamlılık tablosu.....	100
Tablo 2.131. D grubu 40C ⁰ stres değerleri standart sapma tablosu.....	100
Tablo 2.132. D grubu 40C ⁰ stres değerleri varyans analiz tablosu.....	101
Tablo 2.133. D grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüdeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	102
Tablo 2.134. D grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüdeğerleri anlamlılık tablosu.....	102
Tablo 2.135. D grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüstandart sapma tablosu	103
Tablo 2.136. D grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüdeğerlerivaryans analiz tablosu.....	103
Tablo 2.137. D grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	105
Tablo 2.138. D grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu.....	105
Tablo 2.139. D grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu	105
Tablo 2.140. D grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerlerivaryans analiz tablosu	105
Tablo 2.141. D grubu 60 ⁰ C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu.....	107
Tablo 2.142. D grubu 60 ⁰ C Stres değerleri anlamlılık tablosu.....	107
Tablo 2.143. D grubu 60 ⁰ C Stres değerleri standart sapma tablosu	107

Tablo 2.144. D grubu 60 ⁰ C Stres değerleri varyans analiz tablosu	108
Tablo 2.145. D grubu 100 ⁰ C Depolama Modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu	109
Tablo 2.146. D grubu 100 ⁰ C Depolama Modüldeğerleri anlamlılık tablosu	109
Tablo 2.147. D grubu 100 ⁰ C Depolama Modülüst standart sapma tablosu	110
Tablo 2.148. D grubu 100 ⁰ C Depolama Modüldeğerlerivaryans analiz tablosu	110
Tablo 2.149. D grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu	112
Tablo 2.150. D grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu	112
Tablo 2.151. D grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu	112
Tablo 2.152. D grubu 100 ⁰ C kayıp modül değerleri varyans analiz tablosu	112
Tablo 2.153. D grubu 100 ⁰ C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu	114
Tablo 2.154. D grubu 100 ⁰ C Stres değerleri anlamlılık tablosu	114
Tablo 2.155. D grubu 100 ⁰ C Stres değerleri standart sapma tablosu	114
Tablo 2.156. D grubu 100 ⁰ C Stres değerleri varyans analiz tablosu	115
Tablo 2.157. O grubu 40 ⁰ C Depolama Modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu	116
Tablo 2.158. O grubu 40 ⁰ C Depolama Modüldeğerleri anlamlılık tablosu	117
Tablo 2.159. O grubu 40 ⁰ C Depolama Modülüst standart sapma tablosu	117
Tablo 2.160. O grubu 40 ⁰ C Depolama Modüldeğerlerivaryans analiz tablosu	117
Tablo 2.161. O grubu 40 ⁰ C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu	119
Tablo 2.162. O grubu 40 ⁰ C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu	119
Tablo 2.163. O grubu 40 ⁰ C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu	119
Tablo 2.164. O grubu 40 ⁰ C kayıp modüldeğerlerivaryans analiz tablosu	119
Tablo 2.165. O grubu 40 ⁰ C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu	121
Tablo 2.166. O grubu 40 ⁰ C Stres değerleri anlamlılık tablosu	121
Tablo 2.167. O grubu 40 ⁰ C Stres değerleri standart sapma tablosu	121
Tablo 2.168. O grubu 40 ⁰ C Stres değerleri varyans analiz tablosu	122
Tablo 2.169. O grubu 60 ⁰ C Depolama Modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu	123
Tablo 2.170. O grubu 60 ⁰ C Depolama Modüldeğerleri anlamlılık tablosu	123
Tablo 2.171. O grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüst standart sapma tablosu	124
Tablo 2.172. O grubu 60 ⁰ C Depolama Modüldeğerlerivaryans analiz tablosu	124
Tablo 2.173. O grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu	125
Tablo 2.174. O grubu kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu	126
Tablo 2.175. O grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu	126
Tablo 2.176. O grubu 60 ⁰ C kayıp modül değerleri varyans analiz tablosu	126
Tablo 2.177. O grubu 60 ⁰ C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu	128
Tablo 2.178. O grubu 60 ⁰ C Stres değerleri anlamlılık tablosu	128
Tablo 2.179. O grubu 60 ⁰ C Stres değerleri standart sapma tablosu	128
Tablo 2.180. O grubu 60 ⁰ C Stres değerleri varyans analiz tablosu	129

Tablo 2.181. O grubu 100 ⁰ C Depolama Modülündeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	130
Tablo 2.182. O grubu 100 ⁰ C Depolama Modülündeğerleri anlamlılık tablosu.....	130
Tablo 2.183. O grubu 100 ⁰ C Depolama Modülüstandart sapma tablosu	131
Tablo 2.184. O grubu 100 ⁰ C Depolama Modülü değeri varyans analiz tablosu.....	131
Tablo 2.185. O grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	133
Tablo 2.186. O grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu.....	133
Tablo 2.187. O grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu.....	133
Tablo 2.188. O grubu 100 ⁰ C kayıp modül değeri varyans analiz tablosu.....	133
Tablo 2.189. O grubu 100 ⁰ C Stres değeri sinyal gürültü tablosu.....	135
Tablo 2.190. O grubu 100 ⁰ C Stres değeri anlamlılık tablosu.....	135
Tablo 2.191. O grubu 100 ⁰ C Stres değeri standart sapma tablosu	135
Tablo 2.192. O grubu 100 ⁰ C Stres değeri varyans analiz tablosu	136
Tablo 2.193. Y grubu 40 ⁰ C Depolama Modülü değeri sinyal gürültü tablosu.....	137
Tablo 2.194. Y grubu 40 ⁰ C Depolama Modülü değeri anlamlılık tablosu.....	138
Tablo 2.195. Y grubu 40 ⁰ C Depolama Modülü standart sapma tablosu	138
Tablo 2.196. Y grubu 40 ⁰ C Depolama Modülü değeri varyans analiz tablosu.....	138
Tablo 2.197. Y grubu 40 ⁰ C kayıp modül değeri sinyal gürültü tablosu.....	140
Tablo 2.198. Y grubu 40 ⁰ C kayıp modül değeri anlamlılık tablosu.....	140
Tablo 2.199. Y grubu 40 ⁰ C kayıp modül değeri standart sapma tablosu	140
Tablo 2.200. Y grubu 40 ⁰ C kayıp modül değeri varyans analiz tablosu	141
Tablo 2.201. Y grubu 40 ⁰ C Stres değeri sinyal gürültü tablosu	142
Tablo 2.202. Y grubu 40 ⁰ C Stres değeri anlamlılık tablosu.....	142
Tablo 2.203. Y grubu 40 ⁰ C Stres değeri standart sapma tablosu	143
Tablo 2.204. Y grubu 40 ⁰ C Stres değeri varyans analiz tablosu	143
Tablo 2.205. Y grubu 60 ⁰ C Depolama Modülündeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	145
Tablo 2.206. Y grubu 60 ⁰ C Depolama Modülündeğerleri anlamlılık tablosu.....	145
Tablo 2.207. Y grubu 60 ⁰ C Depolama Modülüstandart sapma tablosu	145
Tablo 2.208. Y grubu 60 ⁰ C Depolama Modülü değeri varyans analiz tablosu.....	146
Tablo 2.209. Y grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	147
Tablo 2.210. Y grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu.....	147
Tablo 2.211. Y grubu 60 ⁰ C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu	148
Tablo 2.212. Y grubu 60 ⁰ C kayıp modül değeri varyans analiz tablosu	148
Tablo 2.213. Y grubu 60 ⁰ C Stres değeri sinyal gürültü tablosu.....	150
Tablo 2.214. Y grubu 60 ⁰ C Stres değeri anlamlılık tablosu.....	150
Tablo 2.215. Y grubu 60 ⁰ C Stres değeri standart sapma tablosu	150
Tablo 2.216. Y grubu 60 ⁰ C Stres değeri varyans analiz tablosu	150

Tablo 2.217. Y grubu 100 ⁰ C Depolama Modülündeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	152
Tablo 2.218. Y grubu 100 ⁰ C Depolama Modülündeğerleri anlamlılık tablosu.....	152
Tablo 2.219. Y grubu 100[c depolama modülüstandart sapma tablosu	153
Tablo 2.220. Y grubu 100 ⁰ C Depolama Modülü değeri varyans analiz tablosu.....	153
Tablo 2.221. Y grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu.....	155
Tablo 2.222. Y grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu.....	155
Tablo 2.223. Y grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu.....	155
Tablo 2.224. Y grubu 100 ⁰ C kayıp modüldeğerlerivaryans analiz tablosu	155
Tablo 2.225. Y grubu 100 ⁰ C Stres değeri sinyal gürültü tablosu.....	157
Tablo 2.226. Y grubu 100 ⁰ C Stres değeri anlamlılık tablosu.....	157
Tablo 2.227. Y grubu 100 ⁰ C Stres değeri standart sapma tablosu	157
Tablo 2.228. Y grubu 100 ⁰ C Stres değeri varyans analiz tablosu	158
Tablo 2.229. D grubu C-A% kütle değişim değeri sinyal gürültü tablosu.....	160
Tablo 2.230. D grubu C-A% kütle değişim değeri anlamlılık tablosu	160
Tablo 2.231. D grubu C-A% kütle değişim değeri standart sapma tablosu.....	160
Tablo 2.232. D grubu C-A% kütle değişim değeri varyans analiz tablosu.....	160
Tablo 2.233. D grubu B-A% kütle değişim değeri sinyal gürültü tablosu.....	162
Tablo 2.234. D grubu B-A% kütle değişim değeri anlamlılık tablosu	162
Tablo 2.235. D grubu B-A% kütle değişim standart değeri sapma tablosu.....	162
Tablo 2.236. D grubu B-A% kütle değişim değeri varyans analiz tablosu.....	163
Tablo 2.237. D grubu m1% kütle değişim değeri sinyal gürültü tablosu	164
Tablo 2.238. D grubu m1 % kütle değişim değeri anlamlılık tablosu	164
Tablo 2.239. D grubu m1 % kütle değişim değeri standart sapma tablosu.....	165
Tablo 2.240. D grubu m1 % kütle değişim değeri varyans analiz tablosu.....	165
Tablo 2.241. D grubu A noktası sıcaklık değeri sinyal gürültü tablosu	167
Tablo 2.242. D grubu A noktası sıcaklık değeri anlamlılık tablosu	167
Tablo 2.243. D grubu A noktası sıcaklık değeri standart sapma tablosu.....	167
Tablo 2.244. D grubu A noktası sıcaklık değeri varyans analiz tablosu.....	167
Tablo 2.245. D grubu B noktası zaman değeri sinyal gürültü tablosu.....	169
Tablo 2.246. D grubu B noktası sıcaklık değeri anlamlılık tablosu.....	169
Tablo 2.247. D grubu B noktası sıcaklık standart değeri sapma tablosu.....	169
Tablo 2.248. D grubu B noktası sıcaklık değeri varyans analiz tablosu.....	170
Tablo 2.249. D grubu C noktası sıcaklık değeri sinyal gürültü tablosu.....	171
Tablo 2.250. D grubu C noktası sıcaklık değeri anlamlılık tablosu.....	171
Tablo 2.251. D grubu C noktası sıcaklık değeri standart sapma tablosu.....	172
Tablo 2.252. D grubu C noktası sıcaklık değeri varyans analiz tablosu.....	172
Tablo 2.253. D grubu A noktası zaman değeri sinyal gürültü tablosu	174

Tablo 2.254. D grubu A noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu	174
Tablo 2.255. D grubu A noktası zamandeğerleri standart sapma tablosu.....	174
Tablo 2.256. D grubu A noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu.....	175
Tablo 2.257. D grubu B noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu.....	176
Tablo 2.258. D grubu B noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu.....	176
Tablo 2.259. D grubu B noktası zaman standart değerleri sapma tablosu	177
Tablo 2.260 . D grubu B noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu.....	177
Tablo 2.261. D grubu C noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu.....	178
Tablo 2.262. D grubu C noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu.....	179
Tablo 2.263. D grubu C noktası zaman değerleri standart sapma tablosu	179
Tablo 2.264. D grubu C noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu.....	179
Tablo 2.265. O grubu C-A% kütle değerleri sinyal gürültü tablosu	181
Tablo 2.266. O grubu C-A% kütle değerleri anlamlılık tablosu	181
Tablo 2.267. O grubu C-A% kütle değerleri standart sapma tablosu	182
Tablo 2.268. O grubu C-A% kütle değerleri varyans analiz tablosu	182
Tablo 2.269. O grubu B-A% kütle değerleri sinyal gürültü tablosu	183
Tablo 2.270. O grubu B-A% kütle değerleri anlamlılık tablosu	184
Tablo 2.271. O grubu B-A% kütle standart değerleri sapma tablosu	184
Tablo 2.272. O grubu B-A% kütle değerleri varyans analiz tablosu	184
Tablo 2.273. O grubu m1 % kütle değerleri sinyal gürültü tablosu	186
Tablo 2.274. O grubu m1 % kütle değerleri anlamlılık tablosu.....	186
Tablo 2.275. O grubu m1 % kütle değerleri standart sapma tablosu	186
Tablo 2.276. O grubu m1 % kütle değerleri varyans analiz tablosu	187
Tablo 2.277. O grubu A noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu	188
Tablo 2.278. O grubu A noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu	188
Tablo 2.279. O grubu A noktası sıcaklık değerleri standart sapma tablosu.....	189
Tablo 2.280. O grubu A noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu.....	189
Tablo 2.281. O grubu B noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu.....	190
Tablo 2.282. O grubu B noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu.....	191
Tablo 2.283. O grubu B noktası sıcaklık standart değerleri sapma tablosu.....	191
Tablo 2.284. O grubu B noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu.....	191
Tablo 2.285. O grubu C noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu.....	193
Tablo 2.286. O grubu C noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu.....	193
Tablo 2.287. O grubu C noktası sıcaklıkdeğerleri standart sapma tablosu.....	193
Tablo 2.288. O grubu C noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu.....	193
Tablo 2.289. O grubu A noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu	195
Tablo 2.290. O grubu A noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu	195
Tablo 2.291. O grubu A noktası zamandeğerleri standart sapma tablosu.....	196
Tablo 2.292. O grubu A noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu.....	196
Tablo 2.293. O grubu B noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu.....	197
Tablo 2.294. O grubu B noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu.....	198
Tablo 2.295. O grubu B noktası zaman standart değerleri sapma tablosu.....	198
Tablo 2.296. O grubu B noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu.....	198
Tablo 2.297. O grubu C noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu.....	200
Tablo 2.298. O grubu C noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu.....	200
Tablo 2.299. O grubu C noktası zaman değerleri standart sapma tablosu	200
Tablo 2.300. O grubu C noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu.....	200
Tablo 2.301. Y grubu C-A% kütle değerleri sinyal gürültü tablosu	202
Tablo 2.302. Y grubu C-A% kütle değerleri anlamlılık tablosu	202

Tablo 2.303. Y grubu C-A% kütle değerleri standart sapma tablosu	203
Tablo 2.304. Y grubu C-A% kütle değerleri varyans analiz tablosu	203
Tablo 2.305. Y grubu B-A% kütle değerleri sinyal gürültü tablosu	204
Tablo 2.306. Y grubu B-A% kütle değerleri anlamlılık tablosu	205
Tablo 2.307. Y grubu B-A% kütle standart değerleri sapma tablosu	205
Tablo 2.308. Y grubu B-A% kütle değerleri varyans analiz tablosu	205
Tablo 2.309. Y grubu m1 % kütle değerleri sinyal gürültü tablosu	207
Tablo 2.310. Y grubu m1 % kütle değerleri anlamlılık tablosu	207
Tablo 2.311. Y grubu m1 % kütle değerleri standart sapma tablosu	207
Tablo 2.312. Y grubu m1 % kütle değerleri varyans analiz tablosu	208
Tablo 2.313. Y grubu A noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu	209
Tablo 2.314. Y grubu A noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu	209
Tablo 2.315. Y grubu A noktası sıcaklık değerleri standart sapma tablosu	210
Tablo 2.316. Y grubu A noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu	210
Tablo 2.317. Y grubu B noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu	211
Tablo 2.318. Y grubu B noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu	212
Tablo 2.319. Y grubu B noktası sıcaklık standart değerleri sapma tablosu	212
Tablo 2.320. Y grubu B noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu	212
Tablo 2.321. Y grubu C noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu	214
Tablo 2.322. Y grubu C noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu	214
Tablo 2.323. Y grubu C noktası sıcaklıkdeğerleri standart sapma tablosu	214
Tablo 2.324. Y grubu C noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu	215
Tablo 2.325. Y grubu A noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu	216
Tablo 2.326. Y grubu A noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu	216
Tablo 2.327. Y grubu A noktası zamandeğerleri standart sapma tablosu	217
Tablo 2.328. Y grubu A noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu	217
Tablo 2.329. D grubu B noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu	218
Tablo 2.330. Y grubu B noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu	219
Tablo 2.331. Y grubu B noktası zaman standart değerleri sapma tablosu	219
Tablo 2.332. Y grubu B noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu	219
Tablo 2.333. Y grubu C noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu	221
Tablo 2.334. Y grubu C noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu	221
Tablo 2.335. Y grubu C noktası zaman değerleri standart sapma tablosu	221
Tablo 2.336. Y grubu C noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu	222
Tablo 2.337. DSA D grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	223
Tablo 2.338. DSA O grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	226
Tablo 2.339. DSC Y grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	230
Tablo 2.340. DMA D grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	234
Tablo 2.341. DMA O grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	238
Tablo 2.342 DMA Y grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	242
Tablo 2.343. TGA D grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	246
Tablo 2.344. TGA O grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	249
Tablo 2.345. TGA Y grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri	253

KISALTMALAR DİZİNİ

ANOVA	: Analysis Of Variance (Varyans Analizi)
BAP	: Bilimsel Araştırma Projesi
ÇKA	: Çok Katmanlı Ağ
DSC	: Differential Scanning Calorimeter (Diferansiyel Taramalı Kalorimetre)
DPPH	: Düşük Akışkanlığa Sahip Polipropilen Homopolimer
MS	: Mean Squares (Ortalama Kareler)
MSE	: Mean Square HATA (Ortalama Karesel Hata)
OPPH	: Orta Akışkanlığa Sahip Polipropilen Homopolimer
PP	: Polipropilen
PPH	: Polipropilen Homopolimer
S/G	: Sinyal Gürültü
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
YPPH	: Yüksek Akışkanlığa Sahip Polipropilen Homopolimer
YSA	: Yapay Sinir Ağları

POLİPROPİLEN TALK/KOLEMANİT HİBRİT KOMPOZİT MALZEMELERİN ISIL ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL TASARIM YÖNTEMİ İLE ENİYİLENMESİ / YAPAY SİNİR AĞI İLE KESTİRİMİ

ÖZET

Bu çalışmada, nihai ürüne farklı özellikler kazandırmak üzere polipropilen homopolimer (PPH) malzemelerine katılacak olan mineral katkı/dolgu maddelerinin polipropilen (ve/veya hibrit kompozit) malzemelerin ısı özelliklerine etkilerinin, farklı üretim, tasarım ve imalat parametreleriyle eniyilenmesi ve kestirimi araştırıldı. Çalışmada farklı partikül büyüklüğüne veya şekline sahip talk (TC) ve öğütülmüş kolemanit (KOL) gibi iki temel tip mineral katkı/dolgu maddesi düşük akışkanlı (DPPH), orta akışkanlı (OPPH) ve yüksek akışkanlı (YPPH) üç temel tip polipropilen homopolimer (PPH) hammaddesi kullanıldı.

Çift vidalı ekstrüzyonda sabit üretim (ekstrüzyon) parametrelerinde üretilen granül haldeki kompozit hammaddelerinden, Taguchi metoduna uygun deney tasarım planına göre farklı imalat (180°C, 220°C ve 260°C meme sıcaklığı, 5 mm/s, 15 mm/s ve 25 mm/s enjeksiyon hızı ve 10°C, 30°C ve 50°C kalıp sıcaklığı) parametrelerinde ilgili standartlarda belirtilen çok amaçlı deney parçaları enjeksiyon kalıplama yöntemi ile imal edildi.

İmal edilen çok amaçlı deney parçalarından; ilgili standartlarda belirtilen ve makine ile işlenerek elde edilen ilgili deney numunelerine diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) analiz, dinamik mekanik analiz (DMA) ve Termogravimetrik analiz (TGA) yapıldı. DPPH, OPPH ve YPPH (ve hibrit kompozit) malzemelerin DSC (1. ve 2. çekim) analizinden erime başlangıç, pik (kristalin erime) ve erime bitiş sıcaklıkları, DMA 'inden depo, kayıp modülleri ve gerilme değerleri ve TGA'inden de kütle kayıp başlangıç, orta ve bitiş miktarları ve de kütle kayıp başlangıç, orta ve bitiş sıcaklıkları belirlendi.

Elde edilen tüm deneysel verilerin istatistiksel analizleri yapıldı. Yapay sinir ağı yöntemiyle ısı özelliklerine ait modeller oluşturuldu.

Çalışma sonunda, hem TC/KOL katkılı/dolgulu PPH hibrit kompozit malzemelerin ısı performans özelliklerine, hibrit oranı etkisi ile bu etkilerin imalat parametrelerine bağlı değişimleri hem de TC/KOL katkılı/dolgulu PPH hibrit kompozit malzemelerin ısı özelliklerine ait modelleri tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen, Kompozit, Isıl Özellikler, Taguchi, Yapay Sinir Ağı.

OPTIMIZATION OF THERMAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE TALC / COLEMANITE HYBRID COMPOSITE MATERIALS BY EXPERIMENTAL DESIGN METHOD / ESTIMATION WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

SUMMARY

The optimization and prediction of some thermal recycling effects of polypropylene (and / or hybrid composite) of mineral additives / fillers that will be added to polypropylene homopolymer (PPH) materials to give different properties to the final product, with different production, design and manufacturing parameters, were investigated.

In the study, two basic types of mineral additives / fillers, such as talc (TC) and ground colemanite (KOL) with different particle size or shape, are low fluid (DPPH), medium fluid (OPPH) and high fluid (YPPH) three basic types of polypropylene homopolymer (PPH) raw material is toxic.

Different manufacturing (180⁰C, 220⁰C and 260⁰C nozzle temperature, 5 mm / s, 15 mm / s and 25 mm / s injection speed and 10⁰C from the granular composite raw materials in fixed production (extrusion) parameters in twin screw extrusion according to the experimental design plan in accordance with the Taguchi method., 30⁰C and 50⁰C mold temperature), the multipurpose parts specified in the relevant standards were manufactured by injection molding method.

From the multi-purpose test pieces manufactured; Differential scanning calorimetry (DSC) analysis, dynamic mechanical analysis (DMA) and Thermogravimetric analysis (TGA) were performed on the relevant test samples specified in the relevant standards and obtained by machining. From DSC (1st and 2nd draft) analysis of DPPH, OPPH and YPPH (and hybrid composite) materials, melting start, peak (crystalline melting) and melting end temperatures, storage from DMA, loss modules and stress values and mass from TGA. Loss beginning, middle and end, and the amount of mass loss onset, mid and end temperatures. All experimental statistical analyzes were performed. Thermally related models were created with the artificial neural network method.

At the end of the study, thermal performance of TC / KOL doped / filled PPH hybrid composite materials, the effect of hybrid ratio and the changes of these effects depending on manufacturing parameters, as well as thermally suitable models of TC / KOL doped / filled PPH hybrid composite materials were determined.

Keywords: Polypropylene, Composite, Thermal Properties, Taguchi, Single Neural Network.

GİRİŞ

Günlük hayatın hemen her alanında rastlanan plastik malzemeler, hayatın vazgeçilmez parçaları olmuşlardır. Plastik malzemelerin bu kadar geniş kullanım alanlarına sahip olmalarının nedeni, yapısal özelliklerinin istenildiği gibi ayarlanabilir olmasından ve ekonomik olarak elde edilebilmelerinden kaynaklanmaktadır. Yapısal özelliklerinin istenildiği gibi ayarlanabilir olması, monomerlerin kendi kendileriyle ve diğer monomerlerle bağlanmalarında, bağlanma şekillerinin ve bağlanma miktarlarının bir sonucudur [1].

Diğer taraftan da ekolojik açıdan plastiklerin yaşam boyu dönüşüm (Life Cycle Assement-LCA) değerlerinin cam, demir, alüminyum, nikel gibi inorganik yapıdaki malzemelere göre düşük olması ve plastik atıkların geri dönüşüm işlemi ile ve enerji olarak değerlendirilebilir olması plastik malzemelerin diğer malzemelere göredoğada göreceli yani daha az kirlilik yaptığı çevreci gruplar tarafından da kabul görmektedir [1].

Günümüzde, hammadde olarak petrol ve petrol ürünleri ile doğal gaz tercih edilirken bunlardan elde edilen monomerler, polimer malzeme üretiminde başlangıç maddesi olarak kullanılmaktadır. Hammaddesi tükenmeyecek olan yegane malzeme grubu polimer malzemelerdir [2].

Türkiye'de plastik üretiminin ve tüketiminin ağırlığını günlük hayatta çok sık karşılaştığımız polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorür (PVC) gibi plastikler oluşturmaktadır.

Plastik parçaların imal edilmesi diğer malzemelerden yapılmış parçaların imal edilmesine göre daha ucuz, daha hızlı ve daha kolay olmasına nazaran, parça kalitesi olarak bakıldığında mühendislik yönünden kararsız davranışlar gösterebilmektedir. Plastik parça imalatında ölçü standartlığı, estetik ve fonksiyonellik yönünden kararlı bir üretimin sağlanması her zaman mümkün olmamaktadır [3].

Plastik hammaddeler çeşitli yöntemlerle ürünlere dönüştürülürken nihai ürünün gerek maliyetlerini azaltmak gerekse kalitesini iyileştirmek için şekillendirme esnasında ana plastiğe birtakım katkı ve dolgu maddeleri de ilave edilirler [2].

Geçmişten günümüze yapılan mühendislik çalışmalarının asıl amacı bir ürünün ve prosesin maksimum performansa sahip olmasıdır. Bu sebeple, yeni bir tasarım çalışmasında ya da herhangi bir ürünün niteliklerinin iyileştirilmesinde en iyi sonucun elde edilebilmesi için gerekli şartların ortaya konabilmesi ve bunun için öncelikle performans karakteristiğinin belirlenmesi ve bu karakteristikleri etkileyen faktörlerin irdelenmesi gerekir. Faktörlerin etkilerinin incelenmesi ve optimum seviyenin bulunması için çeşitli deneyler yapılır [2].

Deneysel Tasarım yöntemi İngiliz istatistikçisi A. Ronald FISHER tarafından ilk defa 1920'li yıllarda tarım ürünlerinin verimliliğini artırmak için geliştirilmiştir. Deneysel Tasarımın gelişme sürecinde W. EdwardsDeming Japonya'da, kalite ve verimliliği geliştirme felsefesi ve yöntemleri üzerine konferanslar vermiştir ve bu teknikler de Japon istatistikçiler tarafından hayata geçirilmiştir. Böylece deneysel tasarım yöntemleri düşük maliyette ve yüksek kalitede üretim sağlayabilmek için uyarlanmıştır. Daha sonra Profesör GenichiTaguchi, hedeflenen kalitenin üretimden önce tasarım aşamasında sağlanabileceğini ifade etmiştir [1].

Taguchi kaliteyi, “Ürünün, müşteriye ulaştıktan sonra toplumda meydana getirdiği kayıptır” şeklinde tanımlamıştır [2].

GenichiTaguchi, uzun yıllar boyunca yaptığı araştırmalar sonucunda, çok az deneme ile en iyi sonuçları veren ortogonal dizileri geliştirmiştir [3].

Deneysel çalışmanın vazgeçilmez olduğu alan ve sektörlerde, zaman ve maliyet açısından büyük bir külfet oluşturan deneyler, “Taguchi Yöntemi” kullanılarak sayıca azaltılabilmekte, daha ucuz ve verimli sonuçlar alınabilmektedir. Ortogonaldiziler, faktör seviyelerini, birer birer değiştirmek yerine, aynı anda değiştirmeyi konu almaktadır [2].

Rekabetin yüksek olduğu piyasalarda, işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmeleri ve piyasalardaki mevcut durumunu güçlendirebilmeleri için ürün kalite artırma

alışmalarına ağırlık vermeleri gerekmektedir. Kalite arttırma ve geliştirme, birçok işletmenin rekabet edebilmesi ve ayakta durabilmesi için en temel görevler haline gelmiştir [5].

Taguchi metodunun esas amacı; kontrol edilebilen parametrelerin belirli seviyelerde zaman ve maliyet bakımından etkin, kontrol edilemeyen parametrelere ise duyarsız ürün ve prosesler tasarlamaktır. Taguchi deney tasarım tekniği; ürünlerin daha kaliteli olmasıyla birlikte, kalite geliştirme çalışmalarında daha az deneme ile daha iyi sonuç elde etme imkânını vermektedir.[4]

Bazı araştırmacılar enjeksiyonla basılan plastik ürünlerin kalitelerine etki eden ölçüsel ve mekanik özelliklerin en uygun enjeksiyon işlem parametreleriyle belirlenmesi için Taguchi yöntemini kullanmışlardır.[4].

Minitab 17 paket programı kullanılarak her bir üretim veri grubu için TAGUCHİ testi uygulanmış, üretim parametrelerinin yanıt değişkenleri üzerindeki etkilerinin anlamlılık düzeyleri incelenmiştir.

Yapılan nalışmalar sonucunda mikronize pudra talk ve mikronize toz (ğtlmş) kolemanit katkı/dolgulu polipropilen hibrit kompozit malzemelerin ısıl özellikleri üzerinde etkili olduğu bilinen ve/veya öngörülen kontrol edilebilir faktörler belirlenmiştir. Faktörler belirlenirken, genel olarak plastic eseslı kompozit malzeme üretim süreçlerinde çıktıya etki eden faktrlerzerin de tartışılmış ve 4 faktör seçilmiştir. Tüm faktörler üç ayrı deney seviyesiyle incelenmiştir.

Tam faktöriyel deney tasarımının uygulanmasıyla toplam simülasyon sayısının yalnızca dokuzda birinin gerçekleştirilmesi ile (81 deney yerine 9 deney) hedeflenen sonuçların elde edilmesi mümkün olmaktadır. DeneySEL alışma bu üç seviyeli dört control faktörünü içeren bir yapıda L9 ortogonal dizisi kullanılarak ve her bir veri için 3 adet deney yapılarak yrtlmştir.

1. LİTARETÜR ÇALIŞMASI

Deneyler, araştırmacılar tarafından bir sistemi ya da belirli bir süreci tanımlamak ve anlamak için kullanılır. Literatürde bir deney aynı zamanda bir testtir. Bir süreç yâda sistemin girdilerinde değişiklik yapılarak çıktılarının gözlemlenmesi ve analiz edilmesidir. Mühendislikte, ürün ve süreç geliştirmede deneysel çalışmalar önemli bir rol oynar.[6].

Deney tasarımı daha önce geliştirilmiş olmasına rağmen, bu kavramı ürün performansındaki varyansın azaltılması için ilk uygulayan Taguchi olmuştur [8].

Taguchi, deneysel tasarıma yöntem açısından önemli bir yenilik getirmemesine rağmen, sanayi uygulamalarına yönelik yeni fikirler ortaya atarak ve başarılı uygulamalar sergileyerek, deney tasarımı yönteminin imalat sektöründe kabul görmesinde büyük katkılarda bulunmuştur [3].

1.1. Taguchi Yöntemi

Kalite birçok kişi tarafından toleransları sağlamak, sıfır hata veya yalnızca müşteri tatmini olarak tanımlanmıştır. Ancak Taguchi'nin kalite anlayışı, kalite ile maliyet arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde tanımlamaktadır [7].

Taguchi Yöntemi, maliyetleri en düşük seviyede tutup en az deney yapma prensibine dayanmaktadır. Bu yöntem hem ürünlerin kalitesinin iyileşmesinde etkili olur, hem de kaliteye ulaşmada çok daha az deneme ile daha iyi sonuç alma imkanını vermektedir [1].

Taguchi, deney tasarımlarında kullanılmak üzere 18 adet standart ortogonal seri geliştirmiştir. Bir ortogonal seri, ortogonal ve dengeli olan kesirli faktöriyel deney matrisidir. Taguchiortogonal serilerinde, en az bir tane olmak üzere, ortogonal seri içerisindeki etkileşimleri belirleyen doğrusal bir grafik yer alır. Deneyde kullanılmak üzere belirlenen faktörler ve etkileşimler, grafik üzerinden hareket edilerek ilgili matris sütunlarına yerleştirilir ve sistemli bir şekilde her faktörün farklı seviyeleri test

edilir. Taguchi deney tasarımlarında ana faktörler ve bu faktörlerin ikili etkileşimleri göz önünde tutulur, daha yüksek derecede etkileşimler göz ardı edilir.[8].

Çalışmada, mikronize pudra talk ve micronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkılı/dolgulu polipropilen hibrit kompozit malzemelerin ısı özelliklerinin eniyilenmesi ve en uygun üretim ve/veya imalat parameter seviyelerinin tespit edilmesi amacıyla Taguchi deney tasarım yönteminden faydalanılmıştır.

Taguchi Yöntemi, parametre tasarımı, sistem tasarımı ve tolerans tasarımı üzerine kurulmuş bir deney tasarım ve optimizasyon yöntemidir.[7].

Dikey dizinler farklı faktör sayıları ve seviyeleri için yapılması gereken deney sayısını ve her bir deney için seçilmesi gereken faktör seviyelerini gösteren çizelgelerdir [9].

Tablo 1.1. Taguchi ve tam faktöryel tasarım için kombinasyonlar

Faktör	Seviye	Deney Sayıları	
		Faktöriyel tasarımı	Taguchi tasarımı
2	2	$4(2^2)$	4
3	2	$8(2^3)$	4
4	2	$16(2^4)$	8
7	2	$128(2^7)$	8
15	2	$32768(2^{15})$	16
4	3	$81(3^4)$	9

Taguchi L9 deney düzeneğine göre önerilen tasarım ve üretim parametreleri doğrultusunda üretimi gerçekleştirilen deney parçalarına uygulanan DSC DMA ve TGA analizlerinin verileri (farklı yanıt değişkenleri için) kullanılarak her bir üretim için yanıt değişkenlerini ayrı ayrı (her defasında tek yanıt değişkeni için sinyal/gürültü (S/N) hesabı gerçekleştirerek) değerlendirmek suretiyle, en iyi üretim parameter seviyelerinin tespit edilmesine çalışılmıştır. Çalışma kapsamında sadece ana etkiler göz önünde bulundurulmuştur.

Taguchi yöntemi bu problemleri çözebilmek için, ortogonal deneysel tasarım, sinyal/gürültü (S/N) oranı ve Varyans analizi (ANOVA) gibi üç önemli aracını birleştirerek sonuca ulaşır. Ortogonal deneysel tasarım, çok az sayıda deney ile tüm parametre uzayını tarayan özel bir tasarım oluşturmak için kullanılır [10].

ANOVA ise performans karakteristikleri üzerinde etkili olan işlem parametrelerinin önemlilik derecesini istatistiksel olarak saptamak için uygulanır [16].

S/N oranı, istenen değerlerden çıkarılan performans karakteristiklerinin ölçülmesi için kullanılır [10].

1.1.1. Sinyal / Gürültü Oranı

Performans istatistiği, kontrol edilebilen faktörlerin farklı seviyelerinin karşılaştırılıp en uygun faktör-seviye kombinasyonunun seçilmesini sağlayan bir değerlendirme metodudur. Taguchi Deney Tasarımı metodunda kalite karakteristiklerinin ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan ölçüt, ölçülmek istenen sinyalin (S), gürültü faktörüne (N) oranıdır. Sinyal değeri sistemin verdiği ve ölçülmek istenen gerçek değeri, gürültü faktörü ise ölçülen değer içerisindeki istenmeyen faktörlerin payını temsil eder [4].

1.1.1.1. En küçük – eniyi

Kalite değişkeninin değerinin küçük olmasının istendiği problemler bu tiptir. Kalite değişkeni için bir alt sınır olmayıp değer küçüldükçe tasarım iyileşmektedir [4].

Bu tür problemlerde, kalite değişkeni y'nin hedef değeri sıfırdır. Bu durumda sinyal/gürültü oranı aşağıdaki gibi tanımlanabilir.[11].

$$S_N = -10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n y_i^2$$

1.1.1.2. En büyük – eniyi

Kalite değişkeninin değerinin büyümesinin istendiği problemler bu tiptir. Kalite değişkeni için bir üst sınır olmayıp değer büyüdükçe tasarım iyileşmektedir [4].

Bu tür problemlerde, kalite değişkeni y'nin hedef değeri sonsuzdur. Bu durumda sinyal/gürültü oranı aşağıdaki gibi tanımlanabilir [11].

$$S_N = -10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \frac{1}{y_i^2}$$

1.1.1.3. En nominal – en iyi

Sapmaların iki yönlü olarak değişebildiği boyutsal özellikler gibikalitedeğişkeni içeren problemlerde kullanılır. Kalite değişkeninin değerinin önceden belirlenmiş nominal değere yakın olması istenir [5].

$$S/N = -10 \log \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

Burada

y_i = Performans karakteristiğini

i: gözlem değeri

n = 1 denemedeki test sayısı

y=gözlem değerlerini ortalaması

S^2 = Gözlem değerlerini varyansı [12].

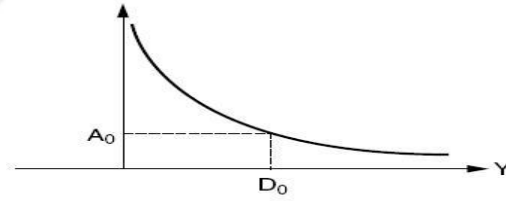
Her üç tip problemde de, amaç S/N oranını maksimize etmektedir. Taguchi'ye göre, S/N oranlarının maksimize edilmesi, bir yandan sinyali arttırırken, diğer yandanda değişkenliği azaltmaktadır [11].

Taguchi, uygulamadaki problemleri, hedefin türüne göre üçe ayırmış ve her biri için farklı bir sinyal/gürültü oranı tanımlamıştır. Bu çalışmada 'En büyük en iyi' (S/N) hesabı gerçekleştirilmiştir.[9].

Tablo 1.2.Taguchi S/G oranı tablosu

Seçim	Amaç	Sonuç
En Büyük En İyi $S / N = -10 \left(\log \left(\sum \left(\frac{1}{y^2} \right) / n \right) \right)$	Sonucun maximize edilmesi	Pozitif
Hedef Değer En İyi $S / N = -10 \left(\log(s^2) \right)$	Sadece standart sapmanın azaltılması	Pozitif, sıfır yada negatif
Hedef Değer En İyi $S / N = 10 \left(\log(\overline{Y^2}) / s^2 \right)$	Standart sapmanın ve ortalamanın belli bir hedef değerde olması	Ortalama sıfır olduğu zaman standart sapma da sıfır
En Küçük En İyi $S / N = -10 \left(\log(\sum(Y^2) / n) \right)$	Sonucun minimize edilmesi	Pozitif

“En büyük en iyi” durumda y’nin hedef değeri sonsuzdur Kalite değişkeninin değerinin büyümesinin istendiği problemler butipyaklaşımila ele alınır.



Şekil 1.1. Büyük iyi için kayıp fonksiyonu

1.1.2. Taguchi Yöntemlerinde Veri Analizi

Test yapmanın amacı ürün veya proses değişimini kontrol etmek ve performansı etkileyen faktörleri bulup problemin çözümüne ilişkin karar vermektir [12].

Kalite ile ilgili tartışmaların büyük bir bölümü varyans ile ilgili olduğundan dolayı, deneysel verilerin yorumlanmasında ve gerekli kararların verilmesinde varyansa nalizi (ANOVA) istatistiksel metotları kullanılmaktadır [11].

Fisher tarafından bulunduğu için F testi de denmektedir. ANOVA (Analysis of variance), en nesnel yöntem olduğu için deney tasarımlarında sıklıkla kullanılan,

tatmin edici cevaplar üreten ve objektif sonuçlar veren istatistiksel bir analiz yöntemidir [13].

Taguchi yöntemlerinde, varyans analizi (ANOVA), ana etkiler grafiği ile etkileşim grafikleri, en iyileme (optimizasyon) ve beklenen etki öngörüsü sıkça kullanılan veri analiz teknikleridir. Varyans Analizi; test edilen verilerin ortalama değişimlerini istatistiksel temele dayanarak inceleyen nesnel karar verme aracıdır (Ross, 1996). Varyans analizinin kullanımı, Taguchi yöntemlerinde ve klasik deney tasarımlarında aynıdır. İlk adımda kareler toplamı hesaplanır. İkinci adımda kareler ortalaması hesaplanır ve tablolanır. Kareler ortalaması, kareler toplamının serbestlik derecesine bölünmesi ile bulunur. Beklenen etki öngörüsü; seviyelerine göre faktör kombinasyonlarından en iyi sonucu verenin bulunmasıdır [14].

Standart F-testi uygulanırken, hataların eşit sapmalarla normal dağıldığı ve bağımsız olduğu varsayılmaktadır [11].

F testi uygulanırken analiz sırasında hesaplanan F değerleri ile belirlenen güven seviyesindeki F tablooranları karşılaştırılarak, tablo oranından büyük F değerine sahip faktörlerin performans karakteristiği üzerinde etkili olduğu düşünülür [11].

1.1.3. Ortogonal Dizinler

Genellikle yapılan deneysel çalışmalarda çok sayıda faktörler ve seviyeler bulunduğundan deneylerin gerçekleştirilmesi çok fazla zaman ve maliyet kaybına neden olmaktadır. Deneylerin tüm kombinasyonlarının denenmesi yerine ortogonal dizinleri kullanarak sadece bir kısmının yapılmasıyla, en iyi performans karakteristiği değerini veren faktör seviyelerinin bulunabileceğini ifade eder. Ortogonal dizinler faktöriyel tasarımdan farklı olarak faktör seviyelerini teker teker değiştirmek yerine eş zamanlı olarak değiştirme yaparak deney sayısını azaltır. Ortogonalite kavramı istatistikte denge anlamında kullanılmaktadır [15].

Ortogonal düzen ilk kez 1897 de Fransız matematikçi Jacques Hadamard tarafından matematiksel bir buluş olarak ortaya konmuştur. Ortogonal düzen, birçok faktörün minimum sayıda test ile değerlendirilmesini sağlar. Taguchi yönteminde ise,

eşzamanlı olarak birkaç faktörün kademeleri değiştirilerek deneme sayısı azaltılır. Taguchi yöntemi çok önemli bir maliyet ve zaman tasarrufu sağlamaktadır [16].

Sadece ana etkilerin göz önünde bulundurulduğu bir deney tasarımı her faktör tek tek ele alınmakta ve her faktörün sistem üzerindeki etkileri ayrı ayrı tespit edilmektedir. Ancak böyle bir yaklaşımda faktörler arasındaki etkileşimler göz ardı edilmiş olacak ve bir faktörün etkisi değerlendirilirken diğer faktörlerin bulundukları alternatiflerin sonuçlar üzerinde yarattığı etki yanıltıcı olacaktır. Bundan farklı bir yaklaşımla mümkün olan tüm kombinasyonların denenmesi ise yüksek maliyet ve zaman kaybına yol açacaktır [17].

Ortogonal dizinin kullanımı sadece Taguchi'ye mahsus değildir. Ancak Taguchi, kullanımları basitleştirmiştir [18].

$L_a(b^c)$ şeklinde gösterilen ortogonal dizinler Latin kare tasarımından türetildiği için L, Latin kare tasarımını temsil etmektedir. “a” deneylerin sayısını, “b” her kolondaki seviye sayısını, “c” ise faktör sayısını ifade etmektedir [19].

Performans karakteristiğini etkileyen faktörler belirlendikten sonra bu faktörlerin düzey sayısı belirlenmektedir. Faktörlerin seviyeleri iki, üç veya daha çok olabilmektedir. Faktör seviyeleri serbestlik dereceleriyle ilişkili bir fonksiyondur. Serbestlik derecesi, deneyin büyüklüğünü tespit etmek açısından önemlidir. Bir faktörün serbestlik seviyesi, o faktörün seviyesinin bir eksiğidir. Ayrıca, faktörlerin bireysel etkilerinin yanı sıra faktörler arası oluşan etkileşimler de belirlenir [12].

İki faktörün etkileşimli olması, bir faktörün (örneğin A), kalite değişkenine olan etkisi, diğer faktörün (örneğin B) hangi değerde bulunduğuyla bağlıdır. Bu durum AXB olarak gösterilir. Etkileşimli faktörlerin bulunduğu durumlarda, etkileşimlerde faktör gibi kabul edilerek diziye atanmaktadır.[12]. Bu tez çalışmasında da L9 ortogonal dizileri kullanılmıştır.

Tablo 1.3. Taguchi 19 ortogonal dizaynı

Deneme no	Parametreler		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

1.2. Yapay Sinir Ağları

Günümüzde bilgisayarlar yaşamımızın önemli bir parçası olmuştur. Başlangıçta sadece elektronik veri transferi ve karmaşık hesapları gerçekleştirmek üzere geliştirilen bilgisayarlar, teknolojinin ilerlemesine paralel olarak, verileri filtreleyerek özetleyebilme ve mevcut bilgileri yorumlayabilme özelliklerini kazanmıştır. Bugün bilgisayarlar, olaylar hakkında karar verebilmekte ve aralarındaki ilişkileri öğrenebilmektedir. Matematiksel olarak formülasyonu yapılamayan ve çözülmesi imkansız problemleri sezgisel yöntemler ile çözebilmektedir. Tüm bu yeteneklerin gelişmesini sağlayan çalışmalar 'yapay zeka' başlığı altında toplanmaktadır.

Yapay sinir ağının işlem birimleri ve bağlantılarının değişik şekillerde yapılandırılabilir. Bağlantıların yönlerine göre veya ağ içindeki birimlerin akış yönlerine göre, ileri beslemeli (feedforward) ve geri beslemeli (feedback veya recurrent) olmak üzere iki temel ağ mimarisi vardır.

1.3. Isıl Özellikler İle İlgili Önceki Çalışmalar

1.3.1. DSC çalışmaları

Medar, Polipropilen (PP) ve polietilen (PE) malzeme karışımlarının geri dönüşümünün kimyasal özelliklere etkisi incelendi. Termalgravimetrik analizi PP ile PE'nin benzer kimyasal yapıya sahip olduğunu gösterdi. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) T_m değerlerinin birbirine çok yakın çıktığını ve karışım oranlarının doğruluğunu gösterdi.

YÜCEL, PP ve Pe talk kolomanit hibrit kompozit malzemelerin DSC deneleriyle termal özellikleri incelenmiştir. Termoplastik malzeme olarak polipropilenhomopolimer ve polipropilen kopolimer malzemeler seçilmiştir. Eti Maden Bigadiç tesislerinden temin edilen en büyük tane boyu 75 mikron olan kolemanit bor maddesi temin edilmiştir. Farklı tane boylarında eleme yapılarak (en büyük tane boyu 75, 38, 28 mikron) elde edilen kolemanit bor maddesi ile polipropilen malzemeler farklı oranlarda ve polipropilen ile kullanımın en yaygın olan mikronize dolgu maddesi kalsiyum karbonat ve talk ile harmanlanarak yeni malzemeler elde edilmiştir. Elde edilen tüm malzemelere DSC (diferansiyel taramalı analiz) ve TMA (termomekanik analiz) deneyleri uygulanmıştır.[3].

İlker CENGİZ, polipropilen esaslı ürünlerin plastik enjeksiyonla üretimindeki işlem parametreleri incelemiştir. Isı karşısındaki davranışları, camı geçiş sıcaklıkları, maksimum kullanım sıcaklıkları, ısıl bozunma sıcaklıkları, ısıl iletkenlikleri ve ısı kapasiteleri incelemiştir. Plastik enjeksiyonlama esnasında ürün üzerinde oluşan hatalar, sebepleri ve çözümleri araştırmıştır. Bu çalışmada optimum deney parametreleri üzerine değil hata engelleyici çözümler üzerine çalışma yapılmıştır.

1.3.2. Kolemanit Çalışmaları

TANRIKULU ve YAŞAR, kolemanit içeren polietilen ve poliüretan malzemelerin mekanik ve termal özellikleri incelenmiştir. Deneysel çalışma, malzemelerin üretimi ve karakterizasyonu olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Numuneler ekstrüderde üretilmiş sonrasında ise enjeksiyon kalıplama yöntemi ile çekme ve darbe test çubukları elde edilmiştir. Deneysel veriler, malzemelerin çekme direncinde önemli bir azalış gözlenmediğini, rijitliklerinde ise önemli bir artış sağlandığını ortaya koymuştur. Ayrıca, polietilen tabanlı malzemelerin kopma uzamalarında düşüş gözlenirken poliüretan malzemeler için alınan veriler çeşitlilik göstermiştir. Polietilen tabanlı malzemelerin darbe dirençlerinde dikkate değer bir düşüş söz konusuysa, poliüretan malzemeler için beklenenin aksine bazı örnekler için artış gözlenmiştir. Termal özellikler beklendiği kadar olmasa da her iki malzeme için artış göstermiştir.

KODAL, polipropilene çeşitli dolgu maddeleri katılarak mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi ve maliyetinin azaltılması amaçlanmıştır. Dolgu maddeleri ile

polipropilen çift vidalı bir ekstrüder ile harmanlanmış, harmanlar ise enjeksiyon presi ile kalıplanmıştır. Elde edilen örnekler, darbe, çekme ve yaşlanma testi gibi mekanik testler ve sertlik, yoğunluk ve eriyik akış indeksi (M.F.I.) gibi fiziksel testlerle incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, beş katkı maddesinin de polipropilene eklenmesi ile sertlik, yoğunluk ve M.F.I. değerlerinin yükseldiği tespit edilmiştir. Elde edilen kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin polipropilenin saf hali ile kıyaslandığında düşük olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle düşük kütsel yüzdelerde kalsit kullanılması durumunda, darbe dayanımı değerlerinin polipropilenin saf haliyle benzer özellikler gösterdiği tespit edilmiştir.

1.3.3. Taguchi Çalışmaları

ERDEM, BELEVİ ve KOÇHAN (2010) Kontrol parametreleri olarak ürün tasarımı, giriş sayısı, giriş ölçüleri, yolluk tasarımı kullanılmış ve deney kalıbı tasarlanıp imal edilmiştir. Kalıp imalatı sonrasında çarpılma değerlerinin elde edilmesi için üretilen kalıp kullanılarak plastik enjeksiyon yöntemiyle üretim yapılmıştır. Plastik malzeme olarak polipropilen (PP) PetoplenMH220 kullanılmıştır. Kalıp tasarımı aşamasında ve çarpılma değerlerinin kullanılmasında üç seviyeli deney tasarımına dayanan Taguchimetodu kullanılmıştır. Taguchi'ninortogonaldizini, Sinyal/Gürültü (S/G) oranı ve varyans analizi çarpılmayı etkileyen kontrol parametrelerinin optimum seviyelerini bulmak için kullanılmıştır. Kontrol parametrelerinin optimum seviyeleri ile yapılan doğrulama testi sonuçları plastik enjeksiyon kalıplama işleminde çarpımların azaltılmasında TaguchiMetodunun uygun bir metot olduğunugöstermiştir.

KOCA (2009), kalsiyum karbonat dolgu malzemesinin poliolefin grubu malzemelerin zorlanma ve sürünme özellikleri üzerine olan etkileri deney tasarım yöntemlerinden en etkin olduğu bilinen Taguchi Metodu ile incelemiştir. Polietilen ve polipropilen için iki farklı ortogonal dikey dizi hazırlanarakdeney sayısı azaltılmış böylece zaman ve maliyet tasarrufu sağladığı görülmüştür. Polietilen için değişkenler, gerilme ve CaCO_3 miktarı; polipropilen için, gerilme, CaCO_3 ve tane boyutudur. Polietilen için 8, polipropilen için 16 sürünme deneyi uygun görülmüştür. Elde edilen veriler MinitabRelease 15 programı ile analizedilmiştir. Gerilmenin zorlanma ve sürünme değerleri üzerinde en fazla etkiye sahip değişken olduğu görülmüştür. En fazla etkiye sahip ikinci parametre CaCO_3 miktarı gelmektedir.

Polietilen için % 20' lik CaCO_3 oranı sürünme için en iyi değeri verirken polipropilen için %25 lik CaCO_3 oranı sürünme için en iyi değeri verdiği saptanmıştır.

Kayı (2006), enjeksiyonla kalıplanmış plastik parçaların proses parametrelerinin çekmeye olan etkilerinin minimize edilmesini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Enjeksiyonla kalıplanan plastik ürünlerde meydana gelen çekme, dar tolerans aralıklarında imal edilen makine parçalarının yerini almaya başlayan parçalar için ciddi bir problemdir. Bu yüzden, polistiren ve alçak yoğunluklu polietilen malzemeden kalıplanan plastik ürünlerdeki çekme miktarına, enjeksiyon parametrelerinin etkilerinin deneysel olarak araştırıldığı bu çalışmada, yapılan deneylerle eriyik sıcaklığı, enjeksiyon basıncı, tutma basıncı, tutma zamanı ve soğuma süresinin plastik ürünlerdeki çekme miktarına olan etkileri incelenmiştir. Son olarak, MinitabRelease 14 paket programı ile yapılan analizler sonucunda da her iki parça için optimum proses şartları belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM/ARAŞTIRMA TEKNİKLERİ

2.1. Kullanılan malzemeler

Çalışmada, ilgili 2017/056 nolu projede tercih edilen ve kullanılan, erime akış indeksleri (MFI: Meltflowindex) ve dolayısıyla moleküler ağırlıkları farklı olan TransChem ve Petkim firmalarının naturel PP esaslı polipropilen homopolimer (PPH) hammaddeleri kullanılmıştır.

Çalışmada ayrıca, yine ilgili 2017/056 nolu projede tercih edilen ve kullanılan, IMI FabiS.p.A firması ürünü olan talk (TC) ve halihazırda kullanımı bulunmayan fakat özellikle de ülkemiz maden ocaklarından elde edilen, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü ürünü olan öğütülmüş kolemanit (KOL) mineral maddeleri hibrit katkı veya dolgu maddesi olarak kullanılmıştır.

Çalışmada bundan başka, yine ilgili 2017/056 nolu projede tercih edilen ve kullanılan, maleik anhidrit (MAH) ve polietilen wax (PEWax) kimyasal maddeleri kullanılmıştır.

2.1.1. Polipropilen hammaddeler

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere

“Enjeksiyon kalıplama yöntemine ve de mikronize katkı ve/veya dolgulandırmaya uygun olduğu görülen, Trans Chem firmasının ticari mamul adı ile mamul kodu Turkmenplene TPP D 30 S olan PPH hammaddesi ile Petkim firmasının ticari mamul adları ile mamul kodları Petoplen MH 418 ve Petoplen EH 102 olan PPH hammaddeleri kullanılmıştır.”

İlgili PPH malzemelerin önemli bazı fiziksel ve mekanik özellikleri ile ilgili imalatçı verileri Tablo 2.1’de bir araya getirilmiştir (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Tablo 2.1. PPH malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerine ait üretici verileri (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

	Testmetodu	Testşartları	Birim sistemi	PPH hammaddeleri		
				TPPD30S	MH418	EH102
Çekme akma gerilmesi	ISO 527-2 /ASTM D-638	50 mm/dak	MPa	30	35	35,5
Çekme akma uzaması			%	11	-	-
Eğme modülü	ISO 178	-	MPa	1300	-	-
İzod darbe (çentikli)	ISO 180/1A	+23°C	kJ/mm ²	4,5	-	-
Erime akış hızı	ISO 1133	230°C / 2,16 kg	g/10 dak	2,7 – 3,7	4,0 – 6,0	9,0 – 13,0

2.1.2. Mikronize pudra talk maddesi

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere, “IMI FabiS.p.A firmasının Talc CM2 ticari mamul kodlu ve isimli modifiye edilmemiş mikronize pudra talkı optimizasyon çalışmalarında kullanılmıştır.” İlgili talkmaddesinin imalatçı verileri Tablo 2.2’de verilmiştir (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Tablo 2.2. Mikronize talk maddesine ait üretici verileri (2017/056 nolu proje sonuç raporu)

	Test metodu	Birim sistemi	Talc CM2
Yoğunluk	DIN 53193	g/cm ³	2,80
Ortalama tane boyu (d50)	-	µm	3,50
En büyük tane boyu (d98)	-	µm	13,00
Yağ emme oranı	M.I. 93008	g/100g	41,00
Nem (105°C’de)	M.I. 93005	%	0,20
Bulk yoğunluğu	M.I. 93003	g/cm ³	0,29
Özel yüzey alanı (B.E.T)	DIN 66131/2	m ² /g	6,00

2.1.3. Mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit maddesi

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere,

“Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen öğütülmüş kolemanit (2CaO.3B₂O₃.5H₂O) ticari isimli ve elek altı 45 µm olan modifiye edilmemiş minerali, optimizasyon çalışmalarında katkı ve/veya dolgu maddesi olarak kullanılmıştır.”

İlgili öğütülmüş kolemanitin imalatçı verilerinin bazıları Tablo 2.3'te biraraya getirilmiştir (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Tablo 2.3. Mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit maddesine ait üretici verileri (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Kimyasal bileşimi		
Bileşen	Birim sistemi	Miktar
B ₂ O ₃	%	40,00±0,50
CaO	%	27,00±1,00
SiO ₂	%	4,00 - 6,50
Nem	%	1,00 maks
Elek analizi		
Partikül çapı	Birim sistemi	Miktar
+ 250 µm	%	0,02 maks
- 75 µm	%	90,00 min
- 45 µm	%	80,00±5
Partikül dağılımı		
Özellik	Birim sistemi	Değer
Ortalama tane boyu (d ₅₀)	µm	14,008
En büyük tane boyu (d ₉₀)	µm	49,094
Özel yüzey alanı	m ² /g	1,32
Fiziksel özellikler		
Özellik	Birim sistemi	Değer
Sertlik	Mohs	4,00 – 4,50
Yoğunluk	g/cm ³	2,42
Bulk yoğunluğu	ton/m ³	1,00 maks

2.1.4. Kimyasal maddeler

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere,

“Plastik sektöründe fiziksel modifikasyonla lif takviyeli ve/veya mikronize pudra/toz dolgulu bileşik (kompozit) üretiminde (compound) alışıla gelmiş olarak bağlayıcı ve dispersiyon (dağıtıcı) ajanı olarak kullanılan ticari adı ve ticari kodu Bonp™-GPM200AH olan maleik anhidrit (MAH) ile kaydırıcı ve dispersiyon ajanı olarak kullanılan ticari adı polietilen wax (PEWax) olan kimyasal maddeleri kullanılmıştır.”

İlgili MAH ve PEWax kimyasallarına ait imalatçı verilerinin bazıları Tablo 2.4’da verilmiştir (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Tablo 2.4. Maleik anhidrit ve polietilen wax kimyasal maddelere ait üretici verileri (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Özellikler	Test Metodu	Birim Sistemi	Bonp™ GPM200AH	PEWax
			Değer	Değer
Erime akış indeksi (190°C/2,16 kg)	ASTM D-1238	g/10dak	100	-
Aşılama seviyesi	NZG/FTIR	MAH%	Yüksek	-
Damla erime noktası	ASTM D-3954	°C	-	100
DSC pik erime noktası	ASTM D-3418	°C	-	102
Kristal pik	ASTM D-1321	°C	-	90
Viskozite (140°C’de)	ASTM D-3236	mPas	-	< 100
Yoğunluk	ASTM D-1505	g/cm ³	-	0,72

2.2. Deneyel tasarım yöntemi

Projede, mikronize pudra talk ve mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkılı/dolgulu polipropilen hibrit kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin eniyilenmesi ve en uygun üretim ve/veya imalat parametre seviyelerinin tespit edilmesi amacıyla Taguchi deney tasarım yönteminden faydalanılmıştır.

Öncelikle mekanik deneyel çalışma sonuçları üzerinde diğer bir ifadeyle yarı mamülün veya mamülün mekanik özellikleri üzerinde etkili olan kontrol edilebilir tasarım/üretim/imalat parametreleri ve her bir tasarım/üretim/imalat parametresi için farklı seviyeler tespit edilmiştir. Mekanik deneyel çalışmalar için uygun ortogonal dizinin belirlenmesi sonrasında önce polipropilenhibritkompozit hammaddelerin üretimi sonra da hibritkompozit çok amaçlı deney parçalarının imalatı gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Kontrol edilebilir parametrelerin ve faktörlerin belirlenmesi

Yapılan ön çalışmalar sonucunda mikronize pudra talk ve mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkılı/dolgulu polipropilen hibrit kompozit malzemelerin mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğu bilinen ve/veya öngörülen kontrol edilebilir faktörler belirlenmiştir. Faktörler belirlenirken, genel olarak plastik eseslikkompozit

malzeme üretim süreçlerinde çıktıya etki eden faktörler üzerinde tartışılmış ve 4 faktör seçilmiştir. Tüm faktörler üç ayrı deney seviyesiyle incelenmiştir. Deneysel çalışma bu üç seviyeli dört kontrol faktörünü içeren bir yapıda L9 (3^4) ortogonal dizisi kullanılarak ve her bir veri için 5 adet deney yapılarak yürütülmüştür. Belirlenen faktörler ve seviyeleri Tablo 2.5'da verilmektedir.

Tablo 2.5. Kontrol faktörleri ve seviyeleri (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Faktörler		Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
TC/KOL hibrit oranı [yüzde ağırlık].	A	10TC+5KOL	7,5TC+7,5KOL	5TC+10KOL
Meme sıcaklığı [°C].	B	180	220	260
Enjeksiyon hızı [mm/s].	C	5	15	25
Kalıp sıcaklığı [°C].	D	10	30	50

Diğer taraftan, deneysel çalışma için uygun ortogonal dizi belirlenirken faktörlerin seviye sayısına ve buna bağlı olarak da toplam serbestlik derecelerine göre karar verilir. Bu toplam serbestlik derecesine veya daha büyük deneme sayısına sahip olan ortogonal dizi uygun dizi olarak seçilir. Bir faktör için serbestlik derecesi, o faktörün seviye sayısının bir eksiğine eşittir.

2.2.1.1. DPPH hibrit kompozit malzemelere uygun ortogonaldizinin seçilmesi

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği gibi, düşük akışkanlı polipropilen (DPPH) hibrit kompozit malzeme için 3 seviyeli ve 8 serbestlik derecesini kaldırabilecek ortogonal dizi L9 olduğundan deney için L9(3^4) ortogonal dizisi seçilmiş ve ilgili ortogonal dizi için deney koşulları Tablo 2.6'de verilmektedir. (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Tablo 2.6. DPPH hibrit kompozit malzeme için deneysel koşullar (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Deney no	Deney adı	Faktörler							
		A		B		C		D	
		TC/KOL hibrit oranı [ağırlıkça yüzde].		Meme Sıcaklığı [°C].		Enjeksiyon Hızı [mm/s].		Kalıp Sıcaklığı [°C].	
1	D1	1	10TC+5KOL	1	180	1	5	1	10
2	D2	1	10TC+5KOL	2	220	2	15	2	30
3	D3	1	10TC+5KOL	3	260	3	25	3	50
4	D4	2	7,5TC+7,5KOL	1	180	2	15	3	50
5	D5	2	7,5TC+7,5KOL	2	220	3	25	1	10
6	D6	2	7,5TC+7,5KOL	3	260	1	5	2	30
7	D7	3	5TC+10KOL	1	180	3	25	2	30
8	D8	3	5TC+10KOL	2	220	1	5	3	50
9	D9	3	5TC+10KOL	3	260	2	15	1	10

2.2.1.2. OPPH hibrit kompozit malzemelere uygun orthogonal dizinin seçilmesi

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği gibi, orta akışkanlı polipropilen (OPPH) hibrit kompozit malzeme için 3 seviye live 8 serbestlik derecesini kaldırabilecek ortogonal dizi L9 olduğundan deney için L9(3⁴) ortogonal dizisi seçilmiş ve ilgili ortogonal dizi için deney koşulları Tablo 2.7’de verilmektedir (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Tablo 2.7. OPPH hibrit kompozit malzeme için deneysel koşullar (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Deney no	Deney adı	Faktörler							
		A		B		C		D	
		TC/KOL hibrit oranı [ağırlıkça yüzde].		Meme Sıcaklığı [°C].		Enjeksiyon Hızı [mm/s].		Kalıp Sıcaklığı [°C].	
1	O1	1	10TC+5KOL	1	180	1	5	1	10
2	O2	1	10TC+5KOL	2	220	2	15	2	30
3	O3	1	10TC+5KOL	3	260	3	25	3	50
4	O4	2	7,5TC+7,5KOL	1	180	2	15	3	50
5	O5	2	7,5TC+7,5KOL	2	220	3	25	1	10
6	O6	2	7,5TC+7,5KOL	3	260	1	5	2	30
7	O7	3	5TC+10KOL	1	180	3	25	2	30
8	O8	3	5TC+10KOL	2	220	1	5	3	50
9	O9	3	5TC+10KOL	3	260	2	15	1	10

2.2.1.3. YPPH hibrit kompozit malzemelere uygun orthogonal dizinin seçilmesi

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği gibi, yüksek akışkanlı polipropilen (YPPH) hibrit kompozit malzeme için 3 seviyeli ve 8 serbestlik derecesini kaldırabilecek ortogonal dizi L9 olduğundan deney için L9(3⁴) ortogonal

dizisi seçilmiş ve ilgili ortogonal dizi için deney koşulları Tablo 2.8’de verilmektedir (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Tablo 2.8. YPPH hibrit kompozit malzeme için deneysel koşullar (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Deney no	Deney adı	Faktörler							
		A		B		C		D	
		TC/KOL hibrit oranı [ağırlıkça yüzde].		Meme Sıcaklığı [°C].		Enjeksiyon Hızı [mm/s].		Kalıp Sıcaklığı [°C].	
1	Y1	1	10TC+5KOL	1	180	1	5	1	10
2	Y2	1	10TC+5KOL	2	220	2	15	2	30
3	Y3	1	10TC+5KOL	3	260	3	25	3	50
4	Y4	2	7,5TC+7,5KOL	1	180	2	15	3	50
5	Y5	2	7,5TC+7,5KOL	2	220	3	25	1	10
6	Y6	2	7,5TC+7,5KOL	3	260	1	5	2	30
7	Y7	3	5TC+10KOL	1	180	3	25	2	30
8	Y8	3	5TC+10KOL	2	220	1	5	3	50
9	Y9	3	5TC+10KOL	3	260	2	15	1	10

2.3. Polipropilen hibrit kompozit hammaddesi üretimi

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere,

“Granül halde mikronize pudra talk ve mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkılı/dolgulu polipropilen hibrit kompozit hammaddesi üretimlerinde, Bursa’ da yerleşik EMAŞ Plastik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi bünyesinde bulunan ve teknik özellikleri Tablo 14’ de verilen, düşük kapasiteli Coperion Wernerand Pleiderer marka ZSK 25 P8.2 E WLE model birbirine paralel dönen çift vidalı ekstrüzyon makinesi kullanılmıştır.”(2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Tablo 2.9. Birbirine paralel dönen çift vidalı ekstrudere ait teknik bilgi (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Marka	CoperionWernerandPleiderer
Model	ZSK 25 P8.2 E WLE
Vida burğu boyu (L)	1125 mm
Vida boy/vida çap (L/D) oranı	45
Isıtma Zone (bölge) sayısı	10 adet
Soğutma Şekli	Fital Soğutma

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere,

“Mikronize pudra talk ve mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkılı/dolgulu polipropilenhibritkompozithammaddesi üretiminde, Tablo 13’de verilen sabit

ekstrüzyon üretim parametreleri kullanılmıştır.” (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Tablo 2.10. Polipropilen hibrit kompozit hammaddesi sabit ekstrüzyon üretim parametreleri (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Özellikler	Birim Sistemi	Değer
Zone sıcaklıkları	°C	160-195-210-215-215-220-220-225-
Rejimde eriğik	°C	251
Devir sayısı	1/dak	900
Üretim kapasite	kg/h	30
Rejimde basınç	bar	150
Rejimde vakum	bar	-0,8 ila -1
Soğutma suyu	°C	25 - 30

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere,

“Granül halde elde edilen, hem mikronize pudra talk ve mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkı/dolgulu polipropilenhibritkompozit hammaddeler hem de maleik anhidrit ve polietilen waks katkı polipropilen hammaddeler, su banyosu soğutması sonrası, TS 720 (1999) numaralı standart göz önünde bulundurularak 50°C’de 4 saat kondisyonlanma işlemine tabi tutulmuşlardır.” (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

2.4. Enjeksiyon kalıplama yöntemi ile Deney numunesi üretimi

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere, “Çok amaçlı deney parçası üretiminde İstanbul’dayerleşik AKSU Tost Makinaları SanayiveTicaret Limited Şirketi bünyesinde bulunan ve teknik özellikleri Tablo 2.11’da verilen, Engel marka victory 330/50 tech model enjeksiyon makinesi kullanılmıştır.” (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Tablo 2.11. Engel victory 330/50 tech model enjeksiyon makinesine ait teknik özellikler ((2017/056 nolu proje Sonuç Raporu)

Enjeksiyon Ünitesi	Birim Sistemi	Boyutları
Vida çapı	mm	35
Maksimum enjeksiyon hacmi	cm ³	154
Özel enjeksiyon basıncı	bar	2177
Enjeksiyon sıkma kuvveti	ton	50
Tek (atış) baskı ağırlığı	g	134
Isıtma zone (bölge) sayısı	adet	4

Ayrıca, kalıp sıcaklığını belirlenen sabit sıcaklık değerine ayarlamak ve sabit tutabilmek içinde Frigel marka MicrogelDuo model sıcaklık control üniteli yüksek hassasiyetli ve verimli soğutucu kullanılmıştır (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Granül halde elde edilen, mikronize pudra talk ve mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkılı/dolgulu polipropilenhibritkompozit hammaddeler, Tablo 2.12’de verilen, sabit enjeksiyon parametrelerinde ve sabit kalıp sıcaklıklarında, çok amaçlı deney parçası (çekme numunesi) grubuna basılmıştır. (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

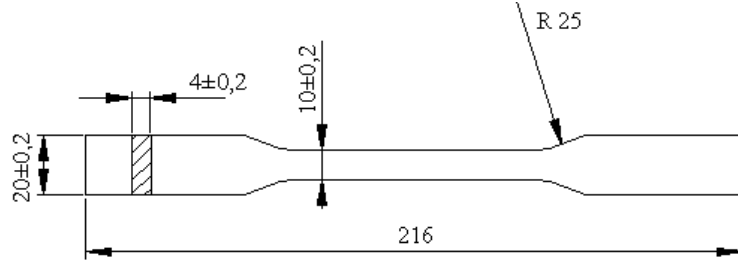
Tablo 2.12. Saf ve mikronize toz kalsit dolgulu deney numunesi üretiminde kullanılan enjeksiyon ayarları ile soğutma suyu sıcaklıkları (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Tablo 2.12. Saf ve mikronize toz kalsit dolgulu deney numunesi üretiminde kullanılan enjeksiyon ayarları ile soğutma suyu sıcaklıkları (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Deney no	TC/KOL hibrit oranı [ağırlıkça yüzde].		Meme Sıcaklığı [°C].		Enjeksiyon Hızı [mm/s].		Kalıp Sıcaklığı [°C].	
1	1	10TC+5KOL	1	180	1	5	1	10
2	1	10TC+5KOL	2	220	2	15	2	30
3	1	10TC+5KOL	3	260	3	25	3	50
4	2	7,5TC+7,5KOL	1	180	2	15	3	50
5	2	7,5TC+7,5KOL	2	220	3	25	1	10
6	2	7,5TC+7,5KOL	3	260	1	5	2	30
7	3	5TC+10KOL	1	180	3	25	2	30
8	3	5TC+10KOL	2	220	1	5	3	50
9	3	5TC+10KOL	3	260	2	15	1	10

İlgili 2017/056 nolu projenin sonuç raporunda beyan edildiği üzere,

“Granül haldeki saf PPH (naturel renkli), sabit ekstrüzyon parametrelerinin tesirine maruz bırakılan kimyasal katkılı PPH ve mikronize pudra talk ve mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkılı/dolgulu polipropilenhibritkompozit hammaddeler, TS 1149 EN ISO 294 (2002) numaralı standardı dikkate alınarak, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle, TS EN ISO 3167 (2014) standardında verilen ve Şekil 3.1’de görülen Tip 1A çok amaçlı deney parçasına (çekme numunesine) basılmıştır” (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).



Şekil 2.1. Çok amaçlı deney parçası (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

Deney numunelerinin şartlandırılması kısmen TS EN ISO 291 (2009) numaralı standardında belirtilen şekliyle yapılmıştır. Numuneler şartlandırıldıktan sonra uygun boyutlardaki poşetlere yerleştirilip gün ışığı görmeyen konfor şartlarında depolanmıştır (2017/056 nolu proje Sonuç Raporu).

2.5. Deney Şartları, Araçlar, Makineler ve Donanımlar

Polipropilen hibrit kompozit malzemelerin ısı (termo) – mekanik özellikleri, dinamik mekanik analizi (DMA) ile belirlenirken, ısı özellikleri differansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ve termogravimetrik analizi (TGA) ile belirlenmiştir.

2.5.1. Dinamik Mekanik Analizi, Numunesi, Analizi ve Cihazı

Isısal analizlerde, Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü İ.D.E.A.L. İleri Malzeme Teknolojileri Laboratuvarı bünyesinde bulunan, TA Instruments Marka DMA Q800 Model, Dinamik Mekanik Analizi (DMA) cihazı kullanılmıştır.

Isısal analizler için, tip A çok amaçlı deney parçasından TSENISO 6721(2011) standardına göre; 2 nokta arası 15 mm olan numune hazırlanmış ve 3 nokta eğme mengenesi kullanılarak deney düzeneği hazırlanmıştır. TSENISO 6721(2011) standardına göre;

10 C⁰/dak Isıtma hızın da 115 C deney parametrelerinde gerçekleştirilmiştir. DMA deneylerinde her bir değerin tespiti için en az 3 er adet DMA numunesi kullanılmıştır ve/veya tekrar edilmiştir. Elde edilen değerler Chauvenet Kriterine (Holman, 1994) göre istatistiksel olarak değerlendirildi.

2.5.2. Diferansiyel taramalı kalorimetre numunesi, analizi ve cihazı

Isısal analizlerde, Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü İ.D.E.A.L. İleri Malzeme Teknolojileri Laboratuvarı bünyesinde bulunan, TA Instruments Marka DSC Q200 Model, diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) cihazı kullanılmıştır.

Isısal analizler için, tipA çok amaçlı deney parçasının enjeksiyon girişine en uzak bölgesinden (ucundan), çok keskin bir bıçak (falçata) ile numune yüzeyinde belirgin bıçak izi olmadan, cihazın basınç odasında (kullanılan) bulunan alüminyum kesenin (pan) tabanını (taban yüzeyini) tam kaplayacak ve homojen bir kalınlığa sahip olacak şekilde 10mg kütlesinde DSC numunesi hazırlanmıştır.

DSC deneyi ve/veya ısısal analiz, TSENISO 11357-1 (2017) standardına göre gaz akış hızı sabit 10 ml/dak olan azot gazı atmosferinde, 200°C 'ye 10°C/dak 'lık sabit ısıtma hızı (1. Çekim) ve sabit 200°C 'de 1 dakika bekleme süresi akabinde, 0°C 'ye 10°C/dak 'lık sabit soğutma hızı (yeniden kristalleşme) ve sabit 0°C 'de 1 dakika bekleme süresi akabinde de tekrar 200°C 'ye 10°C/dak 'lık sabit ısıtma hızı (2. Çekim) ve de 10 mg kütleli deney parametrelerinde gerçekleştirilmiştir.

DSC deneyi sonucunda elde edilen endotermik DSC (erime) eğrileri, üzerinde yapılan analizlerle de, polipropilen hibrit kompozitlerin, kristalin erime enerjisi (entalpisi, ΔH_{sc}) değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca tamam (%100) kristalin PPH malzemesinin ısıl füzyon (entalpi) değeri ΔH_c (= 209 kJ/kg) kullanılarak polipropilen hibrit kompozitlerin kristalleşme dereceleri (c) ve polipropilen hibrit kompozitlerin içindeki malzemenin kristalleşme dereceleri (c_p) hesaplanmıştır.

DSC deneylerinde herbir değerin tespiti için en az 3'er adet DSC numunesi kullanılmıştır ve/veya tekrar edilmiştir. Elde edilen değerler Chauvenet Kriterine (Holman,1994) göre istatistiksel olarak değerlendirildi.

2.5.3. Termogravimetrik Analizi, Numunesi, Analizi ve Cihazı

Isısal analizlerde, Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü İ.D.E.A.L. İleri Malzeme Teknolojileri Laboratuvarı bünyesinde bulunan, TA Instruments Marka Q50 Model, Termogravimetrik Analizi (TGA) cihazı kullanılmıştır.

Isısal analizler için, tipA çok amaçlı deney parçasının enjeksiyon girişine en uzak bölgesinden (ucundan), çok keskin bir bıçak (falçata) ile numune yüzeyinde belirgin bıçak izi olmadan, cihazın basınç odasında (kullanılan) bulunan alüminyum kesenin (pan) tabanını (taban yüzeyini) tam kaplayacak ve homojen bir kalınlığa sahip olacak şekilde 10mg kütlesinde TGA numunesi hazırlanmıştır.

TGA deneyi ve/veya ısısal analiz, TS EN ISO 11358 (2014) standardına göre; 600°C 'ye 10°C/dak 'lık sabit ısıtma hızı ve de 10 mg kütleli deney parametrelerinde gerçekleştirilmiştir.

TGA deneylerinde herbir değerin tespiti için en az 3 er adet TGA numunesi kullanılmıştır ve/veya tekrar edilmiştir. Elde edilen değerler Chauvenet Kriterine (Holman,1994) göre istatistiksel olarak değerlendirildi.

2.6. Yapay Sinir Ağı Modeli

Geleneksel hesaplama yöntemlerinin aksine, yapay sinir ağları (YSA) bir eğitim setinden çözümü öğrenerek, alternatif bir hesaplama biçimi sunar. Bu fikir biyolojik sinir sisteminin, özellikle insan beyninin, çalışma biçiminden esinlenmiştir [McCULLOC, W.S. and PITTS, W., 1943].

Bu doğrultuda, projede, mikronize pudra talk ve mikronize toz (öğütülmüş) kolemanit katkılı/dolgulu polipropilen hibrit kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin, tasarım, üretim ve/veya imalat parametre seviyelerine bağlı olarak modellenmesi amacıyla yapay sinir ağları (YSA) kullanılmıştır.

Öncelikle, Taguchi deney tasarım yöntemine göre, hazırlanan plana uygun olarak imalatı gerçekleştirilen çok amaçlı deney parçaları DSC, TGA ve DMA testlerine tabi tutulmuş ve elde edilen ilgili test verileri yapay sinir ağları ile modellenmiştir.

Yapay sinir ağı modelinin oluşturulmasında ve eğitilmesinde MATLAB programı kullanılmıştır. Taguchi yöntemi ile düzenlenen L₉ortogonal dizinine göre yapılmış çekme deneyleri veri seti olarak alınmıştır. Deneyler 3 tekrarlı yapıldığı için her bir akışkanlık seviyesi için 5x27 'lik veri elde edilmiştir.

Yapay sinir ağının eğitiminde, ağırlıklar başlangıçta rastgele belirlenmiş, çıktıların istenen çıktılarla karşılaştırılması sonucu elde edilen hatalar minimize edilene kadar ağırlıklar sürekli değiştirilmiştir. Minimum hatayı bularak modelin performansını ölçmeyi sağlayan ortalama karesel hata bulunmuştur.



3. SONUÇLAR

Tguchi L9 deney düzeneğine göre önerilen tasarım ve üretim parametreleri doğrultusunda üretimi gerçekleştirilen çok amaçlı deney parçalarına uygulanan DSC, TGA ve DMA test verileri kullanılarak her bir test için yanıt değişkenleri ayrı ayrı (her defasında tek yanıt değişkeni için S/G hesabı gerçekleştirilerek) değerlendirilme suretiyle en iyi parametre sonuçları tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında sadece ana etkiler göz önünde bulundurulmuştur.

Minitab paketprogramıkullanılarak her bir üretim verigrubuiçin yapılan ANOVA testi, deney parametrelerinin yanıt değişkenleri üzerindeki etkilerinin anlamlılık düzeyleri incelenmiştir.

Ayrıca çalışma kapsamında elde edilen tüm DSC, TGA ve DMA test verileri için regresyon analizi gerçekleştirilerek, her bir yanıt değişkeni için tüm parametrelerin farklı seviyelerini içeren regresyon denklemi hesaplanmıştır. 3.1 de DSC 3.2 de TGA ve 3.3 de DMA analizlerinin sonuçları incelenmiştir.

3.1. DSA Sonuçları

DSC deney grubunun anlamlılığı 'En büyük en iyi' (S/N) hesabı gerçekleştirilerek incelenmiştir. 3.1.1'de D (Düşük akışkanlıklı) grubunun, 3.1.2'de O (Orta akışkanlıklı) grubunun ve 3.1.3'de Y (Yüksek akışkanlıklı) grubunun sonuçları verilmiştir.

3.1.1. Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

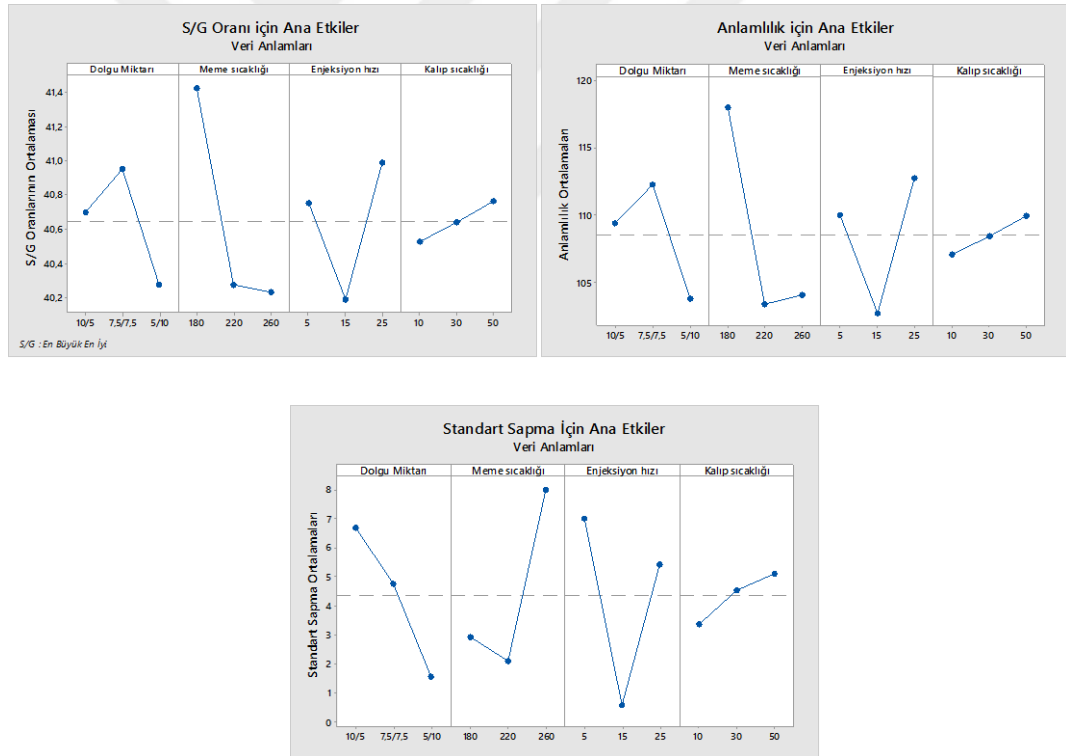
Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.1.1'de 1. çekim değerleri, 3.1.1.2'de 2. çekim değerleri ve 3.1.1.3'de soğuma değerleri incelenmiştir.

3.1.1.1. D Grubu 1. çekim

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu 1. çekim minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.1.1.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.1.1.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.1.1.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen birinci çekim onset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.13, 2.14 ve 2.15'den görüldüğü üzere onset değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.2 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.1. D grubu 1.çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.13, 2.14 ve 2.15de görüldüğü üzere onset için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı, dolgu miktarı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.1. D grubu 1. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	40,7	41,43	40,75	40,53
2	40,96	40,27	40,19	40,64
3	40,28	40,23	40,99	40,47
DEĞİŞİM	0,68	1,2	0,8	0,23
DERECE	3	1	2	4

Tablo 3.2. D grubu 1. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	109,4	118	110	107,1
2	112,2	103,4	102,7	108,4
3	103,8	104	112,7	110
DEĞİŞİM	8,5	14,7	10	2,9
DERECE	3	1	2	4

Tablo 3.3. D grubu 1. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	6,7149	2,9408	7,0302	3,3716
2	4,7852	2,0918	0,5799	4,5541
3	1,5507	8,0182	5,4407	5,1251
DEĞİŞİM	5,1642	5,9263	6,4503	1,7534
DERECE	3	2	1	4

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 3., hibrit oranı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin birinci çekim onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.16'de verilmiştir.

Tablo 3.4. D grubu 1. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu7

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	4174,72	521,84	13,6	0
KALIP SICAKLIĞI	2	76,47	38,24	1	0,377
ENJEKSİYON HIZI	2	961,67	480,84	12,53	0
MEME SICAKLIĞI	2	2468,17	1234,09	32,16	0
HİBRİT ORAN	2	668,4	334,2	8,71	0,001
HATA	45	1726,8	38,37		
TOPLAM	53	5901	52		
MODEL ÖZETİ		S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
		6,19462	70,74%	65,54%	57,87%

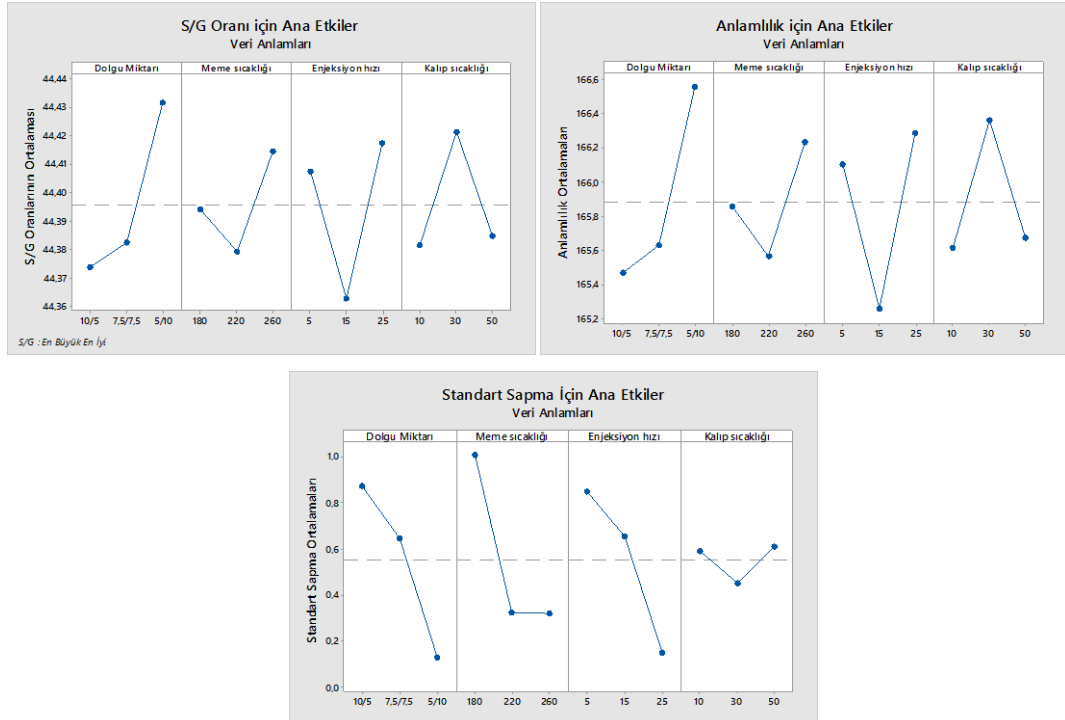
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %57,87 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu ancak kalıp sıcaklığının etkili bir parametre olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 113,42 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 1,37 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 2,91 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 7,26 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 2,74 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 14,66 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 14,00 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 8,46 \text{ hibrit}_{7} + 5,65 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucunda tespit edilen birinci çekim peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.17, 2.18 ve 2.19'den görüldüğü üzere peak değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.3 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.2. D grubu 1.çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.17, 2.18 ve 2.19 de görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı, ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.5. D grubu 1. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,37	44,39	44,41	44,38
2	44,38	44,38	44,36	44,42
3	44,43	44,41	44,42	44,38
DEĞİŞİM	0,06	0,04	0,05	0,04
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.6. D grubu 1. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	165,5	165,9	166,1	165,6
2	165,6	165,6	165,3	166,4
3	166,6	166,2	166,3	165,7
DEĞİŞİM	1,1	0,7	1	0,8
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.7. D grubu 1. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,8756	1,0104	0,8485	0,5908
2	0,649	0,3235	0,6567	0,453
3	0,1312	0,3218	0,1506	0,6119
DEĞİŞİM	0,7444	0,6886	0,698	0,1589
DERECE	1	3	2	4

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin birinci çekim peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.20'de verilmiştir.

Tablo 3.8. D grubu 1. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	33,732	4,2165	7,05	0
KALIP SICAKLIĞI	2	6,267	3,1335	5,24	0,009
ENJEKSİYON HIZI	2	10,926	5,4632	9,13	0
MEME SICAKLIĞI	2	4,038	2,0192	3,37	0,043
HİBRİT ORAN	2	12,5	6,2499	10,44	0
HATA	45	26,93	0,5984		
TOPLAM	53	60,661			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0,773586	55,61%	47,71%	36,07%	

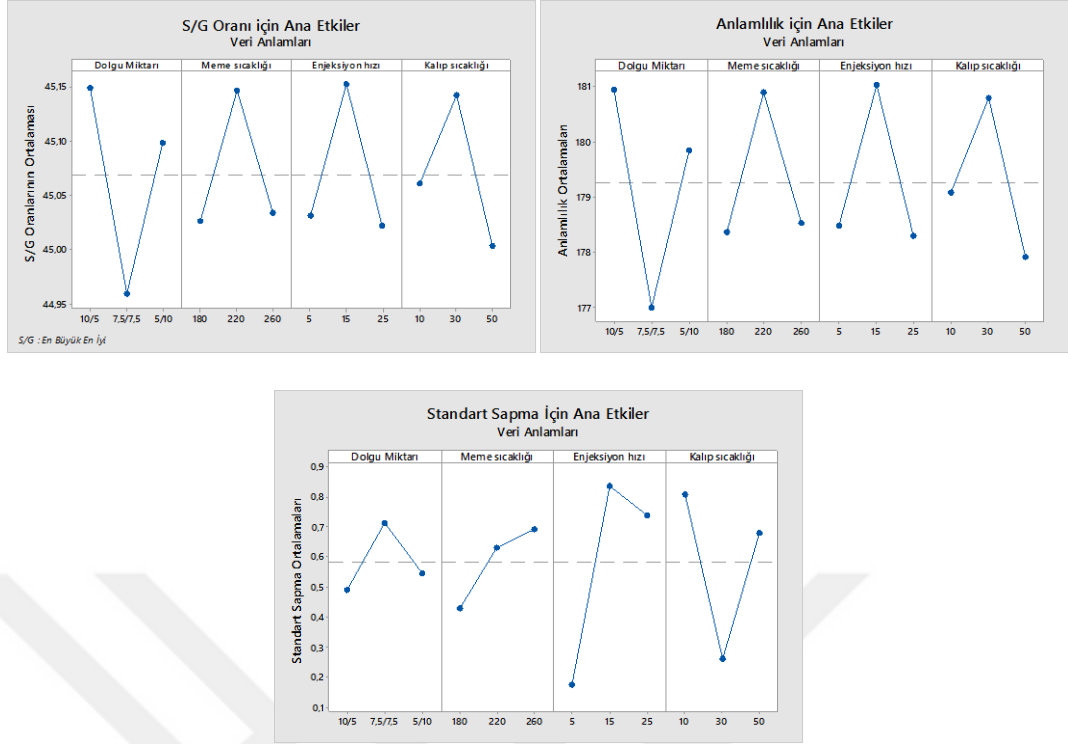
Bu varyans analizleri sonucun da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %36,07 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=166,486+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,751 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,059 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,849 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,184 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} - 0,295 \text{ meme sıc}_{220}+ 0,373 \text{ meme sıc}_{260}+ 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,929 \text{ hibrit}_{7} - 1,092 \text{ hibrit}_{10}$$

Endset Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen birinci çekim endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.21, 2.22 ve 2.23'dan görüldüğü üzere endset değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.4 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.3. D grubu 1.çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.21, 2.22 ve 2.23 da görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, sıcaklığı, enjeksiyon hızı, kalıp ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.9. D grubu 1. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	45,15	45,03	45,03	45,06
2	44,96	45,15	45,15	45,14
3	45,1	45,03	45,02	45
DEĞİŞİM	0,19	0,12	0,13	0,14
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.10. D grubu 1. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	181	178,4	178,5	179,1
2	177	180,9	181	180,8
3	179,9	178,5	178,3	177,9
DEĞİŞİM	4	2,5	2,7	2,9
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.11. D grubu 1. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,4911	0,4278	0,1759	0,8066
2	0,7126	0,6292	0,8362	0,2624
3	0,5456	0,6923	0,7372	0,6803
DEĞİŞİM	0,2216	0,2646	0,6603	0,5443
DERECE	4	3	1	2

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin birinci çekim endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.24'de verilmiştir.

Tablo 3.12. D grubu 1. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	380,58	47,5728	95,09	0
KALIP SICAKLIĞI	2	149,77	74,884	149,69	0
ENJEKSİYON HIZI	2	71,33	35,667	71,3	0
MEME SICAKLIĞI	2	83,73	41,867	83,69	0
HİBRİT ORAN	2	75,75	37,8732	75,71	0
HATA	45	22,51	0,5003		
TOPLAM	53	403,09			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,707296	94,42%		93,42%	91,96%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %91,96 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=177,999+ 0,0 \text{ hibrit}_{52,851} \text{ hibrit}_{7}+ 1,101 \text{ hibrit}_{10}+ 0,0 \text{ meme}_{sıc_{180}}+ 2,514 \text{ meme}_{sıc_{220}}+ 0,161 \text{ meme}_{sıc_{260}}+ 0,0 \text{ enjeksiyon}_{hız_{5}}+ 2,544 \text{ enjeksiyon}_{hız_{10}}$$

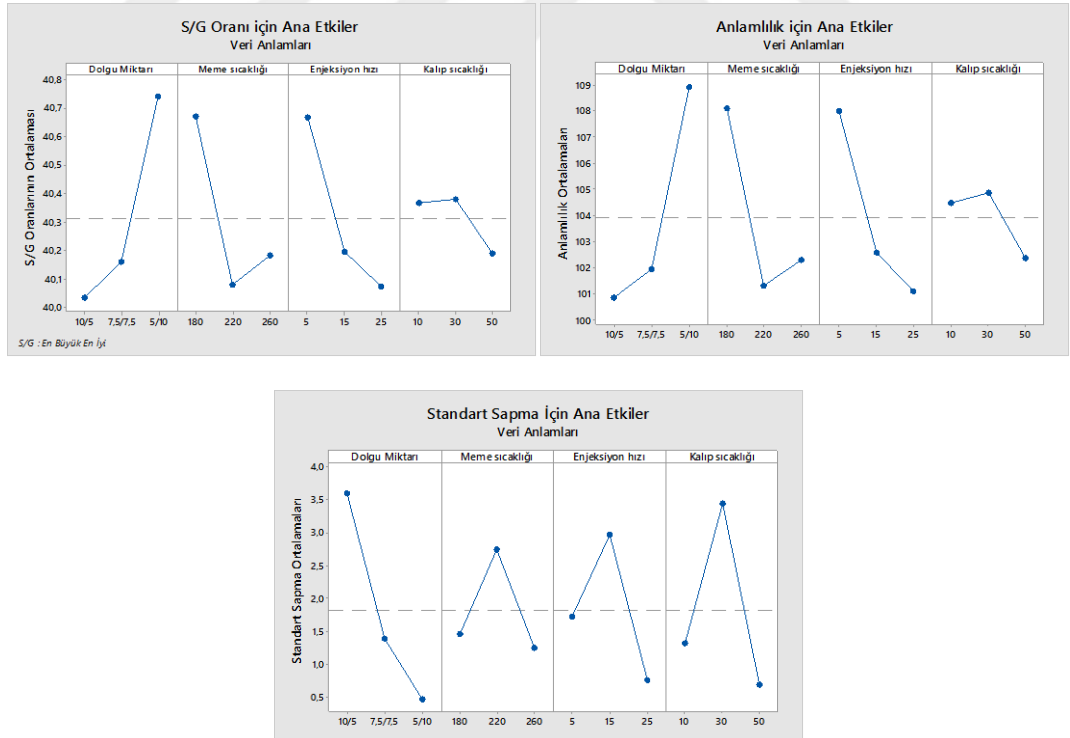
_15- 0,186 enjeksiyon hızı_25+ 0,0 kalıp sıcaklığı_10 +1,707kalıp sıcaklığı_30 - 1,178 kalıp sıcaklığı_50

3.1.1.2. D Grubu 2. çekim

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu 2. çekim minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.1.2.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.1.2.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.1.2.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 2. çekim onset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.25, 2.26 ve 2.27'dan görüldüğü üzere onset değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.5 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.4. D grubu 2.çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.25, 2.26 ve 2.27 da görüldüğü üzere onset için

sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.13. D grubu 2. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	40,03	40,67	40,67	40,37
2	40,16	40,08	40,2	40,38
3	40,47	40,18	40,07	40,19
DEĞİŞİM	0,71	0,59	0,59	0,19
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.14. D grubu 2. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	100,9	108,1	108	104,5
2	101,9	101,3	102,6	104,9
3	108,9	102,3	101,1	102,4
DEĞİŞİM	8,1	6,8	6,9	2,5
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.15. D grubu 2. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,5944	1,4609	1,7292	1,3222
2	1,3879	2,7432	2,9683	3,4394
3	0,477	1,2552	0,7618	0,6977
DEĞİŞİM	3,1173	1,488	2,2065	2,7417
DERECE	1	4	3	2

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin 2. çekim onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.28'de verilmiştir.

Tablo 3.16. D grubu 2. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	1719,2	214,9	28,09	0
KALIP SICAKLIĞI	2	66,15	33,075	4,32	0,019
ENJEKSİYON HIZI	2	477,87	238,934	31,23	0
MEME SICAKLIĞI	2	485,48	242,74	31,73	0
HİBRİT ORAN	2	689,7	344,85	45,08	0
HATA	45	344,25	7,65		
TOPLAM	53	2063,45			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	2,76585	83,32%		80,35%	75,98%

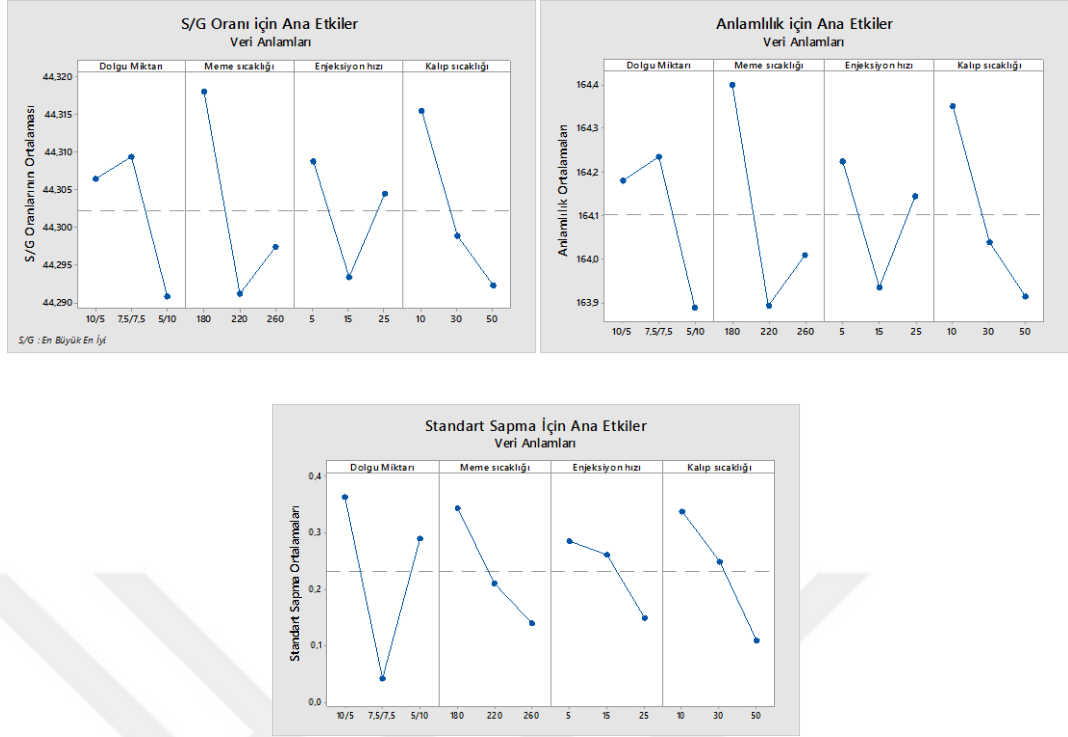
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %75,98 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 117,81 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,406 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 2,118 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 5,419 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 6,928 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 6,794 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 5,813 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{7} - 6,985 \text{ hibrit}_{10} - 8,062 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucunda tespit edilen 2. çekim peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.29, 2.30 ve 2.31'den görüldüğü üzere peak değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.6 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.5. D grubu 2.çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.29, 2.30 ve 2.31 de görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı, dolgu miktarı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.17. D grubu 2. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,31	44,32	44,31	44,32
2	44,31	44,29	44,29	44,3
3	44,29	44,3	44,3	44,29
DEĞİŞİM	0,02	0,03	0,02	0,02
DERECE	3	1	4	2

Tablo 3.18. D grubu 2. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	164,2	164,4	164,2	164,4
2	164,2	163,9	163,9	164
3	163,9	164	164,1	163,9
DEĞİŞİM	0,3	0,5	0,3	0,4
DERECE	3	1	4	2

Tablo 3.19. D grubu 2. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,36364	0,3444	0,28623	0,33739
2	0,04323	0,21159	0,26126	0,24893
3	0,28977	0,14061	0,14915	0,11032
DEĞİŞİM	0,32041	0,20383	0,13708	0,22707
DERECE	1	3	4	2

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin 2. çekim peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.32'de verilmiştir.

Tablo 3.20. D grubu 2. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	6,4562	0,80703	8,76	0
KALIP SICAKLIĞI	2	1,8369	0,91845	9,97	0,019
ENJEKSİYON HIZI	2	0,8142	0,40709	4,42	0,018
MEME SICAKLIĞI	2	2,5465	1,27325	13,82	0
HİBRİT ORAN	2	1,2587	0,62934	6,83	0,003
HATA	45	4,1451	0,09211		
TOPLAM	53	10,6014			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0,303503	60,90%	53,95%	43,70%	

Bu varyans analizleri sonucun da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %43,70 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

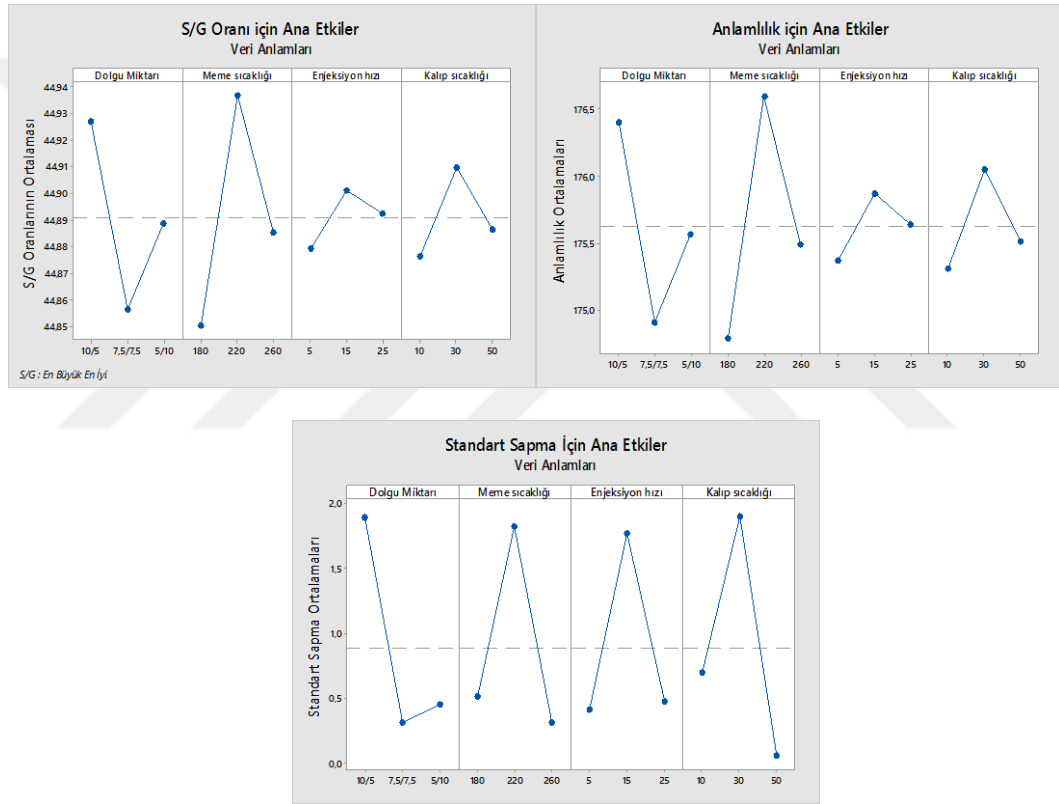
Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$C5 = 164,563 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,314 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,438 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,292 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,082 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ me}$

me sic_180 0,508 meme sic_220- 0,391 meme sic_260+ 0,0 hibrit_5 + 0,347 hibrit_7
+ 0,294 hibrit_10

Endset Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 2. çekim endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.33, 2.34 ve 2.35'den görüldüğü üzere endset değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.7 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.6. D grubu 2.çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.33, 2.34 ve 2.35 de görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığıve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.21. D grubu 2. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,93	44,85	44,88	44,88
2	44,86	44,94	44,9	44,91
3	44,89	44,89	44,89	44,89
DEĞİŞİM	0,07	0,09	0,02	0,03
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.22. D grubu 2. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	176,4	174,8	175,4	175,3
2	174,9	176,6	175,9	176,1
3	175,6	175,5	175,6	175,5
DEĞİŞİM	1,5	1,8	0,5	0,7
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.23. D grubu 2. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,89429	0,51355	0,41349	0,6977
2	0,31552	1,82763	1,76772	1,89909
3	0,44959	0,31822	0,47819	0,06261
DEĞİŞİM	1,57877	1,50941	1,35423	1,83648
DERECE	2	3	4	1

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin 2. çekim endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.36'de verilmiştir.

Tablo 3.24. D grubu 2. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	57,279	7,16	2,64	0
KALIP SICAKLIĞI	2	5,177	2,588	0,95	0,019
ENJEKSİYON HIZI	2	2,229	1,114	0,41	0,018
MEME SICAKLIĞI	2	29,785	14,893	5,49	0
HİBRİT ORAN	2	20,089	10,044	3,7	0,003
HATA	45	122,168	2,715		
TOPLAM	53	179,448			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	1,64768	31,92%	19,82%	1,96%	

Bu varyans analizleri sonucun da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %1,96 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

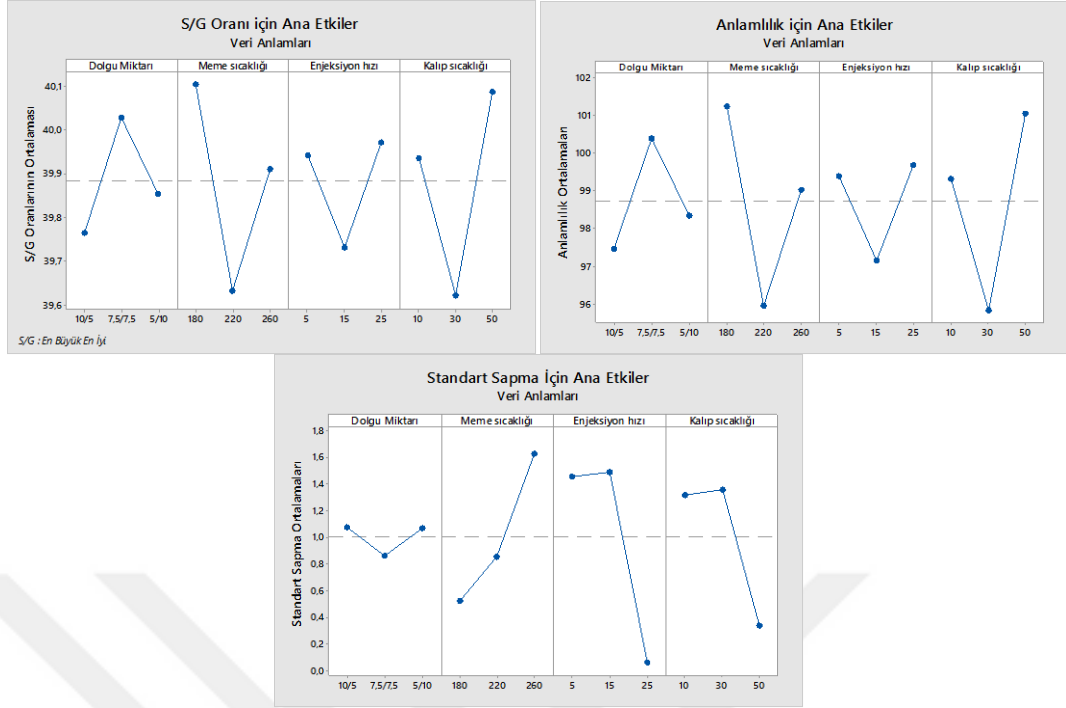
$$C5=174,167+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,734 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,203 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,497 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,266 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 1,805 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,706 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,657 \text{ hibrit}_{7} + 0,833 \text{ hibrit}_{10}$$

3.1.1.3. D grubu soğuma

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu soğuma minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.1.3.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.1.3.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.1.3.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen soğuma onset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.38, 2.39 ve 2.40'den görüldüğü üzere onset değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.8 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.7. D grubu soğuma onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.38, 2.39 ve 2.40 de görüldüğü üzere onset için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı, dolgu miktarı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.25. D grubu soğuma onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	39,76	40,1	39,94	39,94
2	40,03	39,63	39,73	39,62
3	39,85	39,91	39,94	40,09
DEĞİŞİM	0,26	0,47	0,24	0,47
DERECE	3	1	4	2

Tablo 3.26. D grubu soğuma onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	97,48	101,23	99,39	99,32
2	100,38	95,96	97,15	95,85
3	98,36	99,02	99,68	101,05
DEĞİŞİM	2,9	5,27	2,53	5,19
DERECE	3	1	4	2

Tablo 3.27. D grubu soğuma onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,07653	0,52594	1,4578	1,31802
2	0,86493	0,85597	1,49327	1,35696
3	1,06817	1,62772	0,05857	0,33466
DEĞİŞİM	0,2116	1,10178	1,4347	1,02229
DERECE	4	2	1	3

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin soğuma onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.40'de verilmiştir.

Tablo 3.28. D grubu soğuma onset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	696	86,999	40,08	0
KALIP SICAKLIĞI	2	272,89	136,443	62,86	0
ENJEKSİYON HIZI	2	82,38	41,188	18,98	0
MEME SICAKLIĞI	2	258,2	129,099	59,48	0
HİBRİT ORAN	2	82,54	41,268	19,01	0
HATA	45	97,68	2,171		
TOPLAM	53	793,67			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	1,4733	87,69%	85,51%	82,28%	

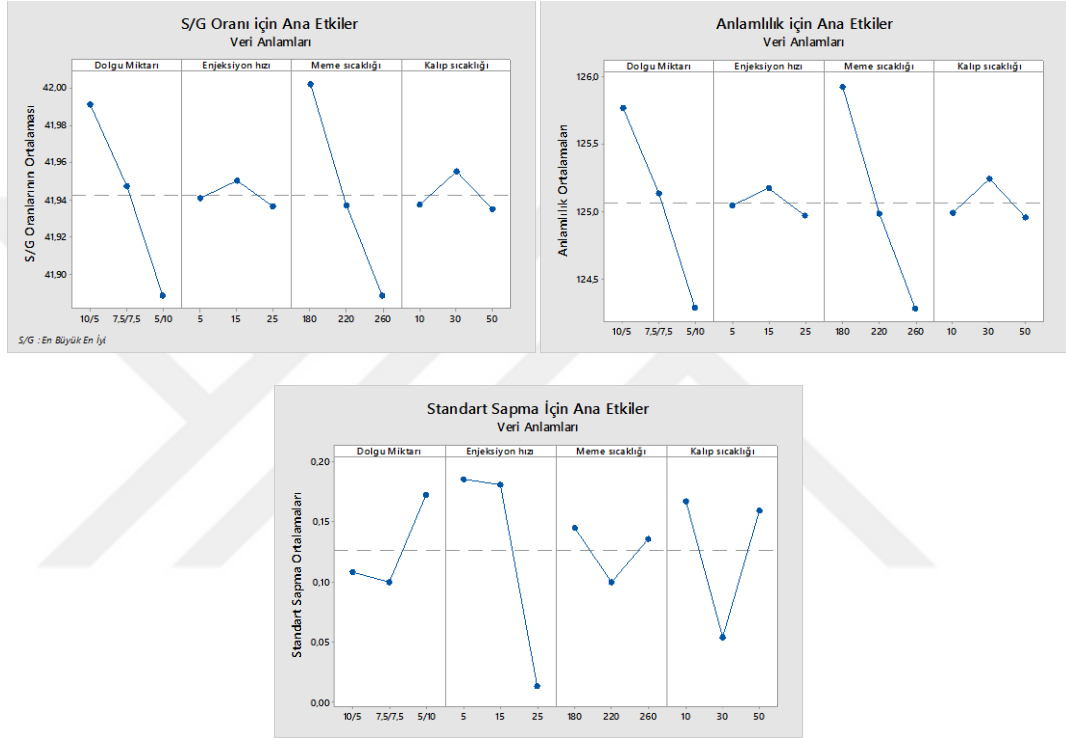
Bu varyans analizleri sonucun da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %92,28 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=101,754+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 3,475 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 1,962 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 2,247 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,631 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 5,351 \text{ meme sic}_{220} - 2,474 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 2,071 \text{ hibrit}_{7} - 0,878 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen soğuma peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.41, 2.42 ve 2.43'dan görüldüğü üzere peak değeri için enjeksiyon hızı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.9 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.8. D grubu soğuma peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.41, 2.42 ve 2.43 da görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin enjeksiyon hızı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.29. D grubu soğuma peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	41,99	41,94	42	41,94
2	41,95	41,95	41,94	41,96
3	41,89	41,94	41,89	41,93
DEĞİŞİM	0,1	0,01	0,11	0,02
DERECE	2	4	1	3

Tablo 3.30. D grubu soğuma peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	125,8	125	125,9	125
2	125,1	125,2	125	125,2
3	124,3	125	124,3	125
DEĞİŞİM	1,5	0,2	1,6	0,3
DERECE	2	4	1	3

Tablo 3.31. D grubu soğuma peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,10777	0,18558	0,14473	0,16677
2	0,09987	0,18094	0,09988	0,05396
3	0,1723	0,01342	0,13532	0,1592
DEĞİŞİM	0,07243	0,17216	0,04485	0,11281
DERECE	3	1	4	2

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin soğuma peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.44'de verilmiştir.

Tablo 3.32. D grubu soğuma peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	45,6858	5,7107	215,26	0
KALIP SICAKLIĞI	2	0,879	0,4395	16,57	0
ENJEKSİYON HIZI	2	0,3929	0,1965	7,41	0,002
MEME SICAKLIĞI	2	24,4423	12,2211	460,67	0
HİBRİT ORAN	2	19,9716	9,9858	376,41	0
HATA	45	1,1938	0,0265		
TOPLAM	53	46,8796			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0,162877	97,45%	97,00%	96,33%	

Bu varyans analizleri sonucun da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %96,33 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne

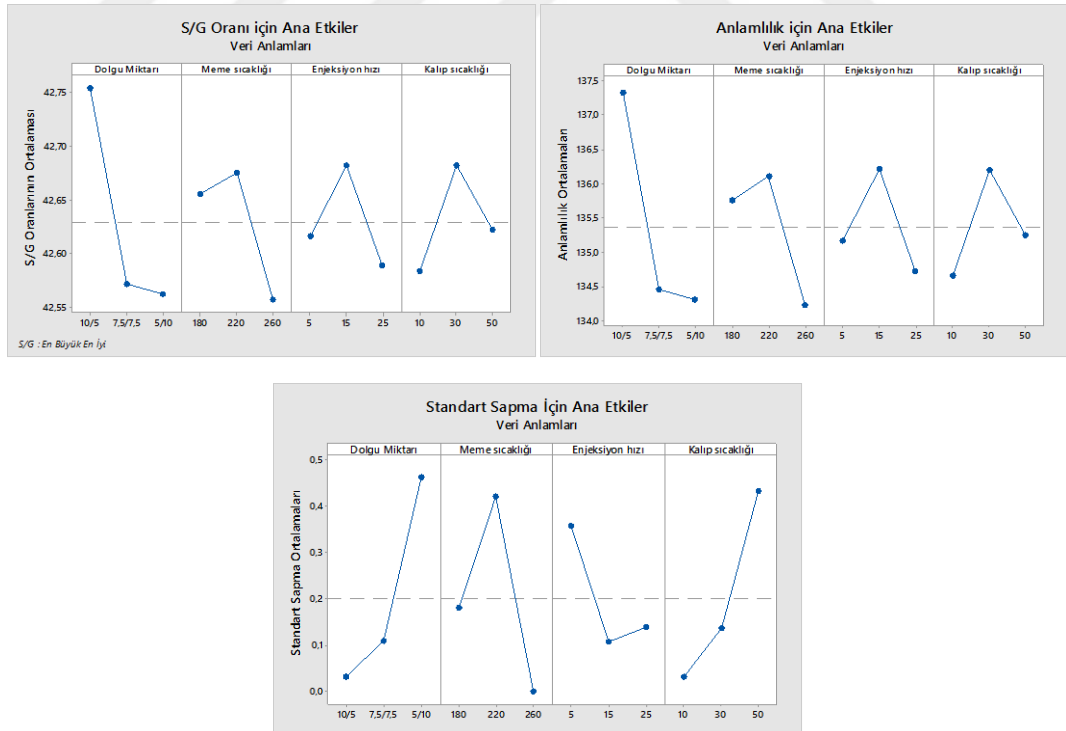
alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 125,059 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,2494 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,0383 \text{ kalıp sıcaklığı}_{1_50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,1328 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,0733 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 0,9456 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 1,6417 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,8500 \text{ hibrit}_{7} + 1,4844 \text{ hibrit}_{10}$$

Endset Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucunda tespit edilen soğuma endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.45, 2.46 ve 2.47'den görüldüğü üzere endset değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.10 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.9. D grubu soğuma endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.45, 2.46 ve 2.47 de görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.33. D grubu soğuma endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	42,75	42,66	42,62	42,58
2	42,57	42,68	42,68	42,68
3	42,56	42,56	42,59	42,62
DEĞİŞİM	0,19	0,12	0,09	0,1
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.34. D grubu soğuma endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	137,3	135,8	135,2	134,7
2	134,5	136,1	136,2	136,2
3	134,3	134,2	134,7	135,2
DEĞİŞİM	3	1,9	1,5	1,5
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.35 . D grubu soğuma endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,031305	0,181636	0,35724	0,032796
2	0,108924	0,421341	0,107433	0,136813
3	0,462748	0	0,138303	0,433369
DEĞİŞİM	0,431443	0,421341	0,249807	0,400573
DERECE	1	2	4	3

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DSC analizlerinin soğuma endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.48'de verilmiştir.

Tablo 3.36. D grubu soğuma endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	182,367	22,7959	155,49	0
KALIP SICAKLIĞI	2	21,836	10,9179	74,47	0
ENJEKSİYON HIZI	2	21,029	10,5144	71,72	0
MEME SICAKLIĞI	2	35,703	17,8517	121,77	0
HİBRİT ORAN	2	103,799	51,8996	354,01	0
HATA	45	6,597	0,1466		
TOPLAM	53	188,965			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0,382889	96,51%	95,89%	94,97%	

Bu varyans analizleri sonucun da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %94,97 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=133,798+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 1,543 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,586 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 1,049 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,438 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} + 0,343 \text{ meme sıc}_{220} - 1,528 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,147 \text{ hibrit}_{7} + 3,012 \text{ hibrit}_{10}$$

3.1.2. Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

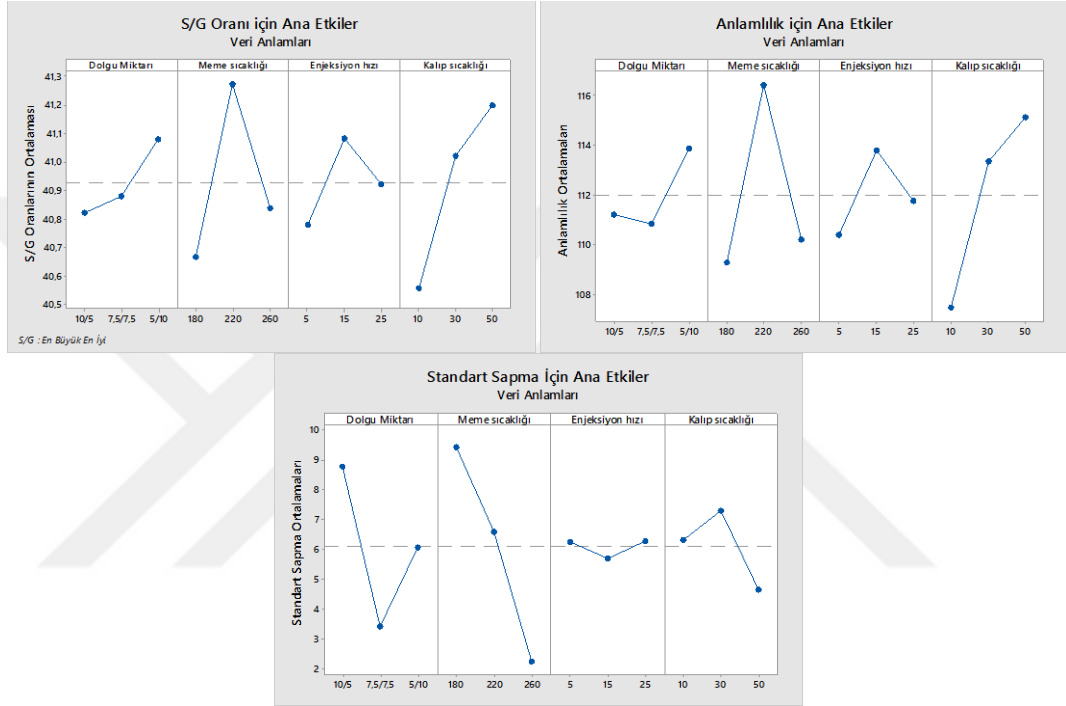
Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.2.1'de 1. çekim değerleri, 3.1.2.2'de 2. çekim değerleri ve 3.1.2.3'de soğuma değerleri incelenmiştir.

3.1.2.1. O grubu 1. çekim

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu 1. çekim minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.2.1.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.2.1.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.2.1.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 1. çekim onset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.49, 2.50 ve 2.51'den görüldüğü üzere onset değeri için kalıp sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.11 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.10. O grubu 1. Çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.49, 2.50 ve 2.51 de görüldüğü üzere onset için sırasıyla en etkili parametrelerin kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da dolgu miktarının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.37. O grubu 1. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	40,82	40,67	40,78	40,56
2	40,88	41,28	41,08	41,02
3	41,08	40,84	40,92	41,2
DEĞİŞİM	0,26	0,61	0,3	0,64
DERECE	4	2	3	1

Tablo 3.38. O grubu 1. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	111,2	109,3	110,4	107,5
2	110,8	116,4	113,8	113,4
3	113,9	110,2	111,8	115,1
DEĞİŞİM	3	7,1	3,4	7,7
DERECE	4	2	3	1

Tablo 3.39. O grubu 1. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	8,775	9,41	6,266	6,313
2	3,42	6,606	5,712	7,3
3	6,075	2,254	6,293	4,658
DEĞİŞİM	5,355	7,157	0,581	2,642
DERECE	2	1	4	3

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin 1. çekim onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.52'de verilmiştir.

Tablo 3.40. O grubu 1. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	1542,4	192,8	3,72	0,002
KALIP SICAKLIĞI	2	675,5	337,73	6,52	0,003
ENJEKSİYON HIZI	2	122,1	61,07	1,18	0,315
MEME SICAKLIĞI	2	629,3	314,65	6,07	0,004
HİBRİT ORAN	2	115,5	57,75	1,11	0,335
HATA	45	2797,1	51,8		
TOPLAM	53	4339,6			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	7,19715	35,54%		25,99%	12,27%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %12,27 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne

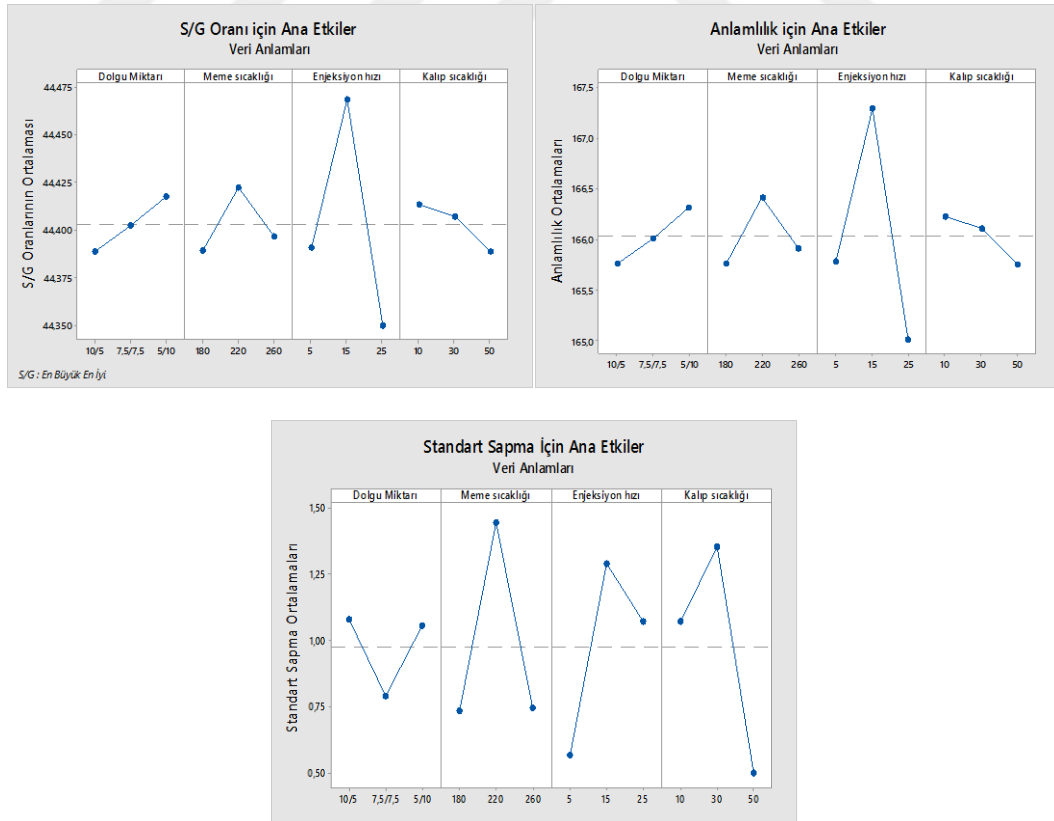
alındığında da meme sıcaklığı ve kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 105,12 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 5,91 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 7,65 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 3,39 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 1,34 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ me me sıcaklığı}_{180} + 7,12 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,91 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 3,05 \text{ hibrit}_{7} - 2,66 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 1. çekim peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.53, 2.54 ve 2.55'den görüldüğü üzere peak değeri için enjeksiyon hızı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.12 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.11. O grubu 1. Çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.53, 2.54 ve 2.55 de görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, dolgu miktarı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.41. O grubu 1. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,39	44,39	44,39	44,41
2	44,4	44,42	44,47	44,41
3	44,42	44,4	44,35	44,39
DEĞİŞİM	0,03	0,03	0,12	0,02
DERECE	3	2	1	4

Tablo 3.42. O grubu 1. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	165,8	165,8	165,8	166,2
2	166	166,4	167,3	166,1
3	166,3	165,9	165	165,8
DEĞİŞİM	0,5	0,6	2,3	0,5
DERECE	3	2	1	4

Tablo 3.43. O grubu 1. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,0798	0,7345	0,5665	1,0722
2	0,7897	1,4446	1,2876	1,3518
3	1,0546	0,745	1,07	0,5001
DEĞİŞİM	0,29	0,71	0,7212	0,8518
DERECE	4	3	2	1

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin 1. çekim peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.56'de verilmiştir.

Tablo 3.44. O grubu 1. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	66,746	8,343	6,44	0
KALIP SICAKLIĞI	2	2,571	1,286	0,99	0,377
ENJEKSİYON HIZI	2	56,184	28,092	21,7	0
MEME SICAKLIĞI	2	4,844	2,422	1,87	0,164
HİBRİT ORAN	2	3,147	1,573	1,22	0,305
HATA	45	69,906	1,295		
TOPLAM	53	136,652			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	1,13779	48,84%		41,26%	30,37%

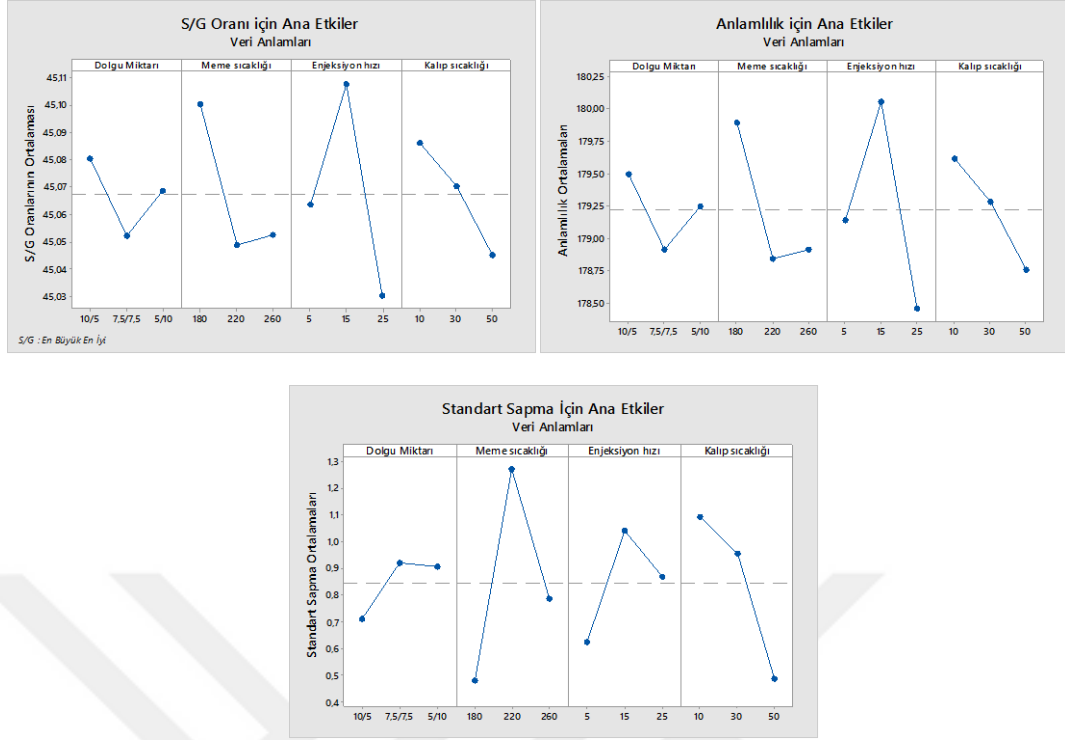
Bu varyans analizleri sonucun da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %30,37 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı ve meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=166,002+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 0,112 \text{ kalıp sıcaklığı}_{300} 0,473 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 1,500 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,775 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} + 0,647 \text{ meme sıc}_{220} + 0,143 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,298 \text{ hibrit}_{7} - 0,547 \text{ hibrit}_{10}$$

Endset Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 1. çekim endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.57, 2.58 ve 2.59'den görüldüğü üzere endset değeri için enjeksiyon hızı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.13 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.12. O grubu 1. Çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 60, 61 ve 62 de görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve en son da dolgu miktarının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.45. O grubu 1. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	45,08	45,1	45,06	45,09
2	45,05	45,05	45,11	45,07
3	45,07	45,05	45,03	45,05
DEĞİŞİM	0,03	0,05	0,08	0,04
DERECE	4	2	1	3

Tablo 3.46. O grubu 1. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	179,5	179,9	179,1	179,6
2	178,9	178,8	180,1	179,3
3	179,3	178,9	178,5	178,8
DEĞİŞİM	0,6	1	1,6	0,9
DERECE	4	2	1	3

Tablo 3.47. O grubu 1. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,7111	0,48	0,6268	1,0944
2	0,9214	1,2715	1,042	0,9571
3	0,9071	0,7882	0,8709	0,4881
DEĞİŞİM	0,2102	0,7915	0,4152	0,6064
DERECE	4	1	3	2

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin 1. çekim endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.60'de verilmiştir.

Tablo 3.48. O grubu 1. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	52,857	6,6071	7,12	0
KALIP SICAKLIĞI	2	7,841	3,9205	4,22	0,02
ENJEKSİYON HIZI	2	27,007	13,5033	14,55	0
MEME SICAKLIĞI	2	14,427	7,2136	7,77	0,001
HİBRİT ORAN	2	3,582	1,791	1,93	0,155
HATA	45	50,131	0,9284		
TOPLAM	53	102,988			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,963512	51,32%		44,11%	33,75%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %33,75 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

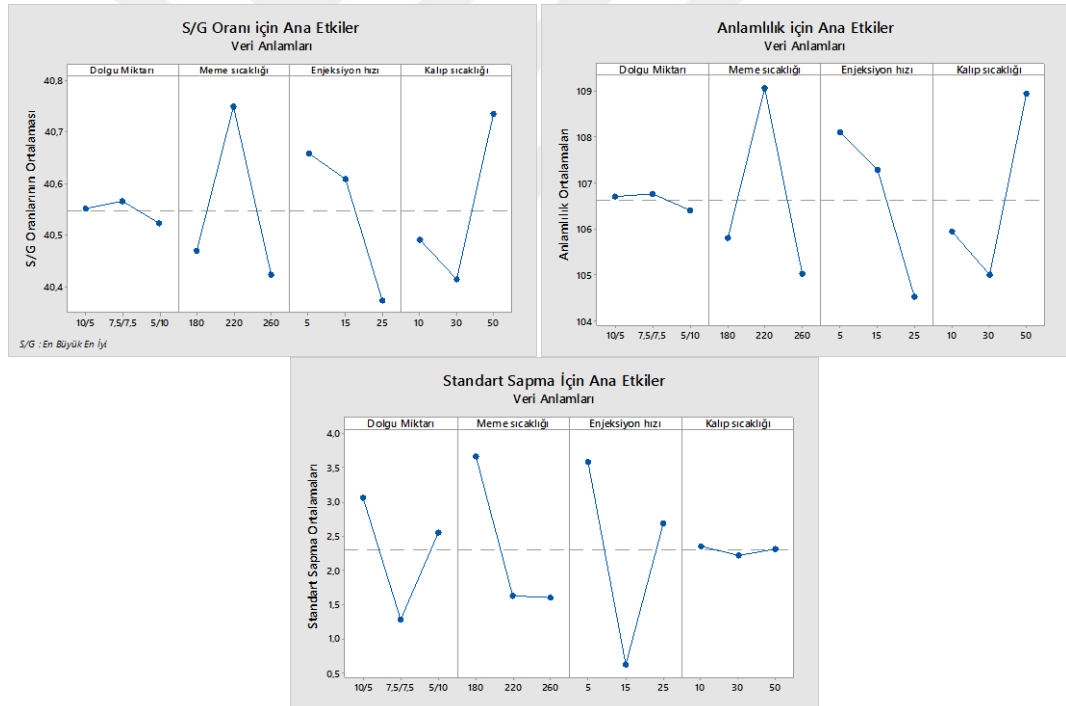
$$C5=180,245+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 0,330 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} 0,857 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,913 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} 0,685 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ me me sic}_{180} - 1,048 \text{ meme sic}_{220} - 0,978 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} 0,337 \text{ hibrit}_{7} + 0,245 \text{ hibrit}_{10}$$

3.1.2.2. O grubu 2. çekim

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu 2. çekim minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.2.2.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.2.2.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.2.2.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 2. çekim onset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.61, 2.62 ve 2.63'dan görüldüğü üzere onset değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.14 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.13. O grubu 2. Çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.61, 2.62 ve 2.63 de görüldüğü üzere onset için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da dolgu miktarının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.49. O grubu 2. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	40,55	40,47	40,66	40,47
2	40,57	40,75	40,61	40,41
3	40,52	40,42	40,37	40,74
DEĞİŞİM	0,04	0,33	0,29	0,32
DERECE	4	1	3	2

Tablo 3.50. O grubu 2. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	106,7	105,8	108,1	106
2	106,8	109,1	107,3	105
3	106,4	105	104,5	109
DEĞİŞİM	0,3	4	3,6	3,9
DERECE	4	1	3	2

Tablo 3.51. O grubu 1. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,0643	3,6691	3,5823	2,3573
2	1,2801	1,6285	0,6295	2,2197
3	2,5513	1,598	2,6838	2,3186
DEĞİŞİM	1,7842	2,0711	2,9528	0,1376
DERECE	3	2	1	4

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin 2. çekim onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.64'de verilmiştir.

Tablo 3.52. O grubu 2. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	520,97	65,1212	7,83	0
KALIP SICAKLIĞI	2	178,001	89,0006	10,7	0
ENJEKSİYON HIZI	2	148,292	74,1459	8,92	0
MEME SICAKLIĞI	2	193,194	96,5968	11,62	0
HİBRİT ORAN	2	1,483	0,7417	0,09	0,915
HATA	45	449,058	8,3159		
TOPLAM	53	970,028			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	2,88373	53,71%		46,85%	36,99%

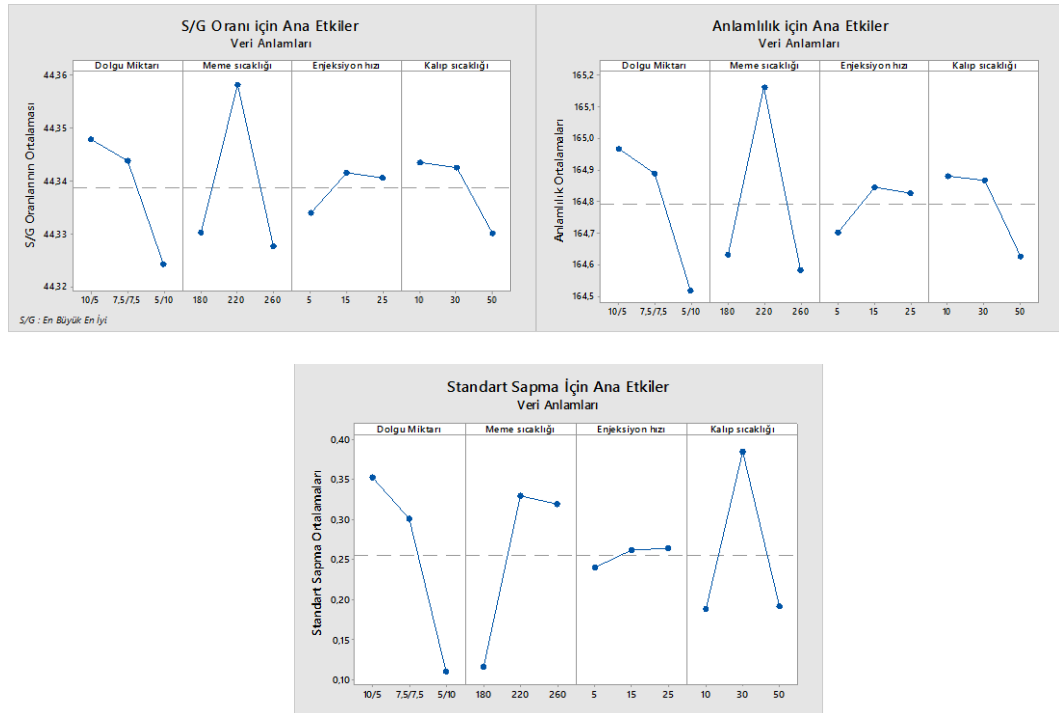
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %36,99 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 106,38 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 0,952 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 2,993 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,822 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 3,587 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 3,268 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 0,772 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,345 \text{ hibrit}_{7} + 0,302 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucunda tespit edilen 2. çekim peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.65, 2.66 ve 2.67'den görüldüğü üzere peak değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.15 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.14 O grubu 2. Çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.65, 2.66 ve 2.67 de görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.53. O grubu 2. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,35	44,33	44,33	44,34
2	44,34	44,36	44,34	44,34
3	44,32	44,33	44,34	44,33
DEĞİŞİM	0,02	0,03	0,01	0,01
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.54. O grubu 2. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	165	164,6	164,7	164,9
2	164,9	165,2	164,8	164,9
3	164,5	164,6	164,8	164,9
DEĞİŞİM	0,4	0,6	0,1	0,3
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.55. O grubu 2. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,3529	0,1159	0,2397	0,1886
2	0,3017	0,3294	0,2616	0,3847
3	0,1107	0,3199	0,264	0,192
DEĞİŞİM	0,2421	0,2135	0,0243	0,1961
DERECE	1	2	4	3

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin 2. çekim peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.68'de verilmiştir.

Tablo 3.56. O grubu 2. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	7,8302	0,97878	10,4	0
KALIP SICAKLIĞI	2	0,8484	0,42422	4,51	0,016
ENJEKSİYON HIZI	2	0,2618	0,13092	1,39	0,258
MEME SICAKLIĞI	2	4,3239	2,16197	22,96	0
HİBRİT ORAN	2	2,396	1,19801	12,72	0
HATA	45	5,0843	0,09415		
TOPLAM	53	12,9146			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,306846	60,63%		54,80%	46,41%

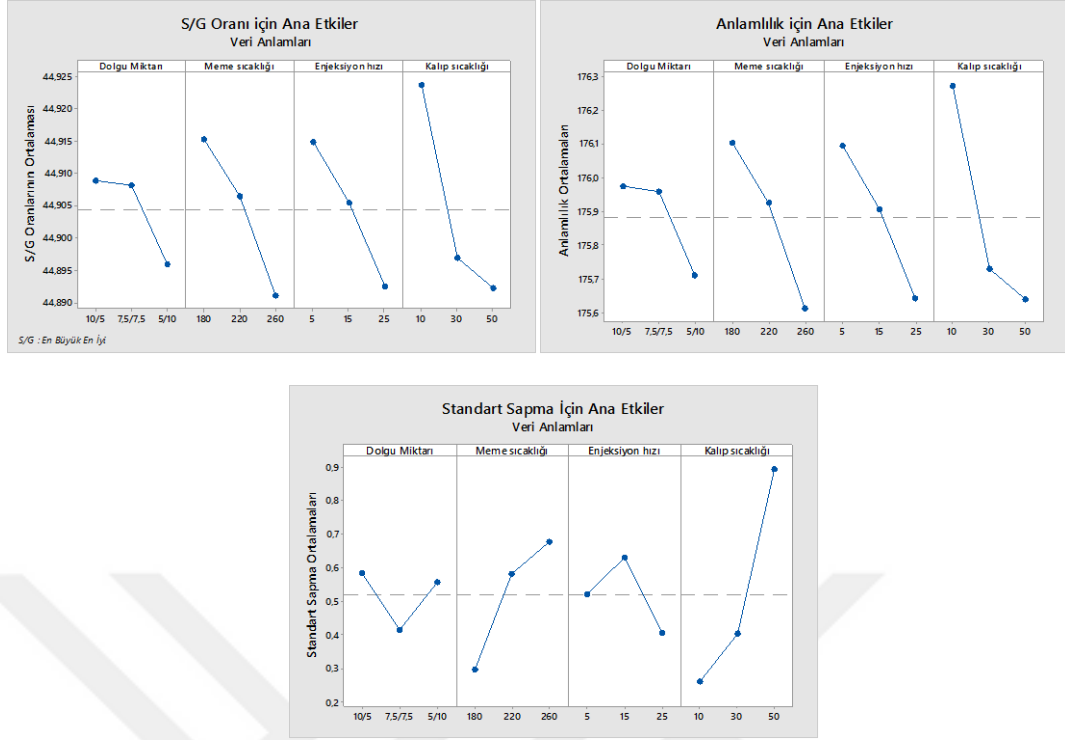
Bu varyans analizleri sonucun da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %46,41 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=164,358+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{100}+0,0150 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+0,2533 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,1450 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,1267 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} + 0,5300 \text{ meme sıc}_{220} - 0,0483 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,3700 \text{ hibrit}_{7} + 0,4467 \text{ hibrit}_{10}$$

Endset Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 2. çekim endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.69, 2.70 ve 2.71'den görüldüğü üzere endset değeri için kalıp sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.16 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.150 grubu 2. Çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.69, 2.70 ve 2.71 de görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızının ve en son da dolgu miktarının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.57. O grubu 2. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,91	44,92	44,91	44,92
2	44,91	44,91	44,91	44,9
3	44,9	44,89	44,89	44,89
DEĞİŞİM	0,01	0,02	0,02	0,03
DERECE	4	2	3	1

Tablo 3.58. O grubu 2. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	176	176,1	176,1	176,3
2	176	175,9	175,9	175,7
3	175,7	175,6	175,6	175,6
DEĞİŞİM	0,3	0,5	0,5	0,6
DERECE	4	2	3	1

Tablo 3.59O grubu 2. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,5863	0,2962	0,5207	0,2602
2	0,4148	0,5831	0,6308	0,404
3	0,5568	0,6786	0,4063	0,8937
DEĞİŞİM	0,1715	0,3823	0,2245	0,6334
DERECE	4	2	3	1

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin 2. çekim endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.72'de verilmiştir.

Tablo 3.60. O grubu 2. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	10,5833	1,3229	3,45	0,003
KALIP SICAKLIĞI	2	4,9035	2,4518	6,39	0,003
ENJEKSİYON HIZI	2	2,1767	1,0883	2,84	0,067
MEME SICAKLIĞI	2	2,5833	1,2916	3,37	0,042
HİBRİT ORAN	2	0,9198	0,4599	1,2	0,309
HATA	45	20,7143	0,3836		
TOPLAM	53	31,2977			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,619354	33,82%		24,01%	9,91%

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %9,91 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

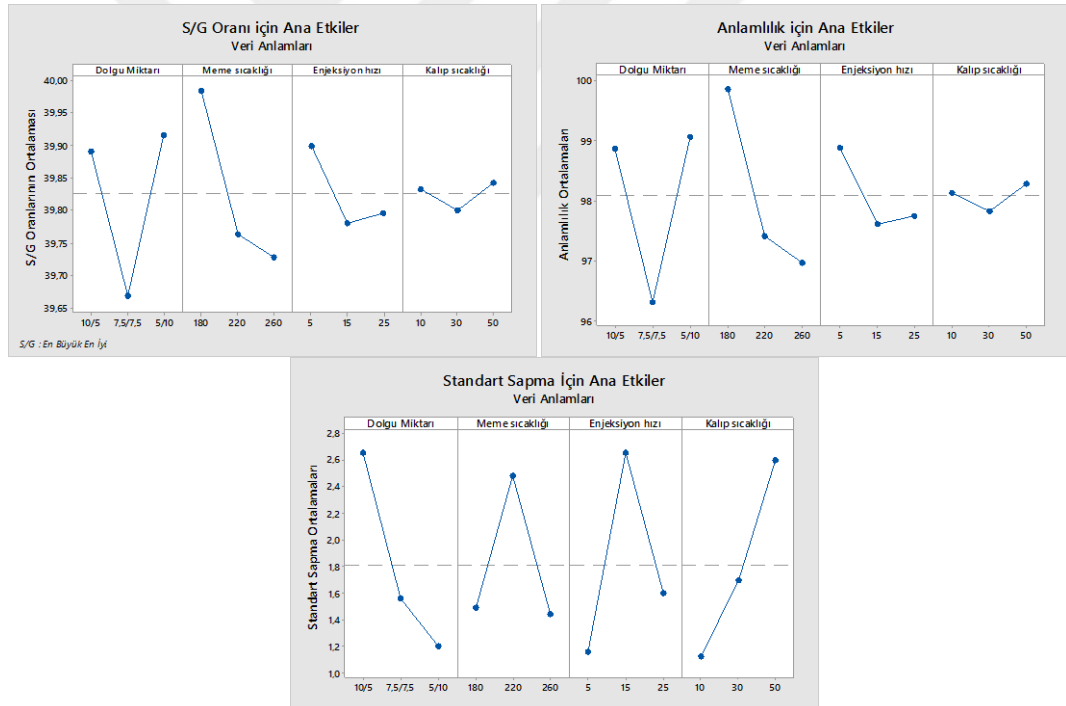
$$C5 = 176,540 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,542 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,632 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,190 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,453 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 0,178 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 0,490 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,247 \text{ hibrit}_{7} + 0,265 \text{ hibrit}_{10}$$

3.1.2.3. O grubu soğuma

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu soğuma minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.2.3.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.2.3.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.2.3.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen soğuma onset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.73, 2.74 ve 2.75'den görüldüğü üzere onset değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.17 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.16. O grubu soğuma onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.73, 2.74 ve 2.75 de görüldüğü üzere onset için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.61. O grubu soğumaonset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	39,89	39,98	39,9	39,83
2	39,67	39,76	39,78	39,8
3	39,92	39,73	39,8	39,84
DEĞİŞİM	0,25	0,26	0,12	0,04
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.62. O grubu soğumaonset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	98,88	99,88	98,89	98,14
2	96,31	97,42	97,61	97,82
3	99,07	96,96	97,75	98,3
DEĞİŞİM	2,75	2,91	1,28	0,47
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.63. O grubu soğuma onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	2,654	1,49	2,165	1,126
2	1,564	2,485	2,657	1,696
3	1,204	1,447	1,6	2,601
DEĞİŞİM	1,45	1,038	1,493	1,475
DERECE	3	4	1	2

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin soğuma onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.76'de verilmiştir.

Tablo 3.64. O grubu soğuma onset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	225,214	28,152	6,07	0
KALIP SICAKLIĞI	2	2,409	1,205	0,26	0,772
ENJEKSİYON HIZI	2	20,614	10,307	2,22	0,118
MEME SICAKLIĞI	2	102,947	51,474	11,1	0
HİBRİT ORAN	2	99,245	49,622	10,7	0
HATA	45	250,475	4,638		
TOPLAM	53	475,69			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	2,1537	47,34%		39,54%	28,33%

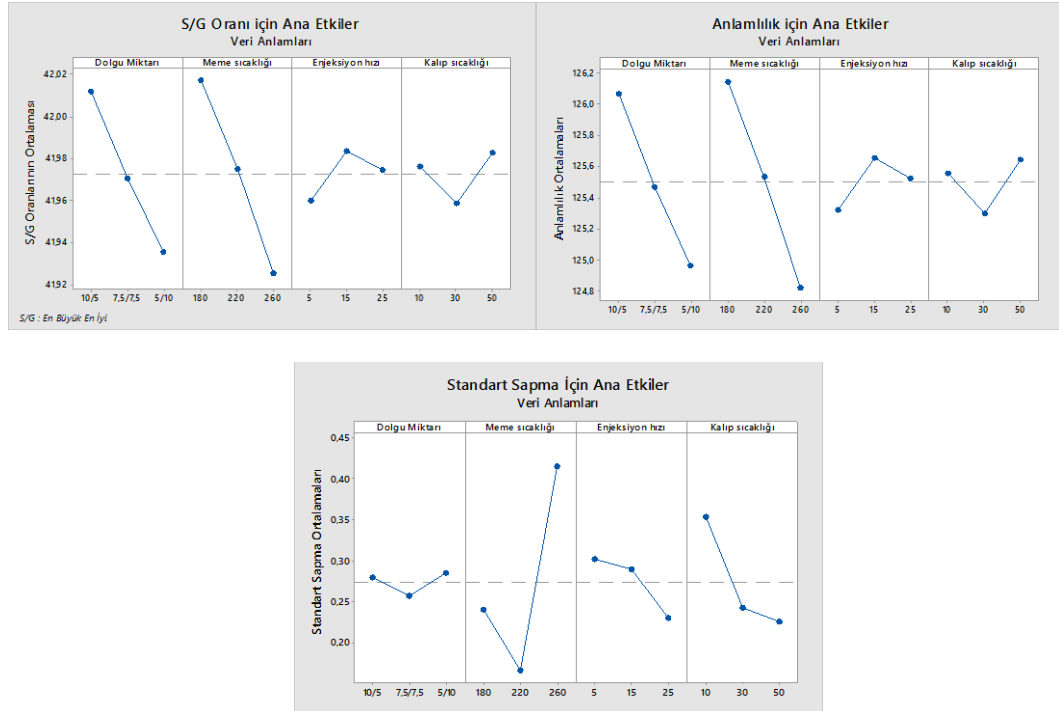
Bu varyans analizleri sonucun da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %28,33 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 101,713 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,315 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,155 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 1,277 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 1,138 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} - 2,453 \text{ meme sıc}_{220} - 2,912 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 2,752 \text{ hibrit}_{7} - 0,188 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen soğuma peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.77, 2.78 ve 2.79'den görüldüğü üzere peak değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.18 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.17. O grubu soğuma peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.77, 2.78 ve 2.79 de görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.65. O grubu soğuma peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	42,01	42,02	41,96	41,98
2	41,97	41,98	41,98	41,96
3	41,94	41,93	41,97	41,98
DEĞİŞİM	0,08	0,09	0,02	0,02
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.66. O grubu soğuma peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	126,1	126,1	125,3	125,6
2	125,5	125,5	125,7	125,3
3	125	124,8	125,5	125,6
DEĞİŞİM	1,1	1,3	0,3	0,3
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.67. O grubu soğuma peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,2795	0,2402	0,3013	0,3537
2	0,2565	0,1664	0,2896	0,2425
3	0,2853	0,4147	0,2304	0,225
DEĞİŞİM	0,0287	0,2484	0,0709	0,1287
DERECE	4	1	3	2

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin soğuma peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.80'de verilmiştir.

Tablo 3.68. O grubu soğuma peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	33,966	4,24575	47,1	0
KALIP SICAKLIĞI	2	1,335	0,66747	7,4	0,001
ENJEKSİYON HIZI	2	1,22	0,60995	6,77	0,002
MEME SICAKLIĞI	2	18,563	9,28155	102,96	0
HİBRİT ORAN	2	12,848	6,42404	71,26	0
HATA	45	4,868	0,09015		
TOPLAM	53	38,834			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,300247	87,46%		85,61%	82,94%

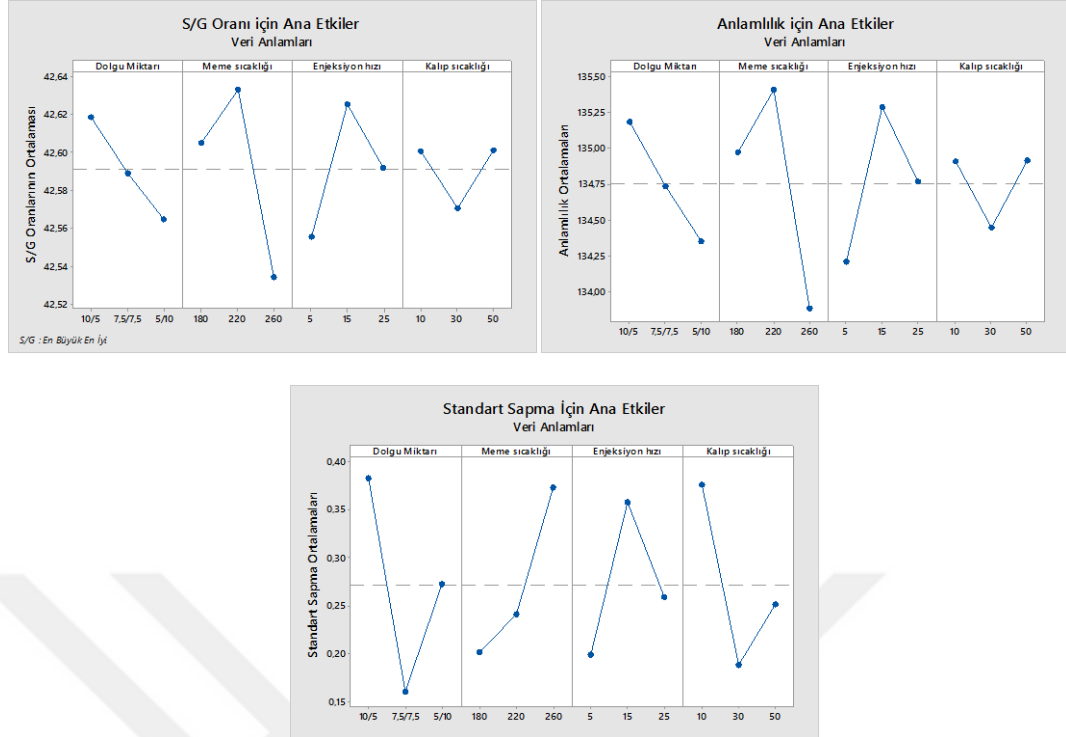
Bu varyans analizleri sonucun da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %82,94 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=125,485+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,2550 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,0883 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,3383 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,2050 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 0,6133 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 1,3283 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,5083 \text{ hibrit}_{7} + 1,1050 \text{ hibrit}_{10}$$

Endset Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen soğuma endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.81, 2.82 ve 2.83'dan görüldüğü üzere endset değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.19 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.18. O grubu soğuma endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.81, 2.82 ve 2.83 da görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı, dolgu miktarı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.69. O grubu soğuma endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	42,62	42,6	42,56	42,6
2	42,59	42,63	42,62	42,57
3	42,56	42,53	42,59	42,6
DEĞİŞİM	0,05	0,1	0,07	0,03
DERECE	3	1	2	4

Tablo 3.70. O grubu soğuma endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	135,2	135	134,2	134,9
2	134,7	135,4	135,3	134,4
3	134,4	133,9	134,8	134,9
DEĞİŞİM	0,8	1,5	1,1	0,5
DERECE	3	1	2	4

Tablo 3.71. O grubu soğuma endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,3822	0,2019	0,1993	0,3761
2	0,1613	0,2414	0,3578	0,1882
3	0,2727	0,373	0,2591	0,2519
DEĞİŞİM	0,2209	0,1711	0,1585	0,188
DERECE	1	3	4	2

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DSC analizlerinin soğuma endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.84'de verilmiştir.

Tablo 3.72. O grubu soğuma endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	48,463	6,0579	61,9	0
KALIP SICAKLIĞI	2	3,038	1,5191	15,52	0
ENJEKSİYON HIZI	2	12,178	6,0891	62,22	0
MEME SICAKLIĞI	2	25,966	12,9803	132,66	0
HİBRİT ORAN	2	7,281	3,6403	37,2	0
HATA	45	5,285	0,0979		
TOPLAM	53	53,748			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,312837	90,17%		88,71%	86,62%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %86,62 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığın da da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=134,178+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 0,4633 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,0050 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5}+ 1,0767 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,5600 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} + 0,4367 \text{ meme sıc}_{220} - 1,0900 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,3800 \text{ hibrit}_{7} + 0,8317 \text{ hibrit}_{10}$$

3.1.3. Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

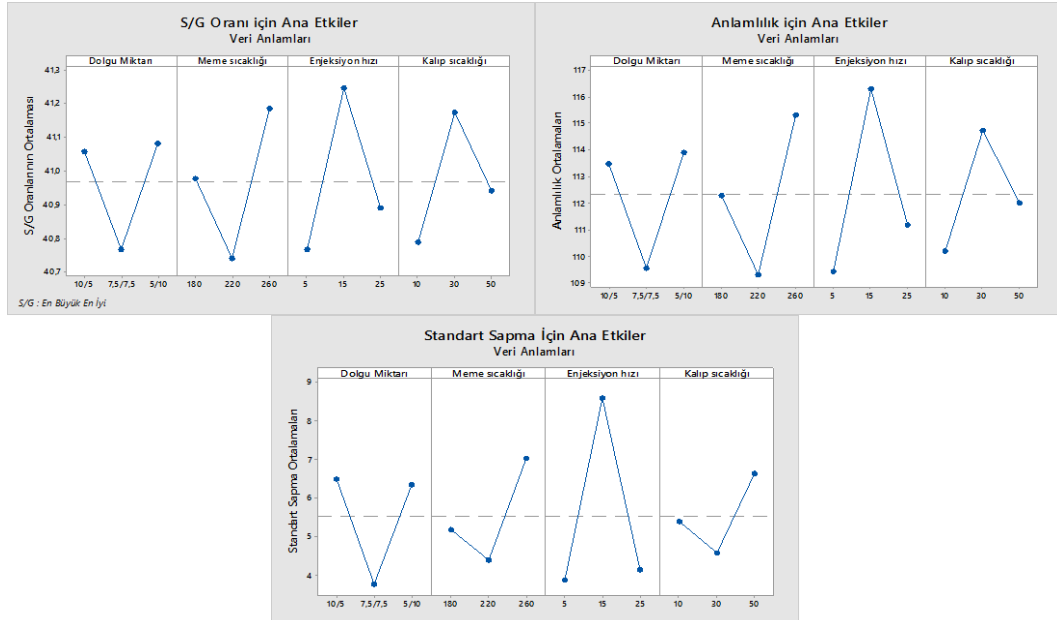
Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu minitabtaguchi ve regresyon analizleri 3.1.3.1'de 1. çekim değerleri, 3.1.3.2'de 2. çekim değerleri ve 3.1.3.3'de soğuma değerleri incelenmiştir.

3.1.3.1. Y grubu 1. çekim

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu 1. çekim minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.3.1.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.3.1.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.3.1.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 1. çekim endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.85, 2.86 ve 2.87'dan görüldüğü üzere endset değeri için enjeksiyon hızı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.20 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.19. Y grubu 1. Çekimonset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.85, 2.86 ve 2.87 da görüldüğü üzere onset için sırasıyla en etkili parametrelerin enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve en son da dolgu miktarının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.73. Y grubu 1. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	41,06	40,98	40,77	40,79
2	40,77	40,74	41,25	41,17
3	41,08	41,19	40,89	40,94
DEĞİŞİM	0,31	0,45	0,48	0,38
DERECE	4	2	1	3

Tablo 3.74. Y grubu 1. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	113,5	112,3	109,4	110,2
2	109,6	109,3	116,3	114,7
3	113,9	115,3	111,2	112
DEĞİŞİM	4,4	6	6,9	4,6
DERECE	4	2	1	3

Tablo 3.75. Y grubu 1. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	6,496	5,187	3,896	5,397
2	3,782	4,405	8,581	4,599
3	6,36	7,046	4,161	6,642
DEĞİŞİM	2,714	2,641	4,684	2,043
DERECE	2	3	1	4

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin 1. çekim onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.88'de verilmiştir.

Tablo 3.76. Y grubu 1. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	1375,5	171,93	4,42	0
KALIP SICAKLIĞI	2	220,9	110,46	2,84	0,067
ENJEKSİYON HIZI	2	532,2	266,09	6,85	0,002
MEME SICAKLIĞI	2	380,2	190,09	4,89	0,011
HİBRİT ORAN	2	242,2	121,09	3,12	0,052
HATA	45	2098,7	38,87		
TOPLAM	53	34,74,2			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	6,23423	39,59%		30,64%	17,78%

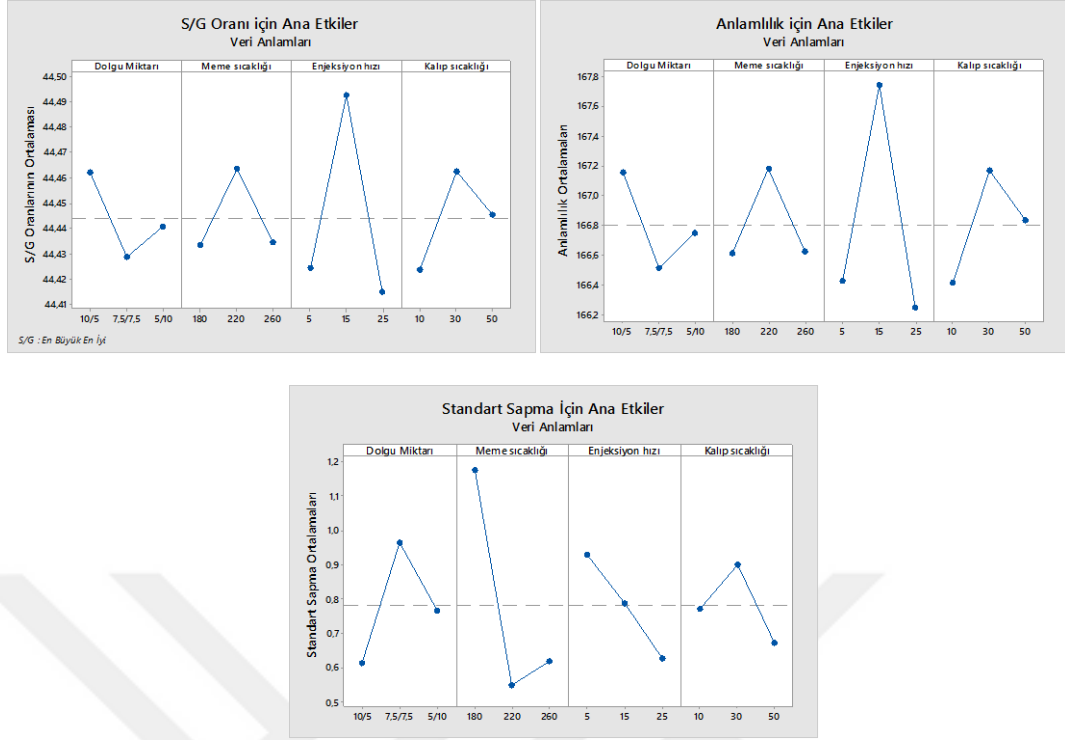
Bu varyans analizleri sonucun da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %17,78 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı ve meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=108,90+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 4,56 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 1,82 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5}+ 6,85 \text{ enjeksiyon hızı}_{15}+ 1,75 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}+ 0,0 \text{ me me sic}_{180} - 2,98 \text{ meme sic}_{220} + 3,03 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 4,36 \text{ hibrit}_{7} - 0,43 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 1. çekim peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.89, 2.90 ve 2.91'dan görüldüğü üzere peak değeri için enjeksiyon hızı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.21 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.20. Y grubu 1. Çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.89, 2.90 ve 2.91 de görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı, dolgu miktarı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.77. Y grubu 1. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,46	44,43	44,42	44,42
2	44,43	44,46	44,49	44,46
3	44,44	44,43	44,41	44,45
DEĞİŞİM	0,03	0,03	0,08	0,04
DERECE	3	4	1	2

Tablo 3.78. Y grubu 1. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	167,2	166,6	166,4	166,4
2	166,5	167,2	167,7	167,2
3	166,7	166,6	166,2	166,8
DEĞİŞİM	0,6	0,6	1,5	0,8
DERECE	3	4	1	2

Tablo 3.79. Y grubu 1. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,6136	1,1783	0,9307	0,7719
2	0,9657	0,5496	0,7879	0,9013
3	0,7666	0,618	0,6272	0,6727
DEĞİŞİM	0,3521	0,6287	0,3034	0,2286
DERECE	2	1	3	4

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin 1. çekim peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.92'de verilmiştir.

Tablo 3.80. Y grubu 1. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	42,822	5,3527	7,28	0
KALIP SICAKLIĞI	2	5,987	2,9936	4,07	0,023
ENJEKSİYON HIZI	2	27,989	13,9946	19,02	0
MEME SICAKLIĞI	2	4,431	2,2156	3,01	0,058
HİBRİT ORAN	2	4,414	2,2071	3	0,058
HATA	45	39,727	0,7357		
TOPLAM	53	82,549			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,274672	63,13%		57,67%	49,82%

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %49,82 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı ve kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

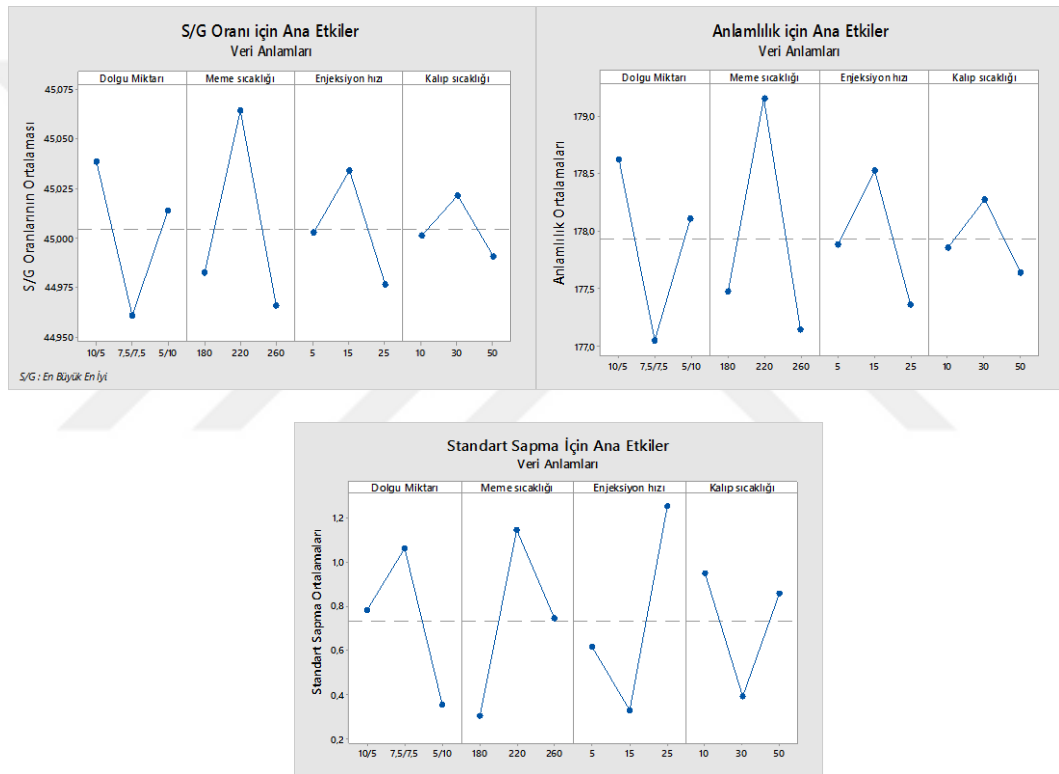
Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 165,785 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,753 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,422 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 1,313 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,183 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}$$

$$+ 0,0 \text{ meme sic}_{180} + 0,568 \text{ meme sic}_{220} + 0,012 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_5 - 0,230 \text{ hibrit}_7 + 0,410 \text{ hibrit}_{10}$$

Endset Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 1. çekim endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.93, 2.94 ve 2.95'den görüldüğü üzere endset değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.22 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.21. Y grubu 1. Çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.93, 2.94 ve 2.95 de görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.81. Y grubu 1. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	45,04	44,98	45	45
2	44,96	45,06	45,03	45,02
3	45,01	44,97	44,98	44,99
DEĞİŞİM	0,08	0,1	0,06	0,03
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.82. Y grubu 1. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	178,6	177,5	177,9	177,9
2	177	179,2	178,5	178,3
3	178,1	177,1	177,4	177,6
DEĞİŞİM	1,6	2	1,2	0,6
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.83. Y grubu 1. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,786	0,3081	0,6174	0,952
2	1,0632	1,1493	0,3311	0,3919
3	0,354	0,7459	1,2548	0,8593
DEĞİŞİM	0,7093	0,8412	0,9237	0,5601
DERECE	3	2	1	4

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin 1. çekim endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.96'de verilmiştir.

Tablo 3.84. Y grubu 1. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	94,934	11,8668	12,47	0
KALIP SICAKLIĞI	2	4,344	2,172	2,28	0,112
ENJEKSİYON HIZI	2	14,323	7,1613	7,53	0,001
MEME SICAKLIĞI	2	49,014	24,5068	25,75	0
HİBRİT ORAN	2	27,254	13,627	14,32	0
HATA	45	51,39	0,9517		
TOPLAM	53	146,324			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,975534	64,88%		59,68%	52,20%

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %52,20 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

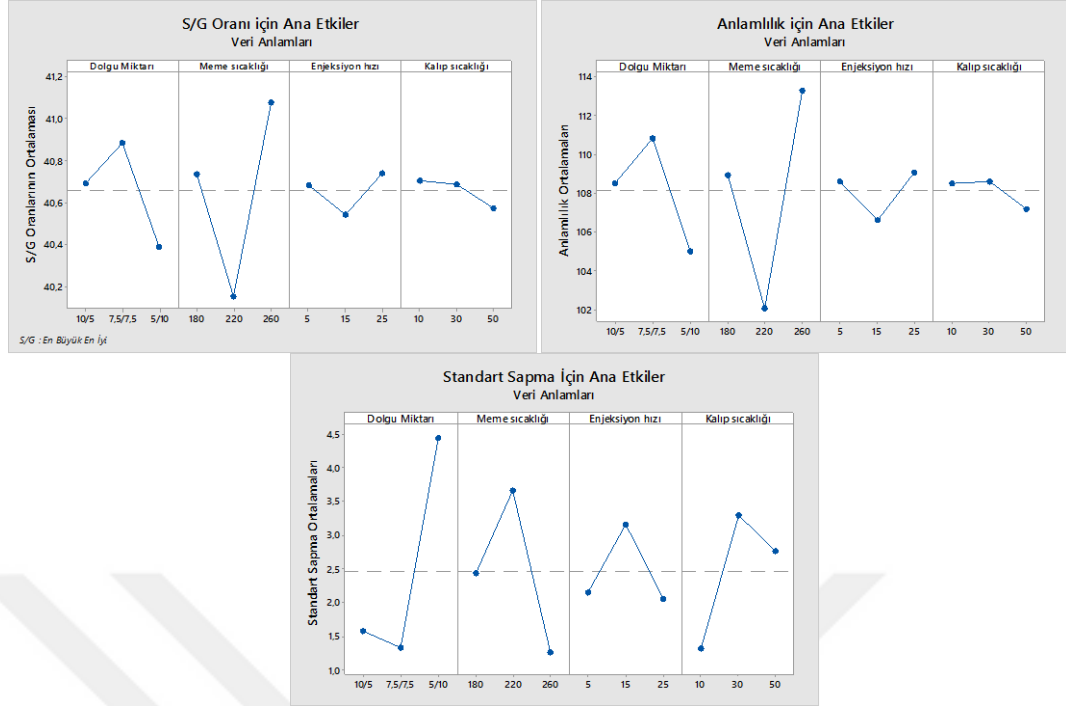
$$C5=177,558+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,414 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} 0,219 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,639 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,527 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 1,682 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 0,334 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 1,063 \text{ hibrit}_{7} + 0,517 \text{ hibrit}_{10}$$

3.1.3.2. Y grubu 2. çekim

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu 2. çekim minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.3.2.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.3.2.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.3.2.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucunda tespit edilen 2. çekim onset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.97, 2.98 ve 2.99'den görüldüğü üzere onset değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.23 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.22. Y grubu 2. Çekim onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.97, 2.98 ve 2.99 de görüldüğü üzere onset için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.85. Y grubu 2. Çekim onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	40,69	40,74	40,68	40,71
2	40,88	40,16	40,54	40,69
3	40,39	41,08	40,74	40,57
DEĞİŞİM	0,49	0,92	0,2	0,13
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.86. Y grubu 2. Çekim onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	108,5	109	108,6	108,5
2	110,8	102,1	106,6	108,6
3	105	113,3	109,1	107,2
DEĞİŞİM	5,8	11,2	2,4	1,4
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.87. Y grubu 2. Çekim onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,577	2,436	2,148	1,313
2	1,339	3,664	3,161	3,296
3	4,453	1,269	2,061	2,76
DEĞİŞİM	3,114	2,394	1,1	1,983
DERECE	1	2	4	3

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin 2. çekim onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.100'de verilmiştir.

Tablo 3.88. Y grubu 2. Çekim onset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	1800,22	25,028	22,63	0
KALIP SICAKLIĞI	2	26,01	13,005	1,31	0,279
ENJEKSİYON HIZI	2	69,93	34,963	3,52	0,037
MEME SICAKLIĞI	2	1341,08	670,542	67,44	0
HİBRİT ORAN	2	363,2	181,6	18,26	0
HATA	45	536,94	9,943		
TOPLAM	53	2337,17			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	3,15332	77,03%		%73,62	68,73%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %68,73 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

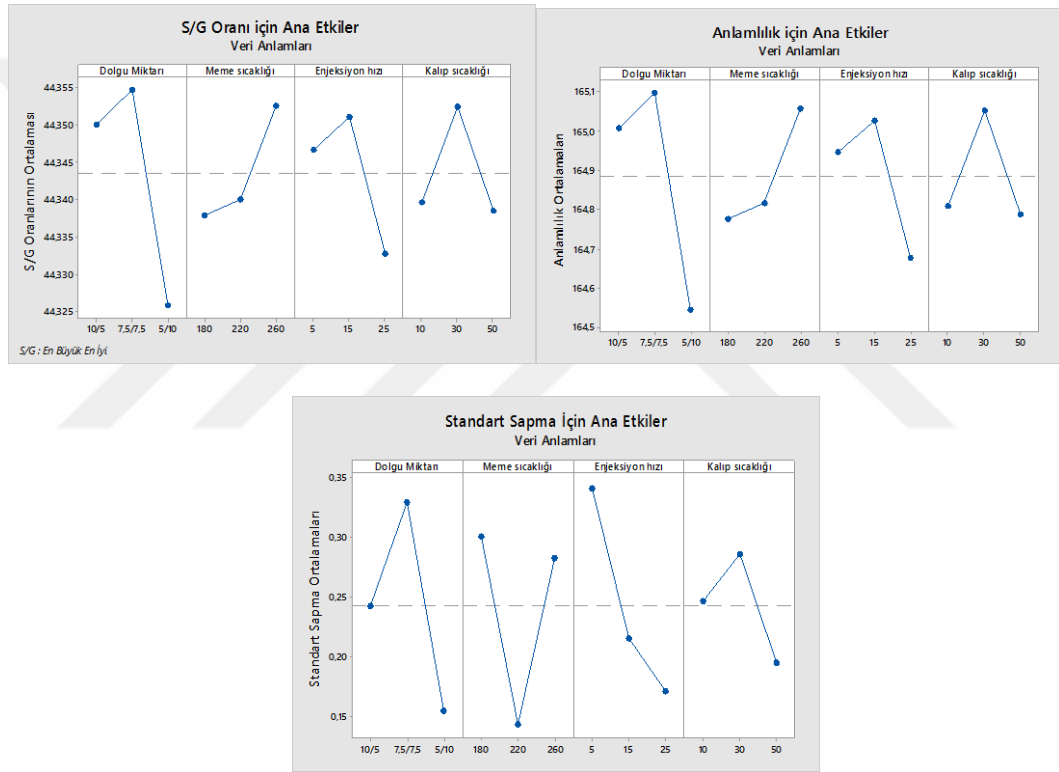
Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 106,75 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,118 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 1,300 \text{ kalıp sıcaklığı}_{5} \\ 0 + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 1,980 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,443 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ m}$$

$$\text{eme sic}_{180} - 6,878 \text{ meme sic}_{220} + 4,327 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 5,842 \text{ hibrit}_7 + 3,512 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen 2. çekim peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.101, 2.102 ve 2.103'dan görüldüğü üzere peak değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.26 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.23. Y grubu 2. Çekim peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.101, 2.102 ve 2.103 da görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.89. Y grubu 2. Çekim peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,35	44,34	44,35	44,34
2	44,35	44,34	44,35	44,35
3	44,33	44,35	44,33	44,34
DEĞİŞİM	0,03	0,01	0,02	0,01
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.90. Y grubu 2. Çekim peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	165	164,8	164,9	164,8
2	165,1	164,8	165	165,1
3	164,5	165,1	164,7	164,8
DEĞİŞİM	0,6	0,3	0,4	0,3
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.91. Y grubu 2. Çekim peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,2431	0,301	0,3408	0,2472
2	0,3299	0,144	0,2156	0,286
3	0,155	0,2831	0,1717	0,1949
DEĞİŞİM	0,1749	0,1571	0,1691	0,0911
DERECE	1	3	2	4

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin 2. çekim peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.104'de verilmiştir.

Tablo 3.92. Y grubu 2. Çekim peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	6,9764	0,87204	11,56	0
KALIP SICAKLIĞI	2	0,9212	0,46062	6,11	0,004
ENJEKSİYON HIZI	2	1,4082	0,7041	9,33	0
MEME SICAKLIĞI	2	0,9679	0,48395	6,41	0,003
HİBRİT ORAN	2	3,679	1,839	24,38	0
HATA	54	4,074	0,07544		
TOPLAM	62	11,0504			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,274672	63,13%		57,67%	49,82%

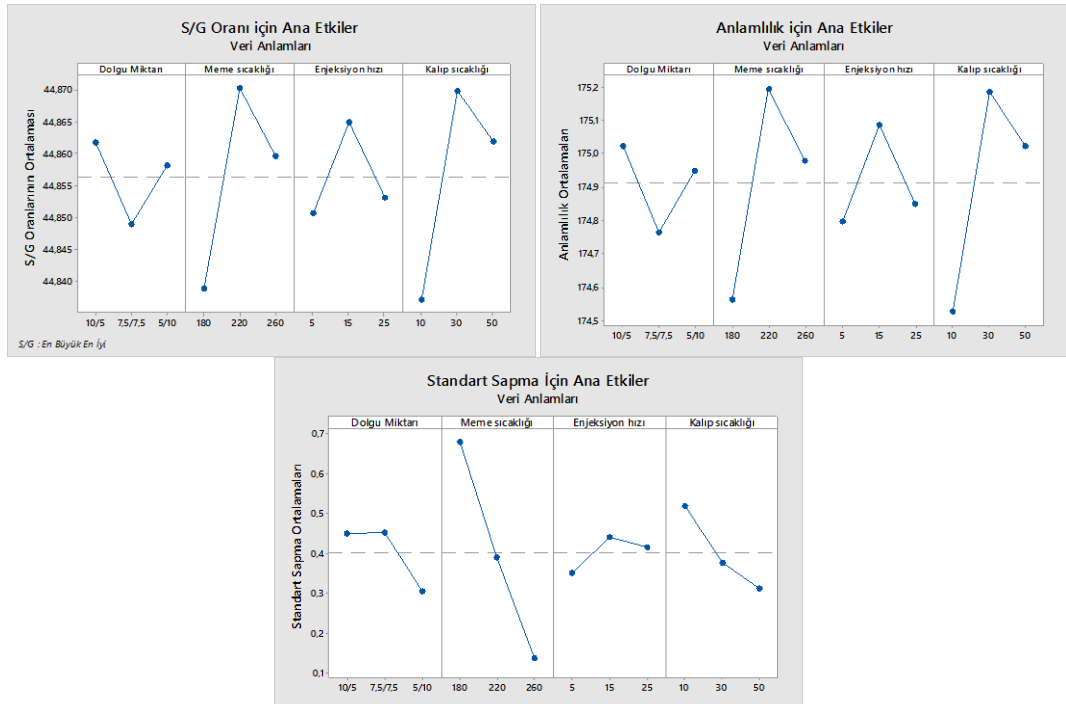
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %49,82 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 164,42 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,2450 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,0217 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,0817 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,2683 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,0383 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,2800 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,5517 \text{ hibrit}_{7} + 0,4617 \text{ hibrit}_{10}$$

Endset Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucunda tespit edilen 2. çekim endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.105, 2.106 ve 2.107'dan görüldüğü üzere endset değeri için kalıp sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığındıklarına göre çok daha etkili olduğu şekil 2.25 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.24. Y grubu 2. Çekim endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.105, 2.106 ve 2.107 da görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da dolgu miktarının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.93. Y grubu 2. Çekim endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,86	44,84	44,85	44,84
2	44,85	44,87	44,87	44,87
3	44,86	44,86	44,85	44,86
DEĞİŞİM	0,01	0,03	0,01	0,03
DERECE	4	2	3	1

Tablo 3.94. O grubu 2. Çekim endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	175	174,6	174,8	174,5
2	174,8	175,2	175,1	175,2
3	174,9	175	174,8	175
DEĞİŞİM	0,3	0,6	0,3	0,7
DERECE	4	2	3	1

Tablo 3.95. Y grubu 2. Çekim endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,4499	0,6795	0,3505	0,5184
2	0,4521	0,3892	0,4407	0,3762
3	0,304	0,1373	0,4148	0,3114
DEĞİŞİM	0,148	0,5422	0,0902	0,207
DERECE	3	1	4	2

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin 2. çekim endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.108'de verilmiştir.

Tablo 3.96. Y grubu 2. Çekim endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	11,0254	1,3782	6,14	0
KALIP SICAKLIĞI	2	4,9514	2,4757	11,03	0
ENJEKSİYON HIZI	2	1,005	0,5025	2,24	0,116
MEME SICAKLIĞI	2	4,3272	2,1636	9,64	0
HİBRİT ORAN	2	0,7418	0,3709	1,65	0,201
HATA	54	12,1173	0,2244		
TOPLAM	62	23,1427			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,473704	47,64%		39,88%	28,73%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %28,73 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı ve kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=174,100+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,658 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,498 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,290 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,052 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} + 0,632 \text{ meme sıc}_{220} + 0,415 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,183 \text{ hibrit}_{7} + 0,075 \text{ hibrit}_{10}$$

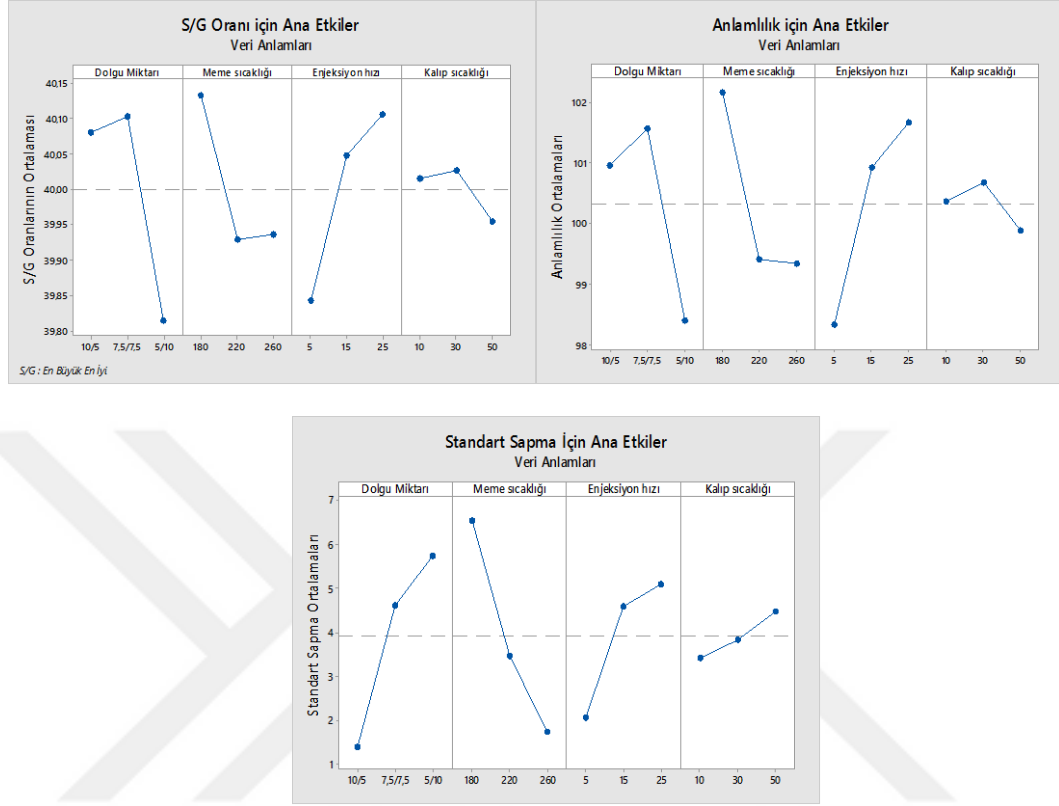
3.1.3.3. Y grubu soğuma

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu soğuma minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.1.3.3.1'de onset (erime başlangıç sıcaklığı) değerleri, 3.1.3.3.2'de peak (kristalin erime sıcaklığı) değerleri ve 3.1.3.3.3'de endset (erime bitiş sıcaklığı) değerleri verilmiştir.

Onset Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen soğuma onset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.109, 2.110 ve 2.111'den görüldüğü üzere onset değeri için dolgu miktarı parametresinin ve

sonrasında da meme sıcaklığın diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.26 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.25. Y grubu soğuma onset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.109, 2.110 ve 2.111 de görüldüğü üzere onset için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.97. Y grubu soğuma onset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	40,08	40,13	39,84	40,02
2	40,1	39,93	40,05	40,03
3	39,81	39,94	40,11	39,95
DEĞİŞİM	0,29	0,2	0,26	0,07
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.98. Y grubu soğuma onset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	100,95	102,18	98,33	100,37
2	101,58	99,42	100,93	100,68
3	98,4	99,34	101,68	99,89
DEĞİŞİM	3,17	2,83	3,35	0,79
DERECE	2	3	1	4

Tablo 3.99. Y grubu soğuma onset değerleri standart sapma taguchi analiz tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,403	6,536	2,068	3,424
2	4,615	3,464	4,583	3,845
3	5,739	1,757	5,106	4,488
DEĞİŞİM	4,336	4,779	3,038	1,063
DERECE	2	1	3	4

Buna bağlı olarak onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin soğuma onset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.112'de verilmiştir.

Tablo 3.100. Y grubu soğuma onset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	364,37	45,547	1,85	0,087
KALIP SICAKLIĞI	2	6,61	3,305	0,13	0,875
ENJEKSİYON HIZI	2	129,58	64,788	2,63	0,081
MEME SICAKLIĞI	2	109,49	54,746	2,23	0,118
HİBRİT ORAN	2	118,69	59,347	2,41	0,099
HATA	54	1328,06	24,594		
TOPLAM	62	1692,43			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	4,9592	21,53%		9,90%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin onset deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da

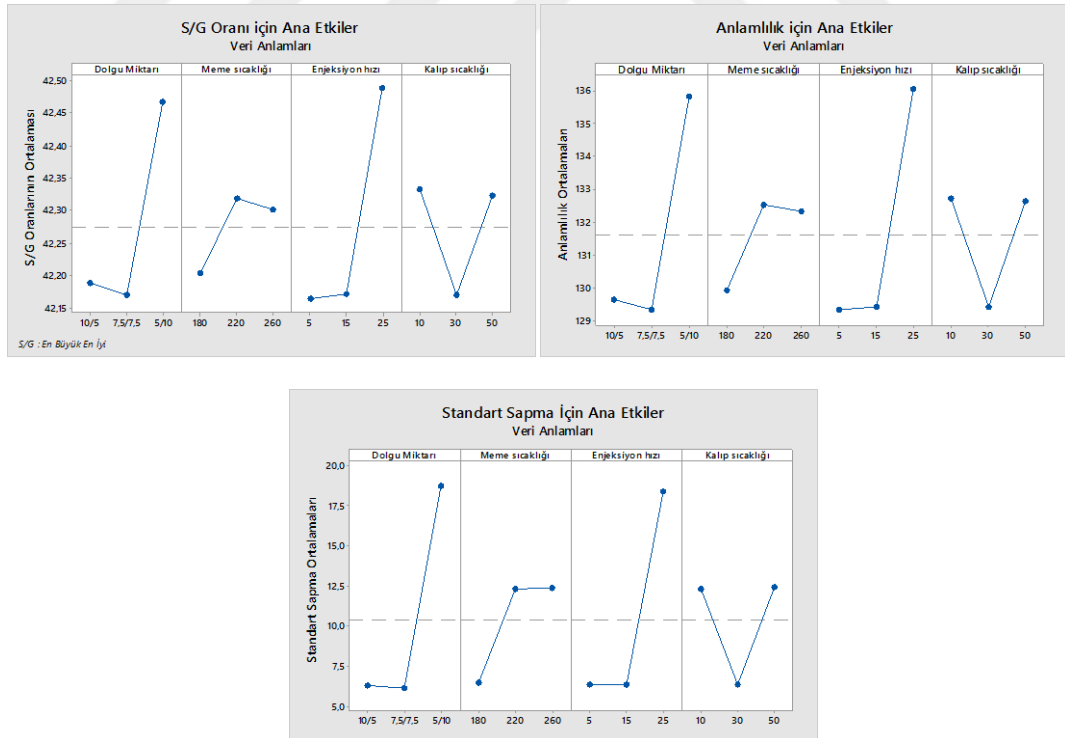
enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 98,34 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,31 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,48 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 2,60 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 3,35 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 2,76 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 2,83 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 3,17 \text{ hibrit}_{7} + 2,55 \text{ hibrit}_{10}$$

Peak Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen soğuma peak verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.113, 2.114 ve 2.115'den görüldüğü üzere peak değeri için enjeksiyon hızı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.27 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.26. Y grubu soğuma peak değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.113, 2.114 ve 2.115 de görüldüğü üzere peak için sırasıyla en etkili parametrelerin enjeksiyon hızı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.101. Y grubu soğuma peak Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	42,19	42,2	42,16	42,33
2	42,17	42,32	42,17	42,17
3	42,47	42,3	42,49	42,32
DEĞİŞİM	0,3	0,11	0,32	0,16
DERECE	2	4	1	3

Tablo 3.102. Y grubu soğuma peak değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	129,6	129,9	129,3	132,7
2	129,3	132,5	129,4	129,4
3	135,8	132,3	136,1	132,6
DEĞİŞİM	6,5	2,6	6,7	3,3
DERECE	2	4	1	3

Tablo 3.103. Y grubu soğuma peak değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	6,277	6,463	6,371	12,288
2	6,112	12,293	6,324	6,379
3	18,707	12,34	18,401	12,428
DEĞİŞİM	12,595	5,877	12,077	6,049
DERECE	1	4	2	3

Buna bağlı olarak peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin soğuma peak değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.116'de verilmiştir.

Tablo 3.104. Y grubu soğuma peak değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	1422,6	177,82	0,94	0,495
KALIP SICAKLIĞI	2	148,5	74,23	0,39	0,679
ENJEKSİYON HIZI	2	624,7	312,33	1,64	0,203
MEME SICAKLIĞI	2	87,8	43,91	0,23	0,795
HİBRİT ORAN	2	561,7	280,83	1,48	0,237
HATA	54	10264,6	190,08		
TOPLAM	62	11687,1			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	13,7871	12,17%		0,00%	0,00%

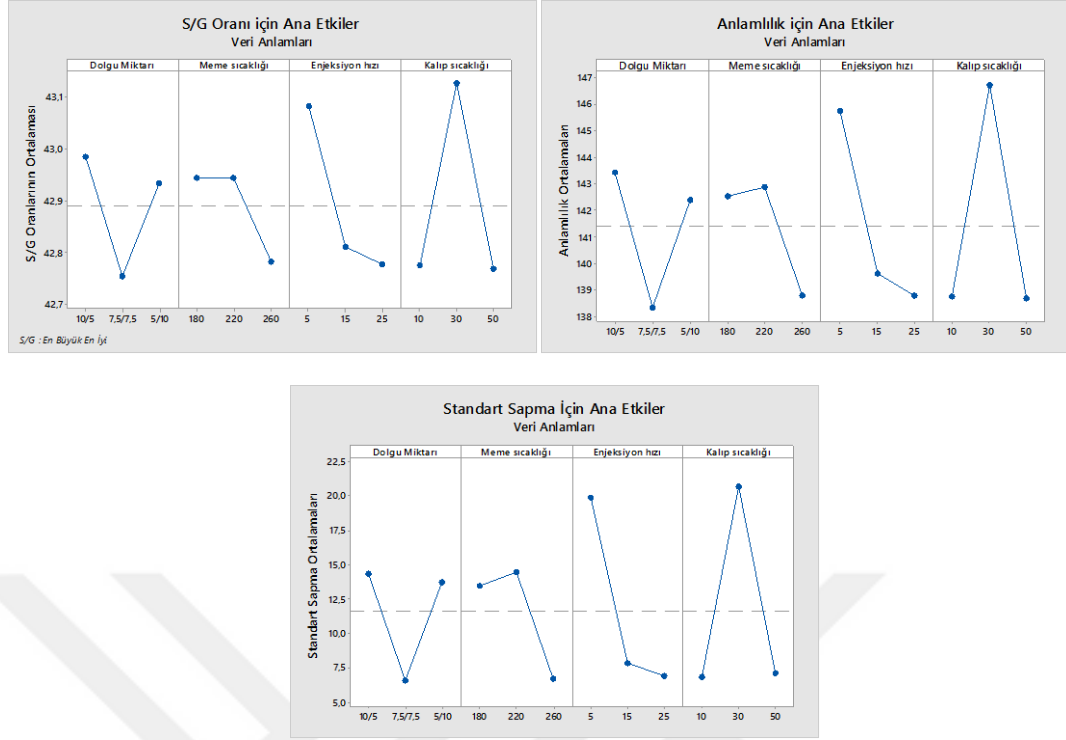
Bu varyans analizleri sonucun da modelin peak deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=133,02 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 3,31 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,10 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,10 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 6,73 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} + 2,60 \text{ meme sic}_{220} + 2,39 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 6,48 \text{ hibrit}_{7} - 6,18 \text{ hibrit}_{10}$$

Endset Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DSC (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucutespit edilen soğuma endset verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.117, 2.118 ve 2.119'den görüldüğü üzere endset değeri için kalıp sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.28 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.27. Y grubu soğuma endset değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.117, 2.118 ve 2.119 de görüldüğü üzere endset için sırasıyla en etkili parametrelerin kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı, dolgu miktarı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.105. Y grubu soğuma endset Sinyal gürültü oranı için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	42,98	42,94	43,08	42,78
2	42,75	42,95	42,81	43,13
3	42,93	42,78	42,78	42,77
DEĞİŞİM	0,23	0,16	0,31	0,36
DERECE	3	4	2	1

Tablo 3.106. Y grubu soğuma endset değerleri taguchi anlamlılık için yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	143,4	142,5	145,8	138,8
2	138,3	142,9	139,6	146,7
3	142,4	138,8	138,8	138,7
DEĞİŞİM	5,1	4,1	7	8
DERECE	3	4	2	1

Tablo 3.107. Y grubu soğuma endset değerleri standart sapma taguchi yanıt tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	14,373	13,515	19,914	6,882
2	6,575	14,489	7,882	20,737
3	13,767	6,711	6,919	7,096
DEĞİŞİM	7,798	7,778	12,995	13,855
DERECE	3	4	2	1

Buna bağlı olarak endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DSC analizlerinin soğuma endset değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.120'de verilmiştir.

Tablo 3.108. Y grubu soğuma endset değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	2023,5	252,9	1,07	0,395
KALIP SICAKLIĞI	2	607,5	303,8	1,29	0,283
ENJEKSİYON HIZI	2	895,3	447,7	1,9	0,159
MEME SICAKLIĞI	2	215,9	108	0,46	0,635
HİBRİT ORAN	2	304,8	152,4	0,65	0,527
HATA	54	12710,5	235,4		
TOPLAM	62	14734			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	15,3421	13,73%		0,95%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin endset deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=145,28+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5- 6,15 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 6,95 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 7,97 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,05 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ meme s}$$

ıc_180 + 0,34 meme sıc_220 - 3,75 meme sıc_260 + 0,0 hibrit_5- 4,07 hibrit_7
+ 1,02 hibrit_10

3.2. DMA Sonuçları

DSC deney grubunun anlamlılığı 'En büyük en iyi' (S/N) hesabı gerçekleştirilerek incelenmiştir. 4.2.1'de D (Düşük akışkanlıklı) grubunun, 4.2.2'de O (Orta akışkanlıklı) grubunun ve 4.2.3'de Y (Yüksek akışkanlıklı) grubunun sonuçları verilmiştir.

3.2.1. Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

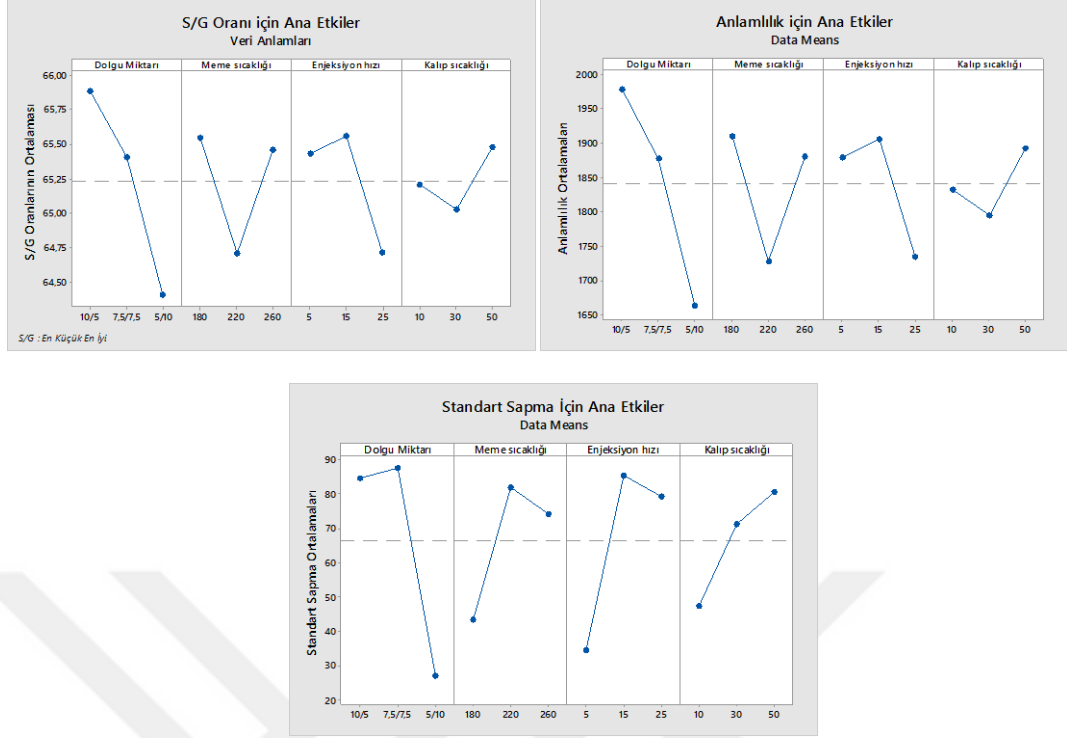
Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.1.1'de 40C⁰ değerleri, 3.2.1.2'de 60C⁰ değerleri ve 3.2.1.3'de 100C⁰ değerleri incelenmiştir.

3.2.1.1. D grubu 40C⁰

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu 40C⁰ minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.1.1.1'de Depolama Modülü değerleri, 3.2.1.1.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.1.1.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 40C⁰ Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.121, 2.122 ve 2.123'den görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.29 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.28. D grubu 40C⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.121, 2.122 ve 2.123 da görüldüğü üzere depolama modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.109. D grubu 40C⁰ depolama modülündeğerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	65,89	65,54	65,43	65,2
2	65,41	64,71	65,56	65,03
3	64,41	65,46	64,72	65,48
DEĞİŞİM	1,47	0,84	0,84	0,45
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.110. D grubu 40C⁰ depolama modülündeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1978	1910	1879	1832
2	1878	1729	1906	1795
3	1664	1881	1735	1892
DEĞİŞİM	314	181	171	97
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.111. D grubu 40C⁰ depolama modülü standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	84,74	43,31	34,56	47,41
2	87,49	81,94	85,57	71,24
3	27,13	74,11	79,22	80,71
DEĞİŞİM	60,37	38,63	51,01	33,3
DERECE	1	3	2	4

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 40C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.124'de verilmiştir.

Tablo 3.112. D grubu 40C⁰ depolama modülü değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	1935791	241974	39,15	0
KALIP SICAKLIĞI	2	101571	50785	8,22	0,001
ENJEKSİYON HIZI	2	357186	178593	28,9	0
MEME SICAKLIĞI	2	398901	199450	32,27	0
HİBRİT ORAN	2	1078133	539067	87,23	0
HATA	54	333725	6180		
TOPLAM	62	2269516			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	78,6136	85,30%		83,12%	79,99%

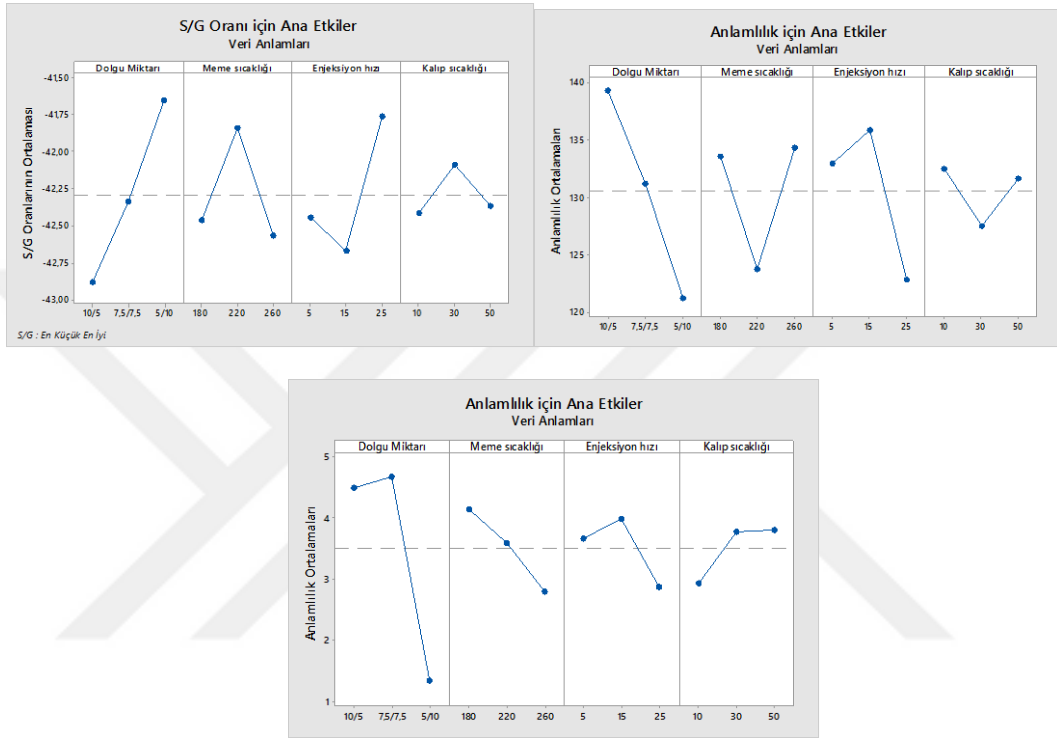
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %77,99 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 1766,1 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 37,4 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 60,1 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 26,4 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 144,9 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 181,3 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 28,7 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 213,4 \text{ hibrit}_{7} + 313,7 \text{ hibrit}_{10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 40C⁰ Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.125, 2.126 ve 2.127'den görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.30 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.29. D grubu 40C⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.125, 2.126 ve 2.127 da görüldüğü üzere kayıp modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.113. D grubu 40C⁰ kayıp modül değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-42,88	-42,47	-42,44	-42,41
2	-42,34	-42,84	-42,67	-42,09
3	-41,65	-42,56	-41,76	-42,37
DEĞİŞİM	1,23	0,72	0,9	0,32
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.114. D grubu 40C⁰kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	139,3	133,6	133	132,5
2	131,2	123,8	135,9	127,5
3	121,2	134,3	122,8	131,7
DEĞİŞİM	18,1	10,5	13,1	5
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.115. D grubu 40C⁰kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	4,495	4,141	3,663	2,942
2	4,684	3,588	3,996	3,774
3	1,351	2,801	2,87	3,814
DEĞİŞİM	3,332	1,341	1,126	0,872
DERECE	1	2	3	4

Buna bağlı olarak kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 40C⁰ kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.128'de verilmiştir.

Tablo 3.116. D grubu 40C⁰kayıp modüldeğerlerivaryans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	78857	98571	33,33	0
KALIP SICAKLIĞI	2	7432	37160	12,56	0
ENJEKSİYON HIZI	2	19285	96425	32,6	0
MEME SICAKLIĞI	2	31503	157517	53,26	0
HİBRİT ORAN	2	20636	103182	3489	0
HATA	54	15972	2958		
TOPLAM	62	94829			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	3,91699	89,66%		88,12%	85,92%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %85,92 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne

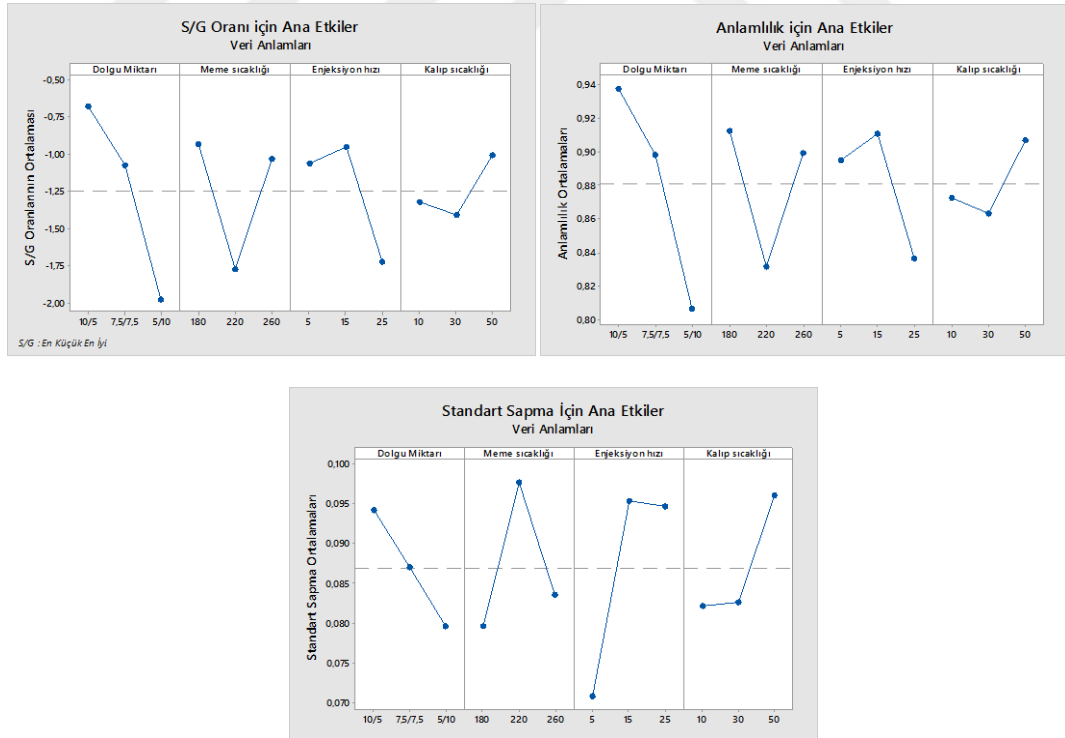
alındığın da da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 128,56 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 4,95 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,83 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 2,93 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 10,15 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} - 9,78 \text{ meme sıc}_{220} + 0,74 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 9,96 \text{ hibrit}_{7} + 18,13 \text{ hibrit}_{10}$$

Stres Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen $40C^0$ stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.129, 2.130 ve 2.131'den görüldüğü üzere stresdeğeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.31 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.30. D grubu $40C^0$ stress değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.129, 2.130 ve 2.131 da görüldüğü üzere stres için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.117. D grubu 40C⁰ stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-0,6833	-0,9376	-1,0665	-1,3231
2	-1,0791	-1,7739	-0,9524	-1,4098
3	-1,9804	-1,0313	-1,724	-1,0099
DEĞİŞİM	1,2971	0,8363	0,7716	0,3999
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.118. D grubu 40C⁰ stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,938	0,9124	0,8954	0,873
2	0,8984	0,8316	0,911	0,8632
3	0,8069	0,8993	0,8369	0,907
DEĞİŞİM	0,1311	0,0808	0,0741	0,0438
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.119. D grubu 40C⁰ stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,09414	0,07959	0,0708	0,08216
2	0,087	0,09765	0,09535	0,08261
3	0,07962	0,08353	0,09461	0,096
DEĞİŞİM	0,01452	0,01805	0,02454	0,01384
DERECE	3	2	1	4

Buna bağlı olarak stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 40C⁰ stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.132'de verilmiştir.

Tablo 3.120. D grubu 40C⁰ stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	0,3527	0,044409	5,68	0
KALIP SICAKLIĞI	2	0,02221	0,011106	1,42	0,251
ENJEKSİYON HIZI	2	0,06412	0,032059	4,1	0,022
MEME SICAKLIĞI	2	0,07903	0,039515	5,05	0,01
HİBRİT ORAN	2	0,18991	0,094954	12,14	0
HATA	54	0,42238	0,007822		
TOPLAM	62	0,77765			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,0884413	45,68%		37,64%	26,07%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %26,07 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

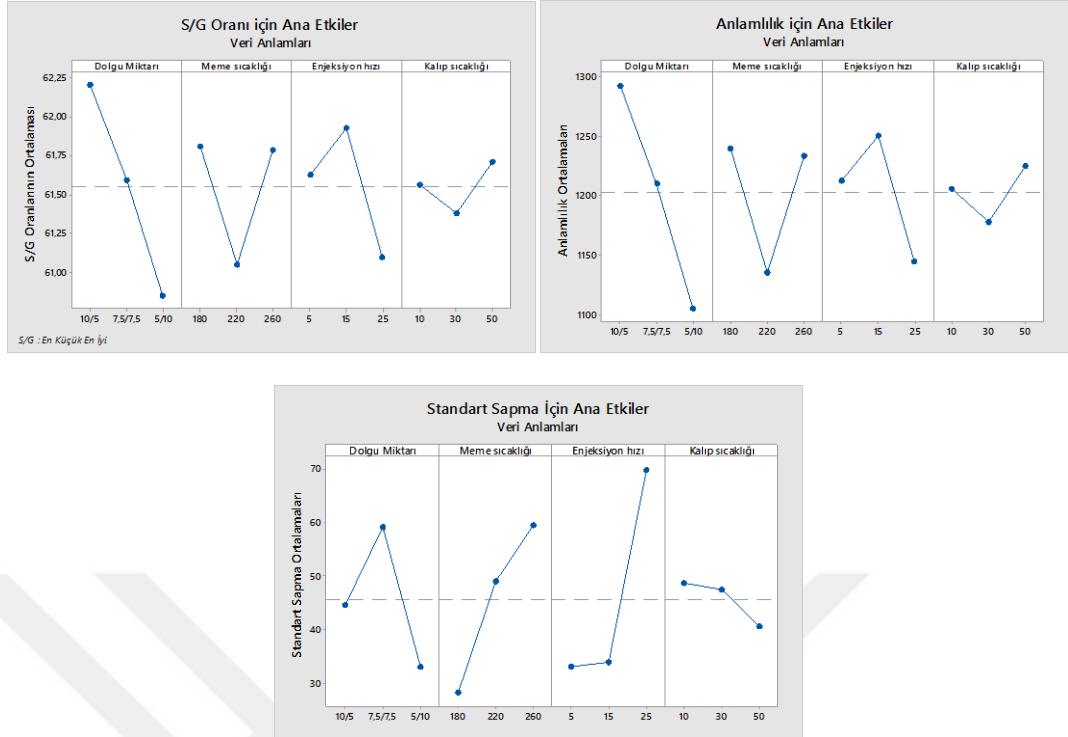
$$C5 = 128,56 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 4,95 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,83 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 2,93 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 10,15 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 9,78 \text{ meme sic}_{220} + 0,74 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 9,96 \text{ hibrit}_{7} + 18,13 \text{ hibrit}_{10}$$

3.2.1.2. D grubu 60C⁰

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu 60C⁰ minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.1.2.1'de Depolama Modülü değerleri, 3.2.1.2.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.1.2.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 60C⁰ Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.133, 2.134 ve 2.135'den görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.32 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.31 D grubu 60C⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.133, 2.134 ve 2.135 de görüldüğü üzere Depolama Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.121. D grubu 60⁰C Depolama Modülü değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	62,21	61,81	61,63	61,57
2	61,6	61,05	61,93	61,38
3	60,85	61,79	61,1	61,71
DEĞİŞİM	1,36	0,76	0,83	0,33
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.122. D grubu 60⁰C Depolama Modülü değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1292	1240	1213	1206
2	1211	1136	1251	1178
3	1106	1233	1145	1225
DEĞİŞİM	187	104	106	47
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.123. D grubu 60°C Depolama Modülü standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	44,56	28,25	33,07	48,73
2	59,2	49,09	34,04	47,56
3	33,15	59,58	69,8	40,62
DEĞİŞİM	26,05	31,33	36,73	8,1
DERECE	3	2	1	4

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 60C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.136'de verilmiştir.

Tablo 3.124. D grubu 60°C Depolama Modülüdeğerlerivaryans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	656364	82045	30,72	0
KALIP SICAKLIĞI	2	23619	11810	4,42	0,017
ENJEKSİYON HIZI	2	121298	60649	22,71	0
MEME SICAKLIĞI	2	143159	71580	26,8	0
HİBRİT ORAN	2	368287	184143	68,94	0
HATA	54	144228	2671		
TOPLAM	62	800592			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	51,6805	81,98%		79,32%	75,48%

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %75,48 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

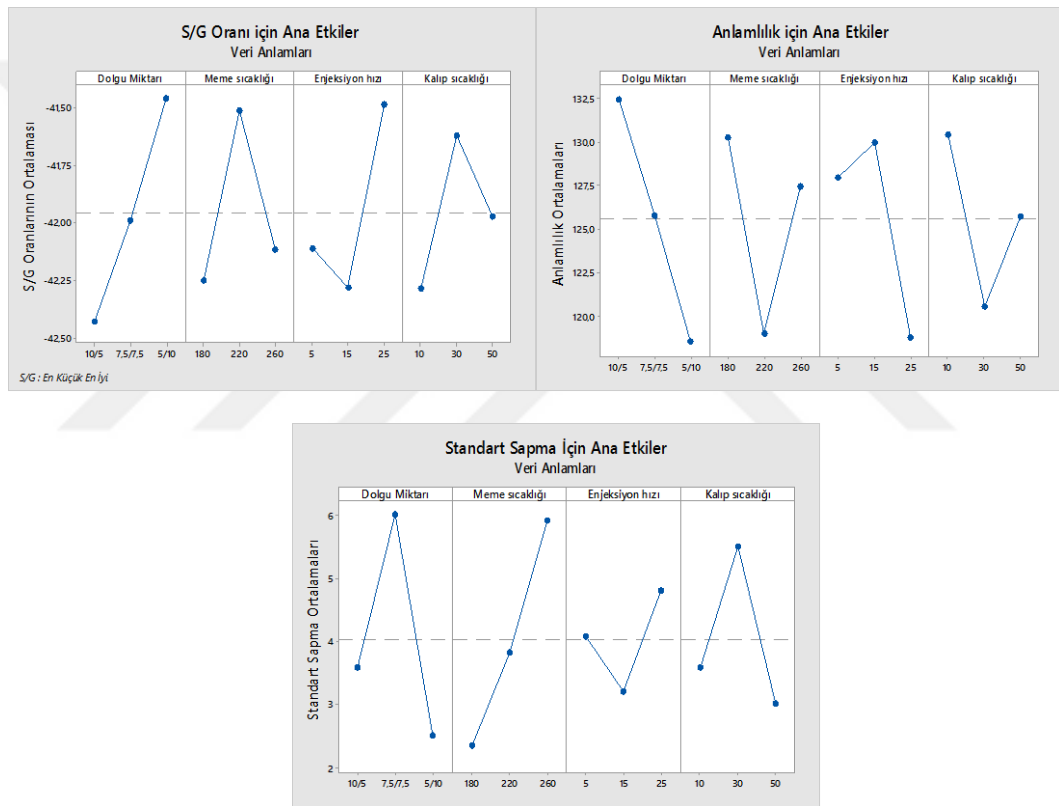
Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=1155,7+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 28,4 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 18,7 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 37,9 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 68,1 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}$$

$$+ 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 104,2 \text{ meme sic}_{220} - 6,4 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_5 \\ + 104,9 \text{ hibrit}_7 + 186,8 \text{ hibrit}_{10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen $60C^0$ Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.137, 2.138 ve 2.139'den görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.33 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.32. D grubu $60C^0$ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.137, 2.138 ve 2.139 de görüldüğü üzere Kayıp Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.125. D grubu 60⁰C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-42,43	-42,25	-42,11	-42,28
2	-41,99	-41,51	-42,28	-41,62
3	-41,46	-42,12	-41,49	-41,97
DEĞİŞİM	0,97	0,74	0,79	0,66
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.126. D grubu 60⁰C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	132,5	130,3	128	130,5
2	125,8	119	130	120,6
3	118,5	127,5	118,8	125,8
DEĞİŞİM	14	11,3	11,3	9,9
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.127. D grubu 60⁰C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,585	2,353	4,077	3,588
2	6,011	3,835	3,216	5,51
3	2,516	5,923	4,818	3,013
DEĞİŞİM	3,495	3,57	1,602	2,497
DERECE	2	1	4	3

Buna bağlı olarak Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 60C⁰ Kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.140'de verilmiştir.

Tablo 3.128. D grubu 60⁰C kayıp modüldeğerlerivaryans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	6045	755,6	34,12	0
KALIP SICAKLIĞI	2	1515	757,6	34,21	0
ENJEKSİYON HIZI	2	1033	516,59	23,32	0
MEME SICAKLIĞI	2	2049	1024,66	46,26	0
HİBRİT ORAN	2	1447	723,56	32,67	0
HATA	54	1196	22,15		
TOPLAM	62	7241			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	4,70623	83,48%		81,04%	77,52%

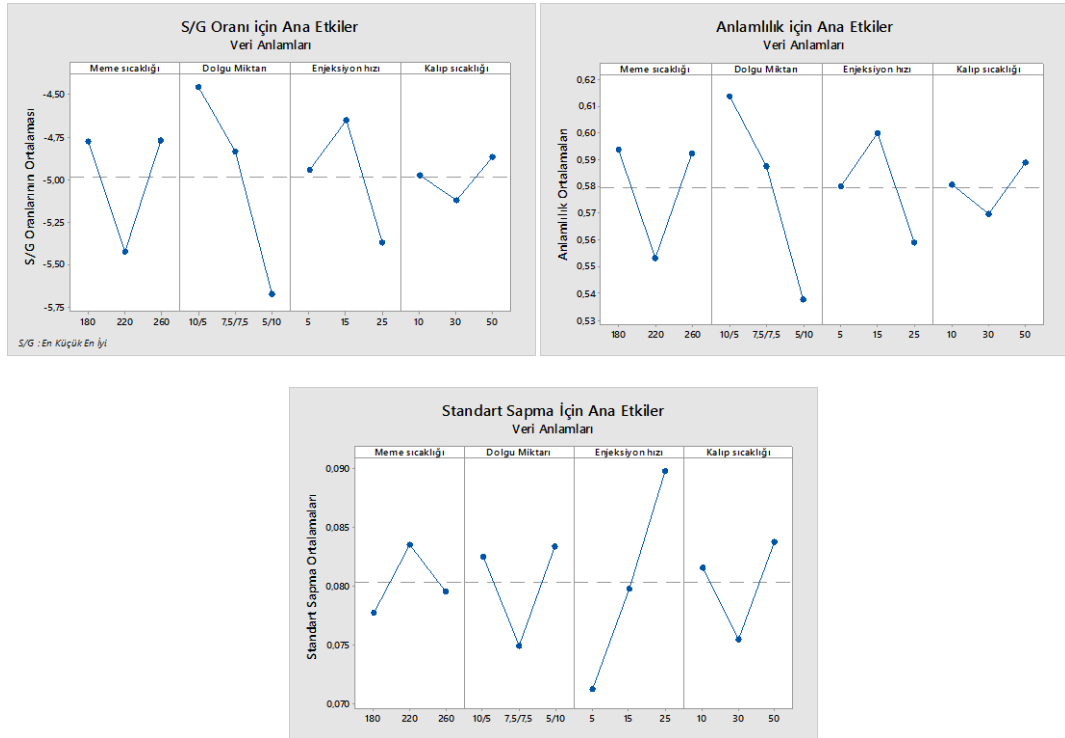
Bu varyans analizleri sonucun da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %77,52 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 130,51 + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5 + 2,02 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 9,24 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 9,92 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 4,72 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 7,25 \text{ hibrit}_{10} + 13,97 \text{ hibrit}_{20} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 11,28 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 2,83 \text{ meme sıcaklığı}_{260}$$

Stres Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 60C⁰ Stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.141, 2.142 ve 2.143'dan görüldüğü üzere Stres değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.34 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.33. D grubu 60C⁰ stress değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.141, 2.142 ve 2.143 de görüldüğü üzere stres için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı, dolgu miktarı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.129. D grubu 60°C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-4,771	-4,452	-4,939	-4,976
2	-5,423	-4,834	-4,651	-5,118
3	-4,765	-5,673	-5,369	-4,865
DEĞİŞİM	0,658	1,22	0,719	0,253
DERECE	3	1	2	4

Tablo 3.130. D grubu 60°C Stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,5937	0,6138	0,5801	0,5806
2	0,5532	0,5875	0,5999	0,5696
3	0,5923	0,5379	0,5592	0,5891
DEĞİŞİM	0,0405	0,0759	0,0407	0,0195
DERECE	3	1	2	4

Tablo 3.131. D grubu 60°C Stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,07781	0,08258	0,07131	0,08162
2	0,08354	0,07492	0,0798	0,0755
3	0,07955	0,08339	0,08979	0,08378
DEĞİŞİM	0,00573	0,00847	0,01849	0,00828
DERECE	4	2	1	3

Buna bağlı olarak stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 60C⁰ stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.144'de verilmiştir.

Tablo 3.132. D grubu 60°C Stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	0,105899	0,013237	2,02	0,061
KALIP SICAKLIĞI	2	0,00403	0,002015	0,31	0,736
ENJEKSİYON HIZI	2	0,017372	0,008686	1,33	0,273
MEME SICAKLIĞI	2	0,022176	0,011088	1,7	0,193
HİBRİT ORAN	2	0,062321	0,03116	4,77	0,012
HATA	54	0,353036	0,006538		
TOPLAM	62	0,458935			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,0808561	23,08%		11,68%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametre olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

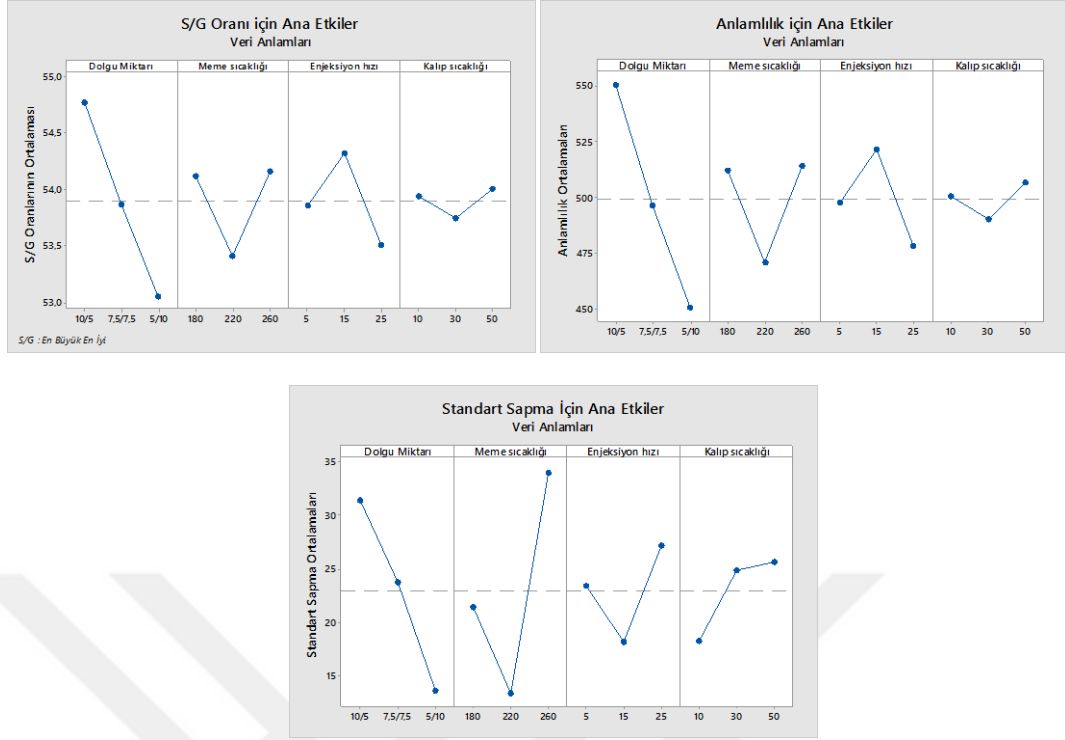
$$C5=0,5530+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 0,0110 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,0085 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,0198 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,0208 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} - 0,0405 \text{ meme sıc}_{220} - 0,0013 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,0496 \text{ hibrit}_{7} + 0,0759 \text{ hibrit}_{10}$$

3.2.1.3. D grubu 100C⁰

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu 100C⁰ minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.1.3.1'de Depolama Modülü değerleri,3.2.1.3.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.1.3.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 100C⁰ Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.145, 2.146 ve 2.147'dan görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.35 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.34. D grubu 100C⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.145, 2.146 ve 2.147 de görüldüğü üzere Depolama Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.133. D grubu 100⁰C Depolama Modülü değeri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	54,77	54,12	53,86	53,94
2	53,87	53,41	54,32	53,74
3	53,05	54,16	53,51	54
DEĞİŞİM	1,72	0,75	0,82	0,26
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.134. D grubu 100⁰C Depolama Modülü değeri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	550,4	512,3	497,9	500,8
2	496,6	471,1	521,4	490,2
3	450,7	514,3	478,4	506,6
DEĞİŞİM	99,7	43,2	43	16,4
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.135. D grubu 100⁰C Depolama Modülü standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	31,42	21,44	23,46	18,26
2	23,77	13,41	18,19	24,92
3	13,63	33,97	27,17	25,64
DEĞİŞİM	17,79	20,56	8,99	7,39
DERECE	2	1	3	4

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 100C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 148'de verilmiştir.

Tablo 3.136. D grubu 100⁰C Depolama Modülü değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	151925	18990,6	28,11	0
KALIP SICAKLIĞI	2	2895	1447,6	2,14	0,127
ENJEKSİYON HIZI	2	19498	9749,1	14,43	0
MEME SICAKLIĞI	2	24936	12468,2	18,46	0
HİBRİT ORAN	2	104595	52297,6	77,41	0
HATA	54	36481	675,6		
TOPLAM	62	188406			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	25,9917	80,64%		77,77%	73,64%

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %73,64 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

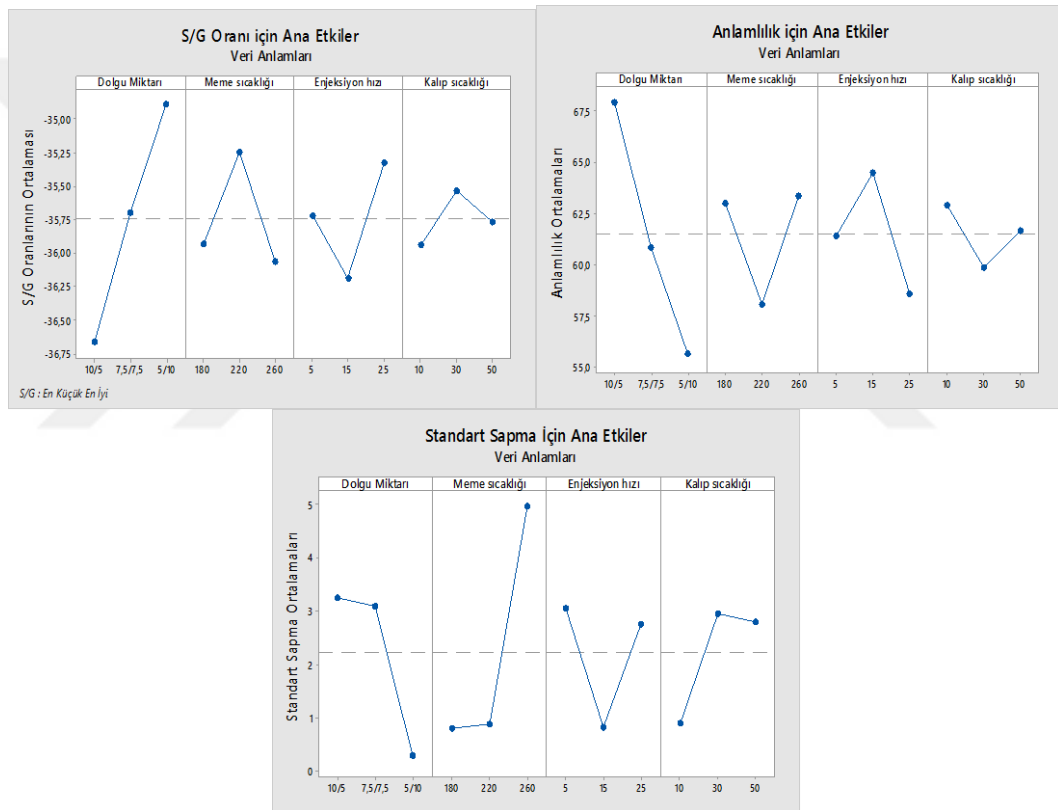
Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 463,93 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 10,53 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 5,85 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 23,56 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 19,47 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}$$

$$+ 0,0 \text{ meme sic_180} - 41,17 \text{ meme sic_220} + 1,99 \text{ meme sic_260} + 0,0 \text{ hibrit_5} \\ + 45,94 \text{ hibrit_7} + 99,70 \text{ hibrit_10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen $100C^0$ Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.149, 2.150 ve 2.151'dan görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.36 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.35. D grubu 100C⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.149, 2.150 ve 2.151 de görüldüğü üzere Kayıp Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.137. D grubu 100⁰C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-36,66	-35,93	-35,72	-35,94
2	-35,69	-35,24	-36,19	-35,53
3	-34,88	-36,06	-35,32	-35,77
DEĞİŞİM	1,77	0,82	0,86	0,41
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.138. D grubu 100⁰C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	67,97	63,05	61,43	62,94
2	60,89	58,1	64,5	59,88
3	55,66	63,37	58,59	61,7
DEĞİŞİM	12,31	5,27	5,91	3,06
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.139. D grubu 100⁰C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,258	0,8043	3,0656	0,9098
2	3,1108	0,89	0,8381	2,9679
3	0,3048	4,9794	2,77	2,7961
DEĞİŞİM	2,9532	4,175	2,2275	2,0581
DERECE	2	1	3	4

Buna bağlı olarak Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 100C⁰ Kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.152'de verilmiştir.

Tablo 3.140. D grubu 100⁰C kayıp modül değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	2436,47	304,56	24,49	0
KALIP SICAKLIĞI	2	99,33	49,67	3,99	0,024
ENJEKSİYON HIZI	2	367	183,5	14,76	0
MEME SICAKLIĞI	2	366,01	183	14,72	0
HİBRİT ORAN	2	1604,13	802,07	64,5	0
HATA	54	671,52	12,44		
TOPLAM	62	3107,99			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	3,52641	78,39%		75,19%	70,59%

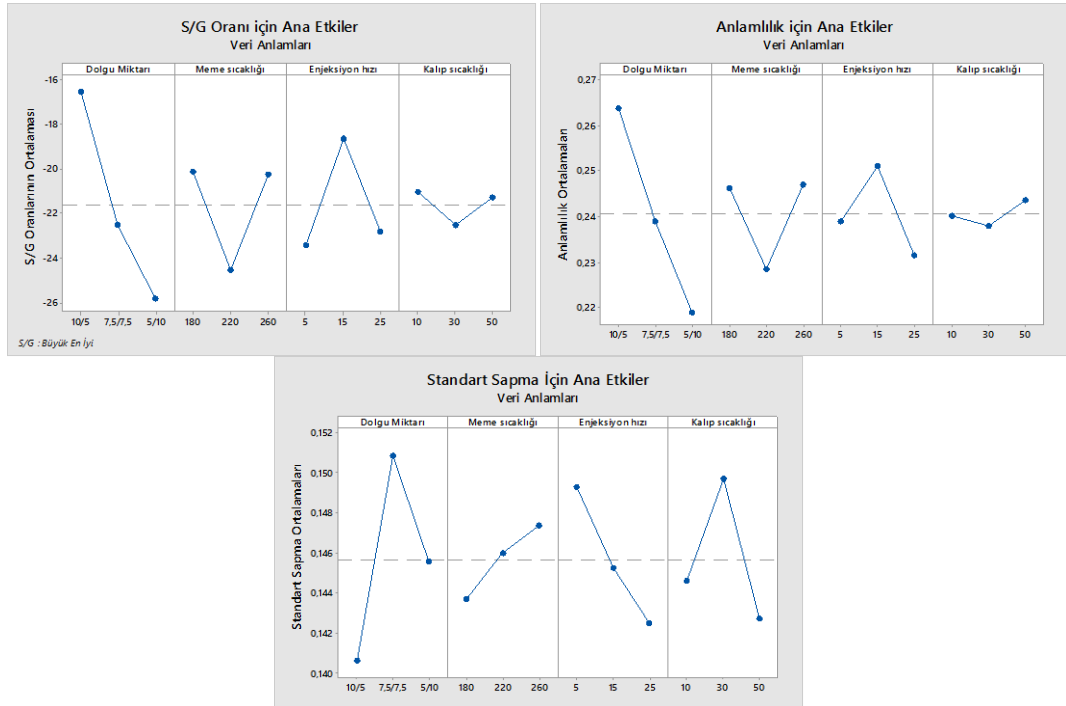
Bu varyans analizleri sonucun da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %70,59 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 58,56 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 3,06 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 1,25 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 3,06 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 152,85 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 4,94 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,33 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 5,23 \text{ hibrit}_{7} + 12,31 \text{ hibrit}_{10}$$

Stres Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 100C⁰ stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.153, 2.154 ve 2.155'den görüldüğü üzere stres değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.37 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.36. D grubu 100C⁰ stress değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.153, 2.154 ve 2.155 de görüldüğü üzere stres için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.141. D grubu 100⁰C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-16,54	-20,11	-23,42	-24,05
2	-22,5	-24,53	-18,66	-22,52
3	-25,84	-20,24	-22,79	-21,3
DEĞİŞİM	9,3	4,41	4,76	1,47
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.142. D grubu 100⁰C Stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,2637	0,2461	0,239	0,2401
2	0,2389	0,2286	0,2511	0,2381
3	0,2191	0,2469	0,2316	0,2435
DEĞİŞİM	0,0445	0,0183	0,0195	0,0055
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.143. D grubu 100⁰C Stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,1406	0,1437	0,1493	0,1446
2	0,1508	0,146	0,1453	0,1497
3	0,1456	0,1474	0,1425	0,1427
DEĞİŞİM	0,0102	0,0037	0,0068	0,007
DERECE	1	4	3	2

Buna bağlı olarak stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin 100C⁰ stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.156'de verilmiştir.

Tablo 3.144. D grubu 100°C Stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	151925	18990,6	28,11	0
KALIP SICAKLIĞI	2	2895	1447,6	2,14	0,127
ENJEKSİYON HIZI	2	19498	9749,1	14,43	0
MEME SICAKLIĞI	2	24936	12468,2	18,46	0
HİBRİT ORAN	2	104595	52297,6	77,41	0
HATA	54	36481	675,6		
TOPLAM	62	188406			
MODEL ÖZETİ	S		R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,141119		1,83%	0,00%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 58,56 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 3,06 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 1,25 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 3,06 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 2,85 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} - 4,94 \text{ meme sıc}_{220} + 0,33 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 5,23 \text{ hibrit}_{7} + 12,31 \text{ hibrit}_{10}$$

3.2.2. Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

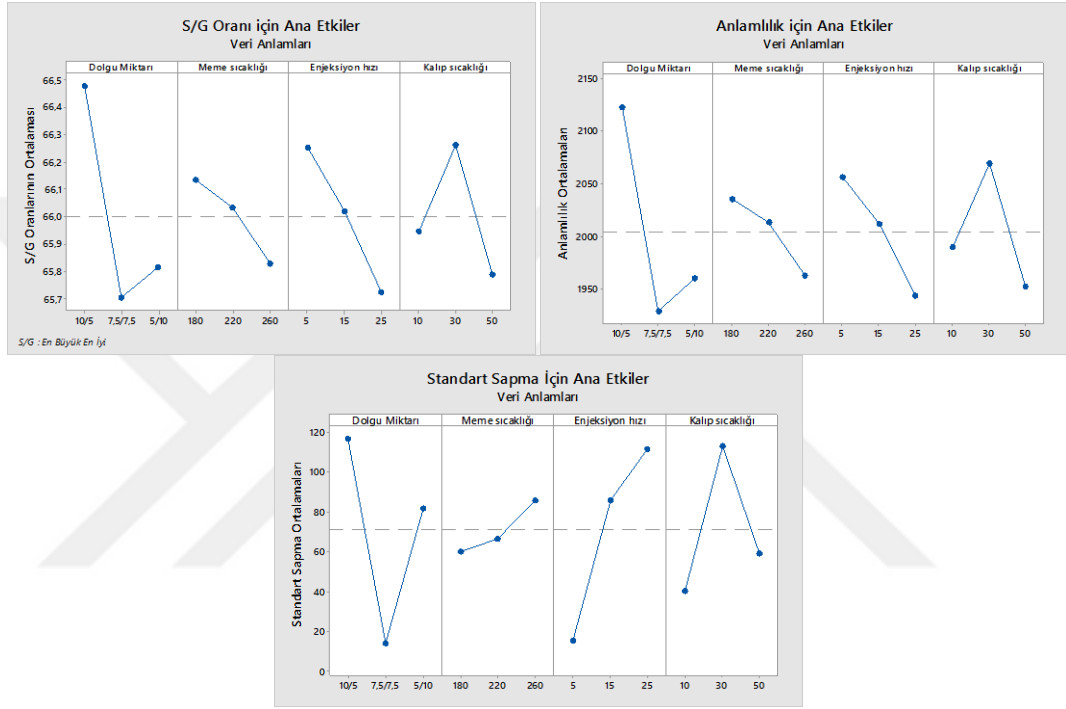
Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.2.1'de 40C⁰ değerleri, 3.2.2.2'de 60C⁰ değerleri ve 3.2.2.3'de 100C⁰ değerleri incelenmiştir.

3.2.2.1. O grubu 40C⁰

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu 40C⁰ minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.2.1.1'de Depolama Modülü değerleri, 3.2.2.1.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.2.1.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 40C⁰ Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.157, 2.158 ve 2.159'den görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.38 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.37. O grubu 40C⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.157, 2.158 ve 2.159 de görüldüğü üzere Depolama Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.145. O grubu 40C⁰ Depolama Modülündeğerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	66,48	66,14	66,25	65,95
2	65,7	66,03	66,02	66,26
3	65,82	65,83	65,72	65,79
DEĞİŞİM	0,78	0,31	0,53	0,47
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.146. O grubu 40⁰C Depolama Modülüdeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	2123	2035	2056	1990
2	1929	2014	2012	2070
3	1961	1963	1944	1953
DEĞİŞİM	193	72	112	117
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.147. O grubu 40⁰C Depolama Modülüstandart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	116,88	60,32	15,51	40,58
2	14,27	66,71	85,94	113,17
3	81,88	86	111,58	59,28
DEĞİŞİM	102,61	25,69	96,07	59,28
DERECE	1	4	2	3

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 40C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.160'de verilmiştir.

Tablo 3.148. O grubu 40⁰C Depolama Modülüdeğerlerivaryans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	794103	99263	10,37	0
KALIP SICAKLIĞI	2	150265	75132	7,85	0,001
ENJEKSİYON HIZI	2	134140	67070	7,01	0,002
MEME SICAKLIĞI	2	57357	28678	3	0,058
HİBRİT ORAN	2	452342	226171	23,63	0
HATA	54	516905	9572		
TOPLAM	62	1311008			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	97,8382	60,57%		54,73%	46,33%

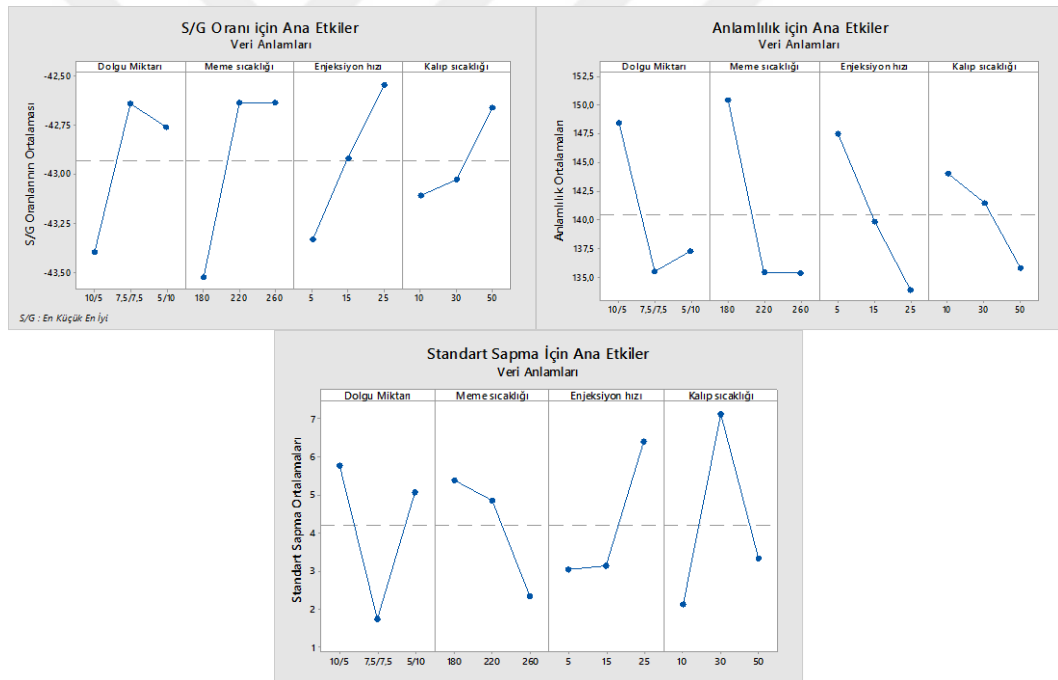
Bu varyans analizleri sonucun da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %46,33 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 2029,9 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 79,9 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 37,2 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{544,5} - 112,2 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 112,2 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 21,7 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 72,0 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 31,2 \text{ hibrit}_{7} + 162,1 \text{ hibrit}_{10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen $40C^0$ Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.161, 2.162 ve 2.163'den görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.39 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.38. O grubu $40C^0$ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.161, 2.162 ve 2.163 de görüldüğü üzere Kayıp Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı, dolgu miktarı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.149. O grubu 40⁰C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-43,4	-43,52	-43,33	-43,11
2	-42,64	-42,63	-42,92	-43,02
3	-42,76	-42,63	-42,54	-42,66
DEĞİŞİM	0,76	0,89	0,79	0,45
DERECE	3	1	2	4

Tablo 3.150. O grubu 40⁰C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	148,5	150,5	147,5	144,1
2	135,6	135,5	139,9	141,5
3	137,3	135,4	134	135,8
DEĞİŞİM	12,9	15	13,5	8,2
DERECE	3	1	2	4

Tablo 3.151. O grubu 40⁰C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	5,78	5,405	3,043	2,131
2	1,728	4,853	3,136	7,14
3	5,091	2,341	6,419	3,327
DEĞİŞİM	4,052	3,065	3,376	5,009
DERECE	2	4	3	1

Buna bağlı olarak Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 40C⁰ Kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.164'de verilmiştir.

Tablo 3.152. O grubu 40⁰C kayıp modüldeğerlerivaryans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	7885,7	985,71	33,33	0
KALIP SICAKLIĞI	2	743,2	371,6	12,56	0
ENJEKSİYON HIZI	2	1928,5	964,25	32,6	0
MEME SICAKLIĞI	2	3150,3	1575,17	53,26	0
HİBRİT ORAN	2	2063,6	1031,82	34,89	0
HATA	54	1597,2	29,58		
TOPLAM	62	9482,9			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	5,43853	83,16%		80,66%	77,07%

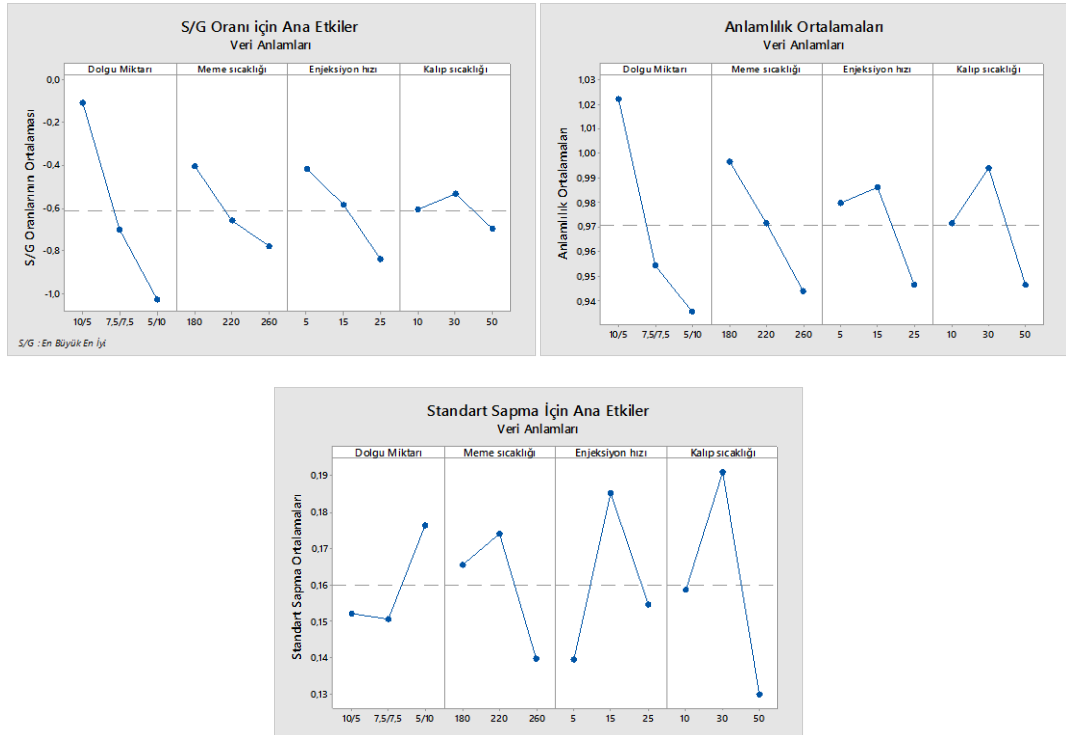
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %77,07 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 157,96 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 2,60 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} 8,23 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} 7,60 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} 13,52 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 14,97 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 15,03 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 1,74 \text{ hibrit}_{7} + 11,18 \text{ hibrit}_{10}$$

Stres Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 40C⁰ Stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.165, 2.166 ve 2.167'den görüldüğü üzere Stres değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.40 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.39. O grubu 40C⁰ stress değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.165, 2.166 ve 2.167 de görüldüğü üzere stres için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.153. O grubu 40°C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-0,111	-0,404	-0,4177	-0,6066
2	-0,7003	-0,656	-0,585	-0,5358
3	-1,0275	-0,7789	-0,8361	-0,6964
DEĞİŞİM	0,9166	0,3749	0,4184	0,1606
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.154. O grubu 40°C Stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,0221	0,9965	0,9797	0,9715
2	0,9543	0,9716	0,986	0,9939
3	0,9356	0,944	0,9464	0,9466
DEĞİŞİM	0,0865	0,0525	0,0396	0,0473
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.155. O grubu 40°C Stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,1523	0,1656	0,1396	0,1586
2	0,1507	0,1741	0,1852	0,1911
3	0,1765	0,1399	0,1547	0,1298
DEĞİŞİM	0,0258	0,0341	0,0456	0,0613
DERECE	4	3	2	1

Buna bağlı olarak stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 40C⁰ stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.168'de verilmiştir.

Tablo 3.156. O grubu 40°C Stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	0,15855	0,019818	0,74	0,658
KALIP SICAKLIĞI	2	0,02352	0,011758	0,44	0,648
ENJEKSİYON HIZI	2	0,01902	0,009511	0,35	0,704
MEME SICAKLIĞI	2	0,02898	0,14491	0,54	0,586
HİBRİT ORAN	2	0,08703	0,043513	1,62	0,208
HATA	54	1,45192	0,026887		
TOPLAM	62	1,61047			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0,163974	9,84%	0,00%	0,00%	

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

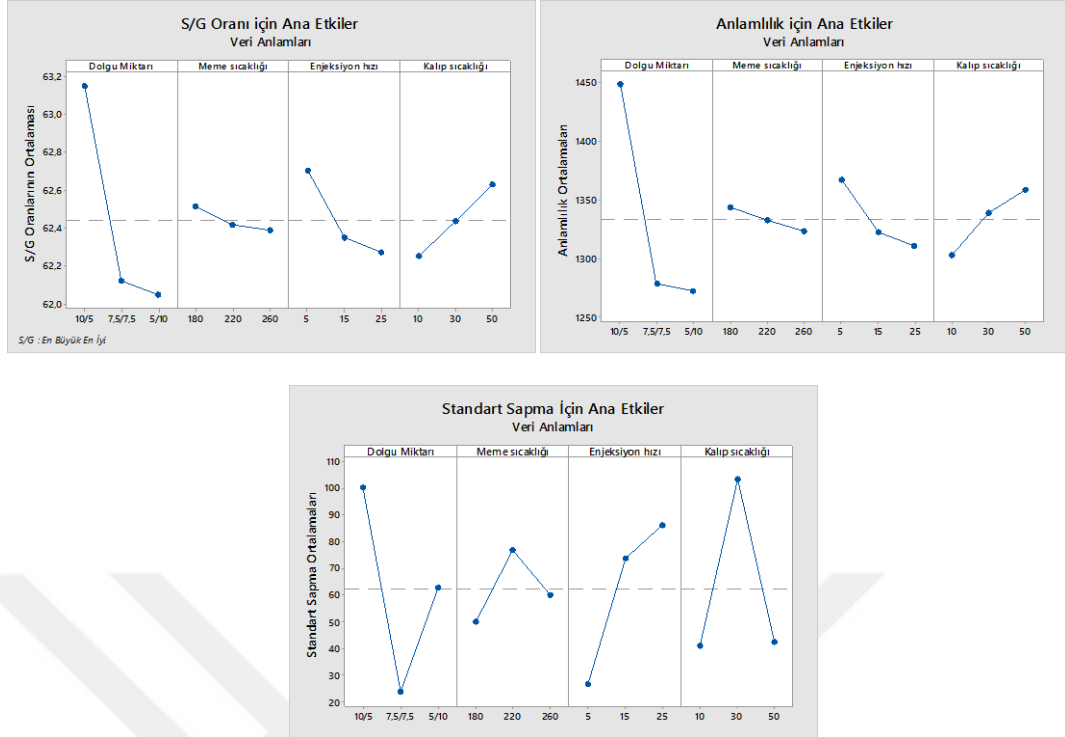
$$C5 = 0,9712 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,0224 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,0249 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,0063 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,0333 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 0,0249 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 0,0525 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,0187 \text{ hibrit}_{7} + 0,0865 \text{ hibrit}_{10}$$

3.2.2.2. O grubu 60C⁰

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu 60C⁰ minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.2.2.1'de Depolama Modülü değerleri, 3.2.2.2.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.2.2.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 60C⁰ Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.169, 2.170 ve 2.171'den görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızı diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.41 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.40. O grubu 60C⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.169, 2.170 ve 2.171 de görüldüğü üzere Depolama Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.157. O grubu 60⁰C Depolama Modülündeğerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	63,15	62,52	62,7	62,26
2	62,12	62,42	62,35	62,44
3	62,05	62,39	62,27	62,63
DEĞİŞİM	1,1	0,13	0,43	0,38
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.158. O grubu 60⁰C Depolama Modülündeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1449	1344	1367	1303
2	1278	1333	1322	1339
3	1273	1324	1311	1358
DEĞİŞİM	176	20	57	55
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.159. O grubu 60°C Depolama Modülü standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	100,54	50,28	26,81	41,14
2	23,88	77,02	74,04	103,51
3	62,87	59,99	86,45	42,64
DEĞİŞİM	76,65	26,74	59,64	62,38
DERECE	1	4	3	2

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 60C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.172'de verilmiştir.

Tablo 3.160. O grubu 60°C Depolama Modülü değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	496713	62089	9,55	0
KALIP SICAKLIĞI	2	33017	16509	2,54	0,088
ENJEKSİYON HIZI	2	37837	18918	2,91	0,063
MEME SICAKLIĞI	2	4277	2138	0,33	0,721
HİBRİT ORAN	2	421583	210791	32,41	0
HATA	54	351199	6504		
TOPLAM	62	847913			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	80,6455	58,58%		52,44%	43,62%

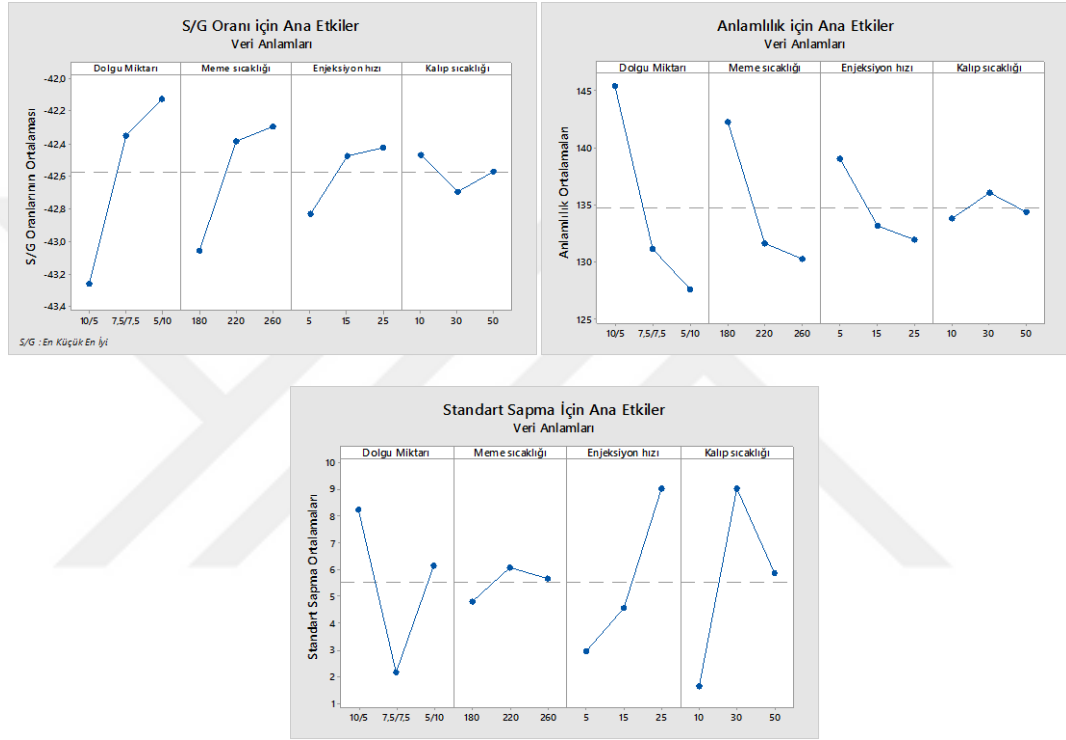
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %43,62 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 1286,7 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 35,7 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 55,3 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 45,1 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 56,9 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 10,9 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 20,2 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 5,7 \text{ hibrit}_{7} + 176,3 \text{ hibrit}_{10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 60C⁰Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.173, 2.174 ve 2.175'den görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.42 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.41. O grubu 60C⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.173, 2.174 ve 2.175 de görüldüğü üzere Kayıp Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.161. O grubu 60C⁰ kayıp modül değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-43,26	-43,06	-42,83	-42,47
2	-42,35	-42,38	-42,48	-42,69
3	-42,13	-42,3	-42,43	-42,57
DEĞİŞİM	1,13	0,76	0,41	0,22
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.162. O grubu kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	145,5	142,3	139,1	133,8
2	131,2	131,7	133,2	136,1
3	127,7	130,3	132	134,4
DEĞİŞİM	17,8	12	7	2,3
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.163. O grubu 60⁰ C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	8,244	4,793	2,942	1,639
2	2,152	6,075	4,556	9,032
3	6,145	5,673	9,043	5,869
DEĞİŞİM	6,093	1,282	6,101	7,393
DERECE	3	4	2	1

Buna bağlı olarak Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 60C⁰ Kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.176'de verilmiştir.

Tablo 3.164. O grubu 60⁰C kayıp modül değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	6217,34	777,17	14,69	0
KALIP SICAKLIĞI	2	61,58	30,79	0,58	0,562
ENJEKSİYON HIZI	2	594,27	297,13	5,62	0
MEME SICAKLIĞI	2	1823,1	911,55	17,23	0
HİBRİT ORAN	2	3738,39	1869,19	35,33	0
HATA	54	2856,83	52,9		
TOPLAM	62	9074,17			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	7,27353	68,52%		63,52%	57,15%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %57,15 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne

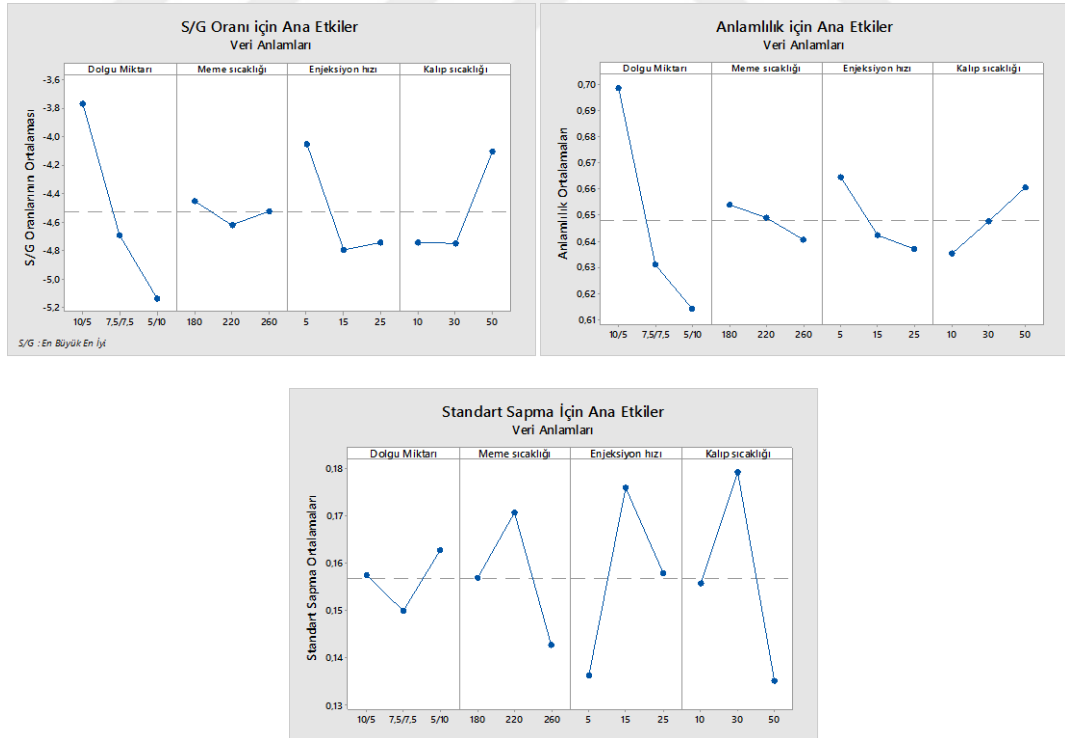
alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 138,56 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 2,32 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,56 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 5,82 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 7,04 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 10,68 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 12,02 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 3,50 \text{ hibrit}_{7} + 17,81 \text{ hibrit}_{10}$$

Stres Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 60C⁰ Stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.177, 2.178 ve 2.179'den görüldüğü üzere Stres değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.43 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.42. O grubu 60C⁰ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.177, 2.178 ve 2.179 de görüldüğü üzere stres için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.165. O grubu 60⁰C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-3,77	-4,453	-4,057	-4,743
2	-4,693	-4,624	-4,798	-4,752
3	-5,138	-4,523	-4,746	-4,106
DEĞİŞİM	1,368	0,171	0,741	0,646
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.166. O grubu 60⁰C Stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,6988	0,6541	0,6647	0,6354
2	0,631	0,6493	0,6424	0,6478
3	0,6142	0,6408	0,637	0,6609
DEĞİŞİM	0,0846	0,0133	0,0277	0,0255
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.167. O grubu 60⁰C Stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,1576	0,1569	0,1363	0,1558
2	0,1499	0,1707	0,176	0,1793
3	0,1628	0,1427	0,1579	0,1352
DEĞİŞİM	0,0129	0,028	0,0397	0,0441
DERECE	4	3	2	1

Buna bağlı olarak stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 60C⁰ stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.180'de verilmiştir.

Tablo 3.168 O grubu 60°C Stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	0,10197	0,012747	0,5	0,848
KALIP SICAKLIĞI	2	0,0068	0,003402	0,13	0,875
ENJEKSİYON HIZI	2	0,00905	0,004524	0,18	0,837
MEME SICAKLIĞI	2	0,0019	0,000949	0,04	0,963
HİBRİT ORAN	2	0,08422	0,042111	1,66	0,199
HATA	54	1,36711	0,025317		
TOPLAM	62	1,46908			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,159113	6,94%		0,00%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %77,99 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

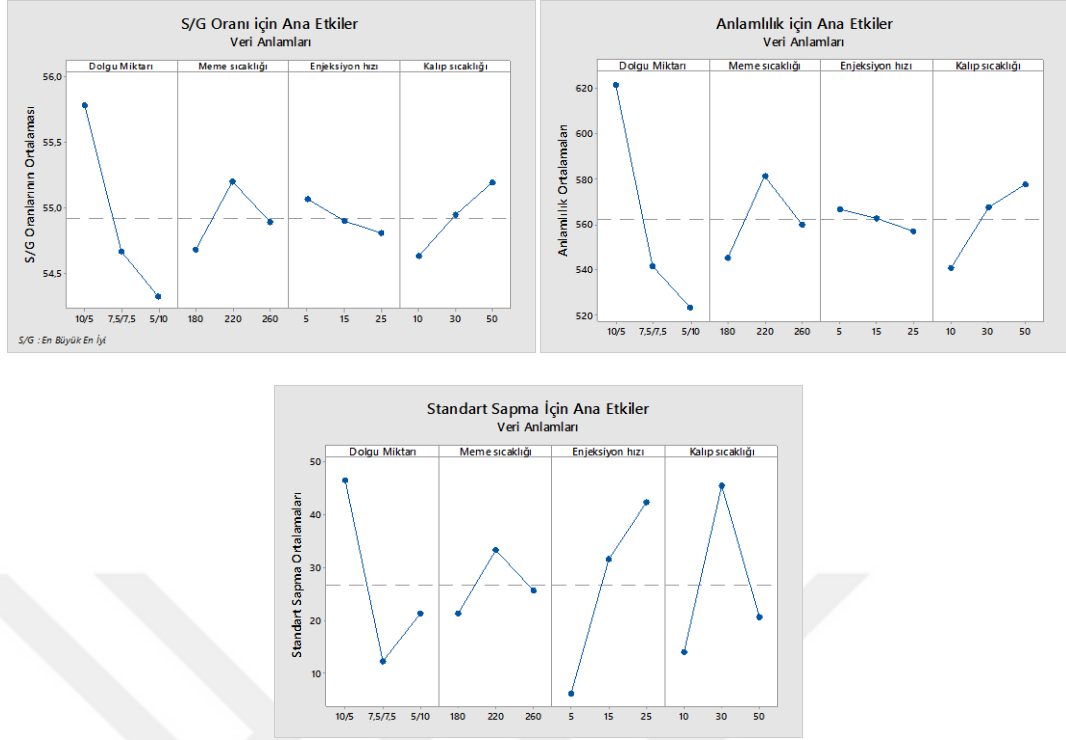
$$C5=0,6243+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,0124 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,0255 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,0223 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,0277 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 0,0048 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 0,0133 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,0168 \text{ hibrit}_{7} + 0,0846 \text{ hibrit}_{10}$$

3.2.2.3. O grubu 100C°

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu 100C° minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.2.3.1'de Depolama Modülü değerleri,3.2.2.3.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.2.3.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 100C°Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.181, 2.182 ve 2.183'den görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.44 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.43. O grubu 100C⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.181, 2.182 ve 2.183 de görüldüğü üzere Depolama Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.169. O grubu 100⁰C Depolama Modülü değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	55,78	54,68	55,06	54,63
2	54,67	55,2	54,9	54,95
3	54,32	54,89	54,81	55,19
DEĞİŞİM	1,46	0,52	0,26	0,56
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.170. O grubu 100⁰C Depolama Modülü değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	621,7	545,4	566,9	540,7
2	541,6	581,4	562,7	567,8
3	523,2	559,8	557	578
DEĞİŞİM	98,4	36	9,8	37,3
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.171. O grubu 100°C Depolama Modülü standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	46,517	21,307	6,246	14,068
2	12,302	33,293	31,644	45,564
3	21,436	25,655	42,365	20,623
DEĞİŞİM	34,215	11,986	36,119	31,496
DERECE	2	4	1	3

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 100C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.184'de verilmiştir.

Tablo 3.172. O grubu 100°C Depolama Modülü değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	145443	18180,3	13,34	0
KALIP SICAKLIĞI	2	15572	7785,8	5,71	0,006
ENJEKSİYON HIZI	2	1021	510,3	0,37	0,689
MEME SICAKLIĞI	2	13783	6891,7	5,06	0,01
HİBRİT ORAN	2	115067	57533,4	42,21	0
HATA	54	73599	1363		
TOPLAM	62	219042			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	36,9182	66,40%		61,42%	54,27%

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %54,27 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

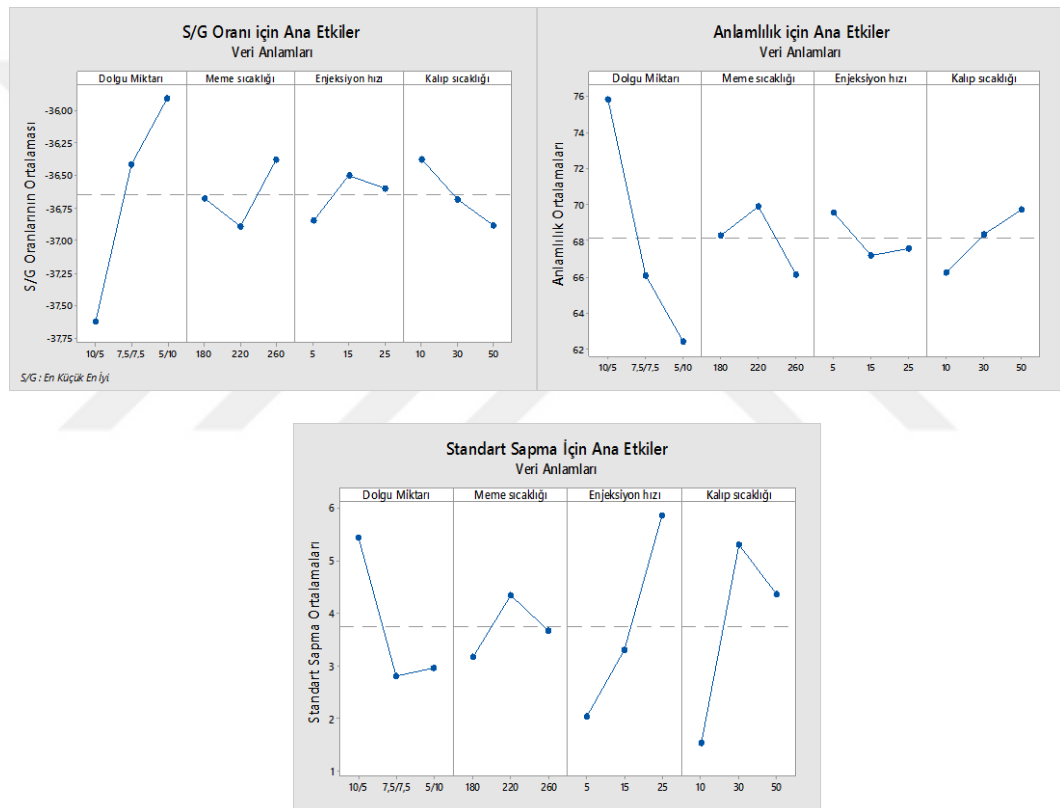
Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 489,7 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 27,1 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 37,3 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{54,2} \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 9,8 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{21,3} \text{ meme sıcaklığı}_{33,3} + 25,7 \text{ meme sıcaklığı}_{25,7} + 0,0 \text{ hibrit oranı}_{1} + 45,6 \text{ hibrit oranı}_{2} + 20,6 \text{ hibrit oranı}_{3}$$

$$_{180} + 36,0 \text{ meme sic}_{220} + 14,5 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 18,4 \text{ hibrit}_7 + 98,4 \text{ hibrit}_{10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 100C⁰Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.185, 2.186 ve 2.187'dan görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.45 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.44. O grubu 100C⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlilik ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.185, 2.186 ve 2.187 de görüldüğü üzere Kayıp Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.173. O grubu 100⁰C kayıp modüldeğerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-37,62	-36,68	-36,84	-36,37
2	-36,41	-36,89	-36,5	-36,69
3	-35,9	-36,38	-36,6	-36,88
DEĞİŞİM	1,72	0,51	0,34	0,51
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.174. O grubu 100⁰C kayıp modüldeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	75,84	68,32	69,61	66,24
2	66,13	69,93	67,19	68,37
3	62,42	66,14	67,58	69,77
DEĞİŞİM	13,41	3,8	2,42	3,53
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.175. O grubu 100⁰C kayıp modüldeğerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	5,454	3,187	2,039	1,545
2	2,818	4,362	3,324	5,32
3	2,964	3,686	5,872	4,37
DEĞİŞİM	2,636	1,175	3,833	3,776
DERECE	3	4	1	2

Buna bağlı olarak Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 100C⁰ Kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.188'de verilmiştir.

Tablo 3.176. O grubu 100⁰C kayıp modül değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	2370,9	296,36	14,23	0
KALIP SICAKLIĞI	2	132,47	66,24	3,18	0,049
ENJEKSİYON HIZI	2	70,93	35,47	1,7	0,192
MEME SICAKLIĞI	2	152,38	76,19	3,66	0,032
HİBRİT ORAN	2	2015,11	1007,56	48,37	0
HATA	54	1124,81	20,83		
TOPLAM	62	3495,71			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	4,56396	67,82%		63,06%	56,20%

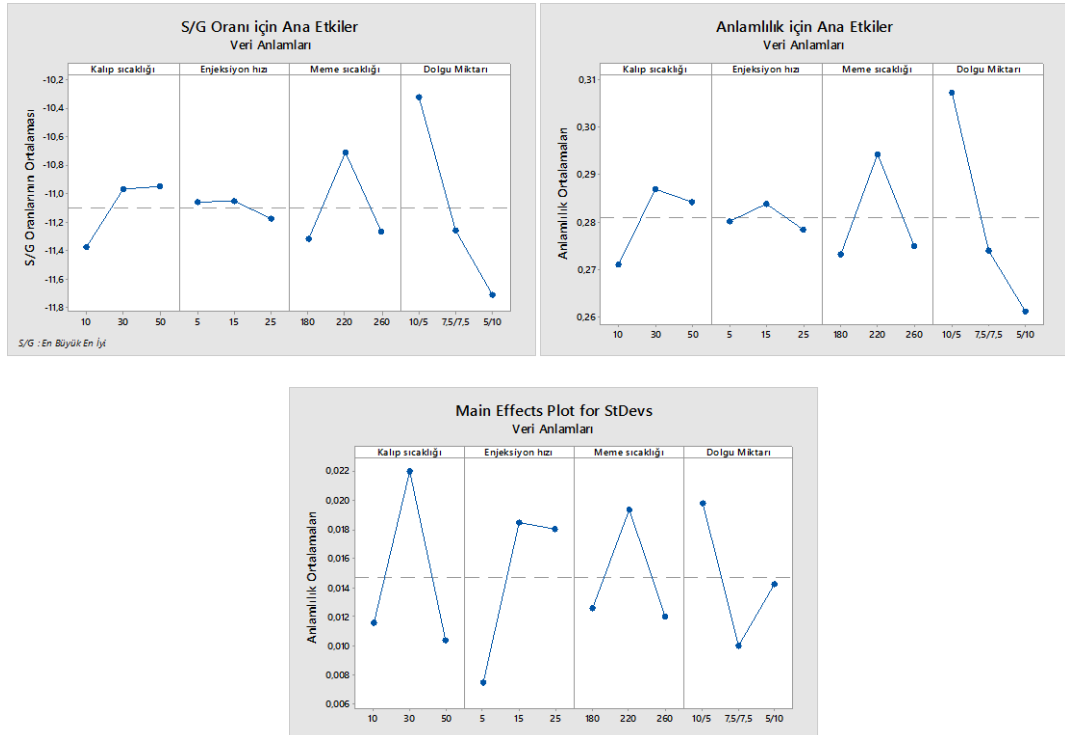
Bu varyans analizleri sonucun da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %56,20 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 62,21 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 2,13 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 3,53 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 2,42 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 2,03 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 1,62 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 2,18 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 3,70 \text{ hibrit}_{7} + 13,41 \text{ hibrit}_{10}$$

Stres Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 100C⁰ Stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.189, 2.190 ve 2.191'den görüldüğü üzere Stres değeri için kalıp sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.46 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.45. O grubu 100C⁰ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.189, 2.190 ve 2.191 de görüldüğü üzere stres için sırasıyla en etkili parametrelerin kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı, dolgu miktarı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.177. O grubu 100⁰C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-11,37	-11,06	-11,32	-10,32
2	-10,97	-11,06	-10,71	-11,26
3	-10,95	-11,18	-11,27	-11,71
DEĞİŞİM	0,42	0,12	0,6	1,39
DERECE	3	4	2	1

Tablo 3.178. O grubu 100⁰C Stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,2712	0,2802	0,2732	0,3073
2	0,2871	0,2839	0,2944	0,274
3	0,2843	0,2785	0,2749	0,2613
DEĞİŞİM	0,0158	0,0054	0,0212	0,046
DERECE	3	4	2	1

Tablo 3.179. O grubu 100⁰C Stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,011607	0,007486	0,012617	0,019835
2	0,022047	0,018514	0,019411	0,009997
3	0,010427	0,018082	0,012054	0,014249
DEĞİŞİM	0,01162	0,011028	0,007357	0,009837
DERECE	1	2	4	3

Buna bağlı olarak stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin 100C⁰ stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.192'de verilmiştir.

Tablo 3.180. O grubu 100°C Stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	0,032804	0,004101	13,83	0
KALIP SICAKLIĞI	2	0,003015	0,001507	5,08	0,009
ENJEKSİYON HIZI	2	0,000319	0,00016	0,54	0,587
MEME SICAKLIĞI	2	0,005822	0,002911	9,81	0
HİBRİT ORAN	2	0,023649	0,011824	39,87	0
HATA	54	0,016016	0,000297		
TOPLAM	62	0,04882			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,0172217	67,19%		62,33%	55,35%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %55,35 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 0,24336 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,01585 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,01312 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,00366 \text{ enjeksiyon hızı}_{150} + 0,00174 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,02120 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,00172 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,01274 \text{ hibrit}_{7} + 0,04596 \text{ hibrit}_{10}$$

3.2.3. Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

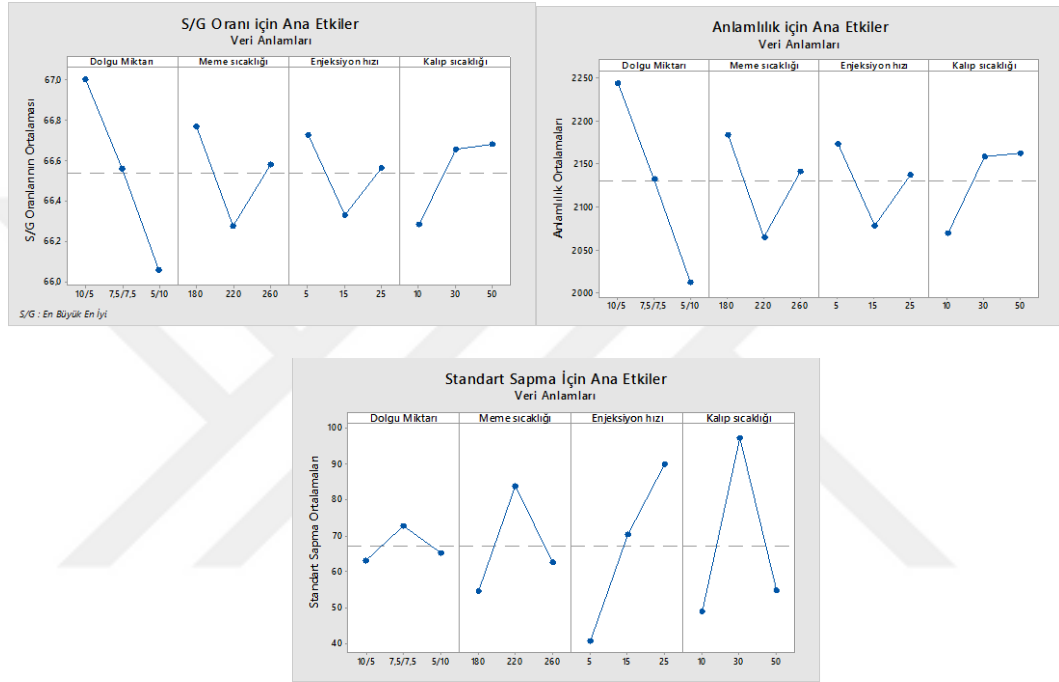
Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.3.1'de 40C⁰ değerleri, 3.2.3.2'de 60C⁰ değerleri ve 3.2.3.3'de 100C⁰ değerleri incelenmiştir.

3.2.3.1. Y grubu 40C⁰

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu 40C⁰ minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.3.1.1'de Depolama Modülü değerleri, 3.2.3.1.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.3.1.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 40C⁰ Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.193, 2.194 ve 2.195'den görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.47 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.46. Y grubu 40C⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.193, 2.194 ve 2.195 de görüldüğü üzere Depolama Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.181. Y grubu 40⁰C Depolama Modülü değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	67,01	66,77	66,73	66,28
2	66,56	66,27	66,33	66,66
3	66,06	66,58	66,57	66,68
DEĞİŞİM	0,95	0,5	0,4	0,4
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.182. Y grubu 40⁰C Depolama Modülü değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	2245	2184	2174	20710
2	2134	2065	2079	2159
3	2013	2138	2138	2163
DEĞİŞİM	232	119	95	93
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.183. Y grubu 40⁰C Depolama Modülü standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	63,23	54,74	40,84	48,95
2	72,73	83,74	70,31	97,29
3	65,27	62,75	90,08	54,99
DEĞİŞİM	9,51	28,99	49,24	48,35
DERECE	4	3	1	2

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 40C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.196'de verilmiştir.

Tablo 3.184. Y grubu 40⁰C Depolama Modülü değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	934942	116868	21,11	0
KALIP SICAKLIĞI	2	116474	58237	10,52	0
ENJEKSİYON HIZI	2	97423	48711	8,8	0
MEME SICAKLIĞI	2	154225	77112	13,93	0
HİBRİT ORAN	2	566820	283410	51,18	0
HATA	54	299017	5537		
TOPLAM	62	1233958			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	74,4133	75,77%		72,18%	67,02%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %67,02 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz

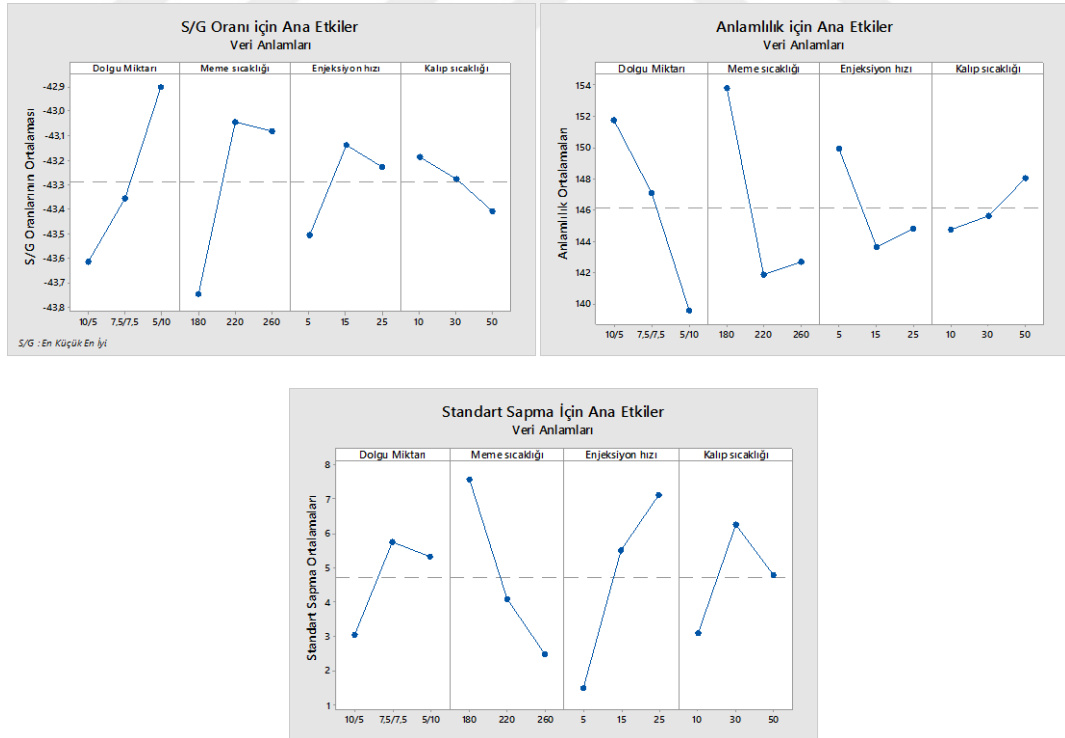
önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=2049,7+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 89,2 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 93,1 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} 95,4 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} 36,2 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}+ 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180}- 119,5 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 42,0 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 120,7 \text{ hibrit}_{7} + 232,3 \text{ hibrit}_{10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 40C⁰Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.197, 2.198 ve 2.199'den görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.48 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.47. Y grubu 40C⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.197, 2.198 ve 2.199 de görüldüğü üzere Kayıp Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.185. Y grubu 40°C kayıp modül değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-43,61	-43,74	-43,5	-43,18
2	-43,35	-43,04	-43,14	-43,28
3	-42,9	-43,08	-43,23	-43,41
DEĞİŞİM	0,72	0,7	0,37	0,22
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.186. Y grubu 40°C kayıp modül değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	151,8	153,8	149,9	144,8
2	147,1	141,9	143,7	145,6
3	139,6	142,7	144,8	148
DEĞİŞİM	12,2	11,9	6,3	3,3
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.187. Y grubu 40°C kayıp modül değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,06	7,565	1,504	3,098
2	5,762	4,105	5,517	6,254
3	5,331	2,483	7,131	4,801
DEĞİŞİM	2,702	5,082	5,627	3,157
DERECE	4	2	1	3

Buna bağlı olarak Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 40C⁰ Kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.200'de verilmiştir.

Tablo 3.188. Y grubu 40°C kayıp modül değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	4031,6	503,95	14,23	0
KALIP SICAKLIĞI	2	120,7	60,33	1,7	0,192
ENJEKSİYON HIZI	2	469,1	234,55	6,62	0,003
MEME SICAKLIĞI	2	1856,4	928,18	26,21	0
HİBRİT ORAN	2	1585,5	792,76	22,38	0
HATA	54	1912,4	35,42		
TOPLAM	62	5944			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	5,95105	67,83%		63,06%	56,21%

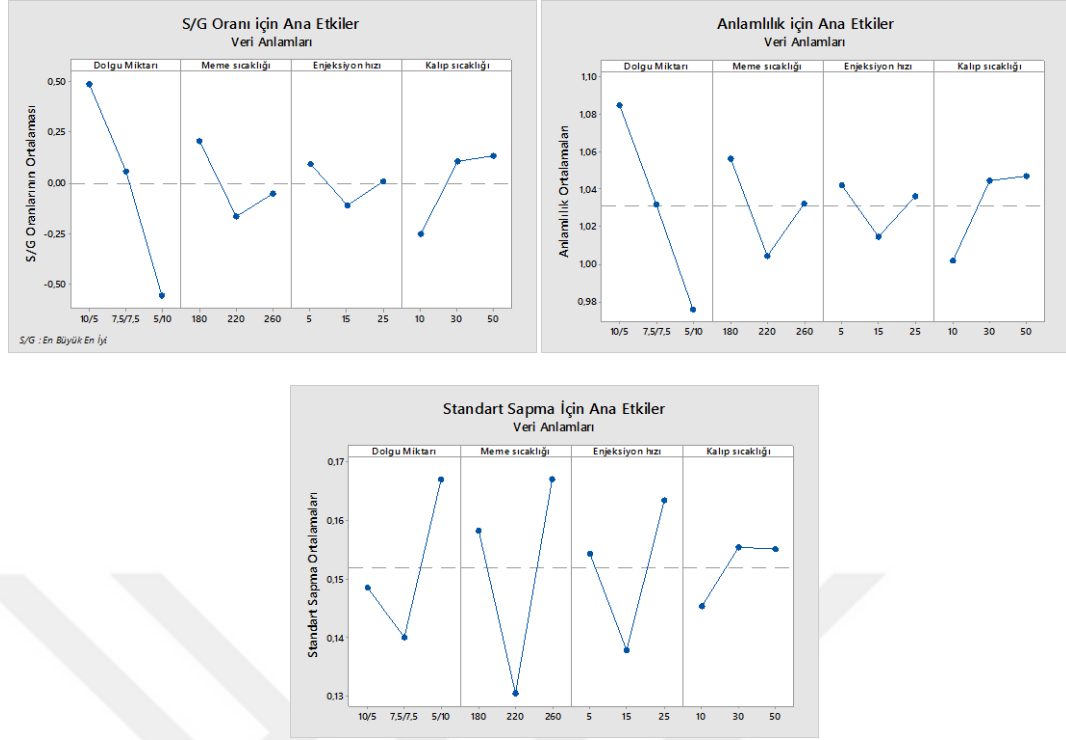
Bu varyans analizleri sonucun da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %56,21 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=149,65+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,88 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 3,28 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 6,28 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 5,11 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 11,91 \text{ meme sic}_{220} - 11,08 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 7,53 \text{ hibrit}_{7} + 12,18 \text{ hibrit}_{10}$$

Stres Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 40C⁰ Stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.201, 2.202 ve 2.203'den görüldüğü üzere Stres değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.49 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.48. Y grubu 40C⁰ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.201, 2.202 ve 2.203 de görüldüğü üzere Stres için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.189.Y grubu 40⁰C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,487058	0,204632	0,094058	-0,252075
2	0,057653	-0,16373	-0,111992	0,108731
3	-0,554578	-0,050771	0,008066	0,133476
DEĞİŞİM	1,041636	0,368362	0,20605	0,385551
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.190. Y grubu 40⁰C Stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,0849	1,0563	1,042	1,0019
2	1,0321	1,0046	1,0148	1,0444
3	0,9763	1,0324	1,0365	1,0471
DEĞİŞİM	0,1085	0,0517	0,0272	0,0452
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.191. Y grubu 40°C Stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,1486	0,1583	0,1544	0,1453
2	0,1401	0,1305	0,1379	0,1554
3	0,167	0,167	0,1635	0,1551
DEĞİŞİM	0,0269	0,0365	0,0255	0,01
DERECE	2	1	3	4

Buna bağlı olarak Stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 40C⁰ Stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.204'de verilmiştir.

Tablo 3.192. Y grubu 40°C Stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	0,18746	0,023432	0,99	0,452
KALIP SICAKLIĞI	2	0,02702	0,013511	0,57	0,567
ENJEKSİYON HIZI	2	0,00868	0,004341	0,18	0,832
MEME SICAKLIĞI	2	0,02807	0,014037	0,6	0,555
HİBRİT ORAN	2	0,12368	0,06184	2,62	0,082
HATA	54	1,27348	0,023583		
TOPLAM	62	1,46094			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,153567	12,83%		0,00%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 0,9832 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,0425 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,0452 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,0272 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,0055 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}$$

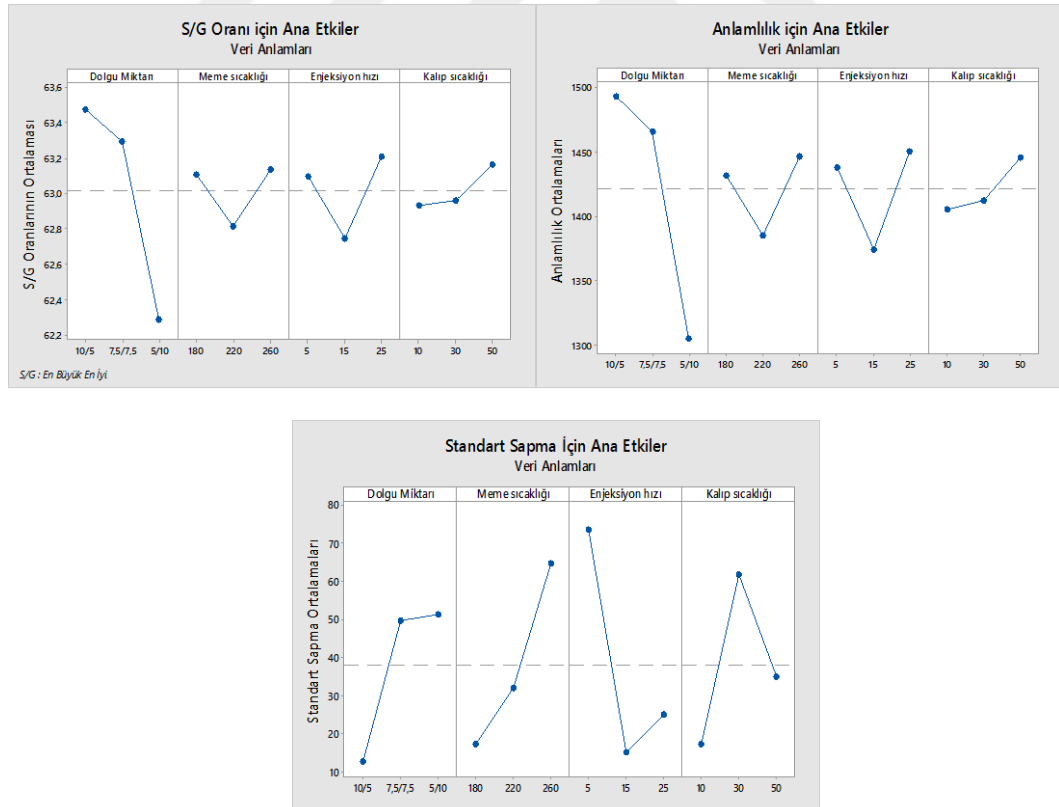
$$+ 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 0,0517 \text{ meme sic}_{220} - 0,0239 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} \\ + 0,0558 \text{ hibrit}_{7} + 0,1085 \text{ hibrit}_{10}$$

3.2.3.2. Y grubu 60C⁰

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu 60C⁰ minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.3.2.1'de Depolama Modülü değerleri, 3.2.3.2.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.3.2.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 60C⁰ Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.205, 2.206 ve 2.207'den görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.50 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.49. Y grubu 60C⁰ depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.205, 2.206 ve 2.207 de görüldüğü üzere Depolama Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.193. Y grubu 60°C Depolama Modülüdeğerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	63,47	63,11	63,1	62,93
2	63,29	62,81	62,75	62,96
3	62,29	63,14	63,21	63,16
DEĞİŞİM	1,18	0,33	0,46	0,23
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.194. Y grubu 60°C Depolama Modülüdeğerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1494	1432	1439	1406
2	1466	1386	1375	1413
3	1305	1447	1451	1446
DEĞİŞİM	189	61	76	40
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.195. Y grubu 60°C Depolama Modülüstandart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	12,82	17,34	73,53	17,41
2	49,77	32	15,25	61,69
3	51,42	64,67	25,23	34,91
DEĞİŞİM	38,61	61	76	40
DERECE	4	2	1	3

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 60C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.208'de verilmiştir.

Tablo 3.196. Y grubu 60°C Depolama Modülü değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	568440	71055	22,68	0
KALIP SICAKLIĞI	2	19064	35216	3,04	0,056
ENJEKSİYON HIZI	2	70432	21541	11,24	0
MEME SICAKLIĞI	2	43082	217931	6,88	0,002
HİBRİT ORAN	2	435862	217931	69,58	0
HATA	54	169144	3231		
TOPLAM	62	737584			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	55,967	77,07%		73,67%	68,79%

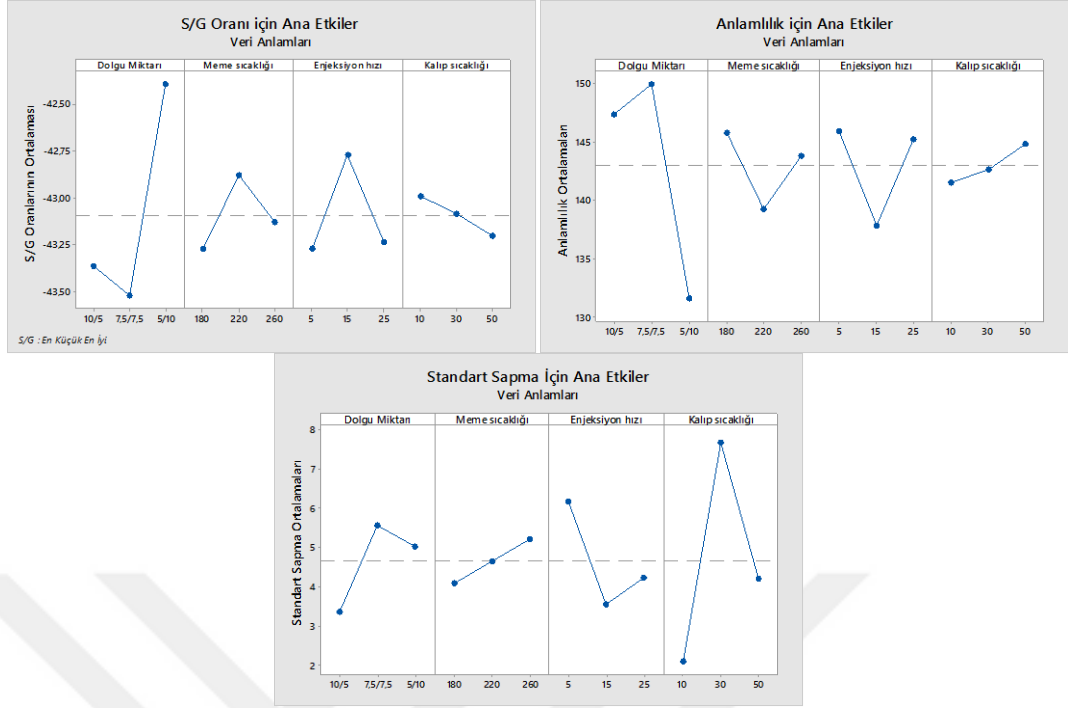
Bu varyans analizleri sonucun da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %68,79 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 1317,2 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 7,2 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 40,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 63,9 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 12,5 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} - 46,8 \text{ meme sıc}_{220} + 14,4 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 160,9 \text{ hibrit}_{7} + 188,7 \text{ hibrit}_{10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 60C⁰Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.209, 2.210 ve 2.211'den görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.51 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.50. Y grubu 60C⁰kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.209, 2.210 ve 2.211 de görüldüğü üzere Kayıp Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.197. Y grubu 60⁰C kayıp modül değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-43,36	-43,27	-43,27	-42,99
2	-43,52	-42,87	-42,77	-43,08
3	-42,39	-43,13	-43,23	-43,2
DEĞİŞİM	1,13	0,4	0,5	0,21
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.198. Y grubu 60⁰C kayıp modül değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	147,4	145,8	145,9	141,5
2	149,9	139,3	137,8	142,6
3	131,6	143,8	145,2	144,8
DEĞİŞİM	18,3	6,5	8,1	3,3
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.199. Y grubu 60°C kayıp modül değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,376	4,105	6,183	2,108
2	5,568	4,668	3,566	7,669
3	5,038	5,208	4,232	4,203
DEĞİŞİM	2,192	1,103	2,616	5,561
DERECE	3	4	2	1

Buna bağlı olarak Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 60C⁰ Kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.212'de verilmiştir.

Tablo 3.200. Y grubu 60°C kayıp modül değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	5543,9	692,99	23,66	0
KALIP SICAKLIĞI	2	4117,5	2058,76	70,3	0
ENJEKSİYON HIZI	2	472,2	236,09	8,06	0,001
MEME SICAKLIĞI	2	837,8	418,92	14,31	0
HİBRİT ORAN	2	116,4	58,2	1,99	0,147
HATA	54	1581,3	29,28		
TOPLAM	62	7125,3			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	5,41145	77,81%		74,52%	69,79%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %69,79 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

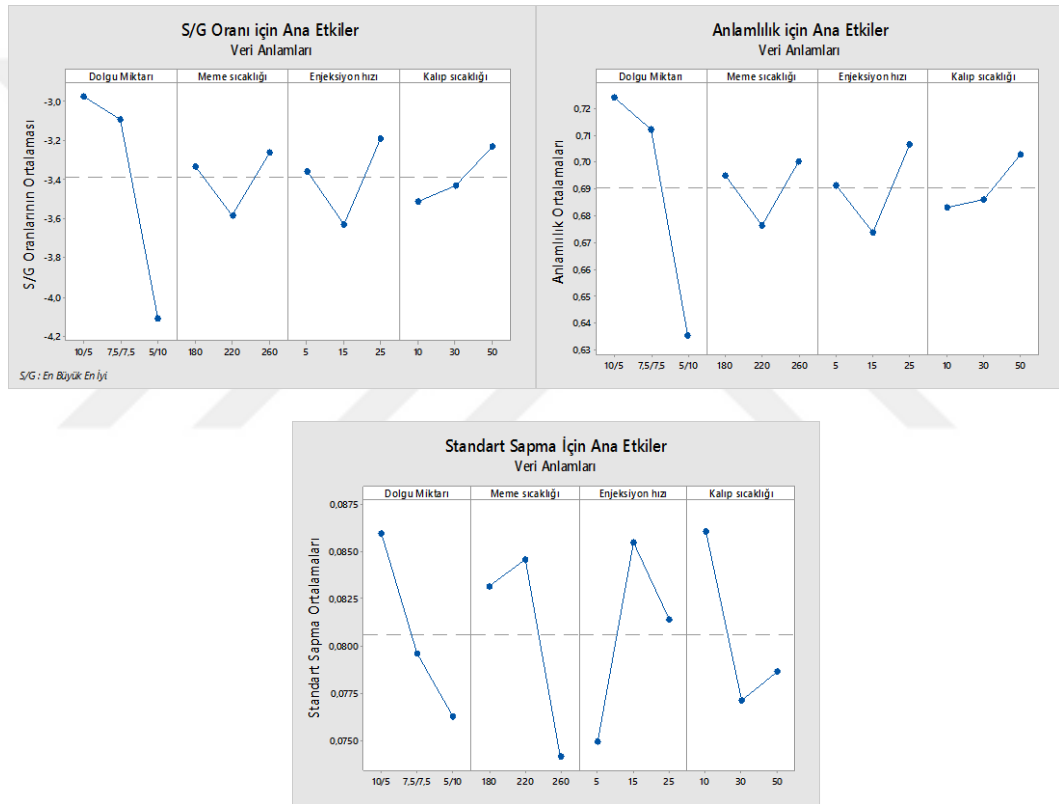
Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=135,96+ 0,0 \text{ hibrit}_5+ 18,28 \text{ hibrit}_7+ 15,74 \text{ hibrit}_{10}+ 0,0 \text{ meme sic}_{180} \quad 6,5 \\ 4 \text{ meme sic}_{220} 1,99 \text{ meme sic}_{260}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{58,07} \text{ enjeksiyon hızı}_{15}$$

0,71 enjeksiyon hızı_25+ 0,0 kalıp sıcaklığı_10+ 1,06 kalıp sıcaklığı_30+ 3,26 kalıp sıcaklığı_50

Stres Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 60C⁰ Stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.213, 2.214ve 2.215'den görüldüğü üzere Stres değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.52 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.51. Y grubu 60C⁰stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlilik ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.213, 2.214ve 2.215 de görüldüğü üzere Stres için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.201. Y grubu 60⁰C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-2,973	-3,334	-3,357	-3,513
2	-3,094	-3,581	-3,629	-3,429
3	-4,108	-3,26	-3,189	-3,233
DEĞİŞİM	1,136	0,321	0,44	0,28
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.202. Y grubu 60⁰C Stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,7243	0,6949	0,6914	0,683
2	0,7121	0,6765	0,6738	0,686
3	0,6352	0,7002	0,7065	0,7027
DEĞİŞİM	0,0891	0,0237	0,0327	0,0197
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.203. Y grubu 60⁰C Stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,08598	0,08316	0,07498	0,08608
2	0,07962	0,08457	0,08547	0,07713
3	0,07627	0,07414	0,08142	0,07867
DEĞİŞİM	0,00971	0,01043	0,01049	0,00895
DERECE	3	2	1	4

Buna bağlı olarak Stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 60C⁰ Stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.216'de verilmiştir.

Tablo 3.204. Y grubu 60⁰C Stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	0,120574	0,015072	2,29	0,034
KALIP SICAKLIĞI	2	0,004738	0,002369	0,36	0,699
ENJEKSİYON HIZI	2	0,011252	0,005626	0,86	0,431
MEME SICAKLIĞI	2	0,006486	0,003243	0,49	0,613
HİBRİT ORAN	2	0,098097	0,049048	7,46	0,001
HATA	54	0,354886	0,006572		
TOPLAM	62	0,47546			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,0810676	25,36%		14,30%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

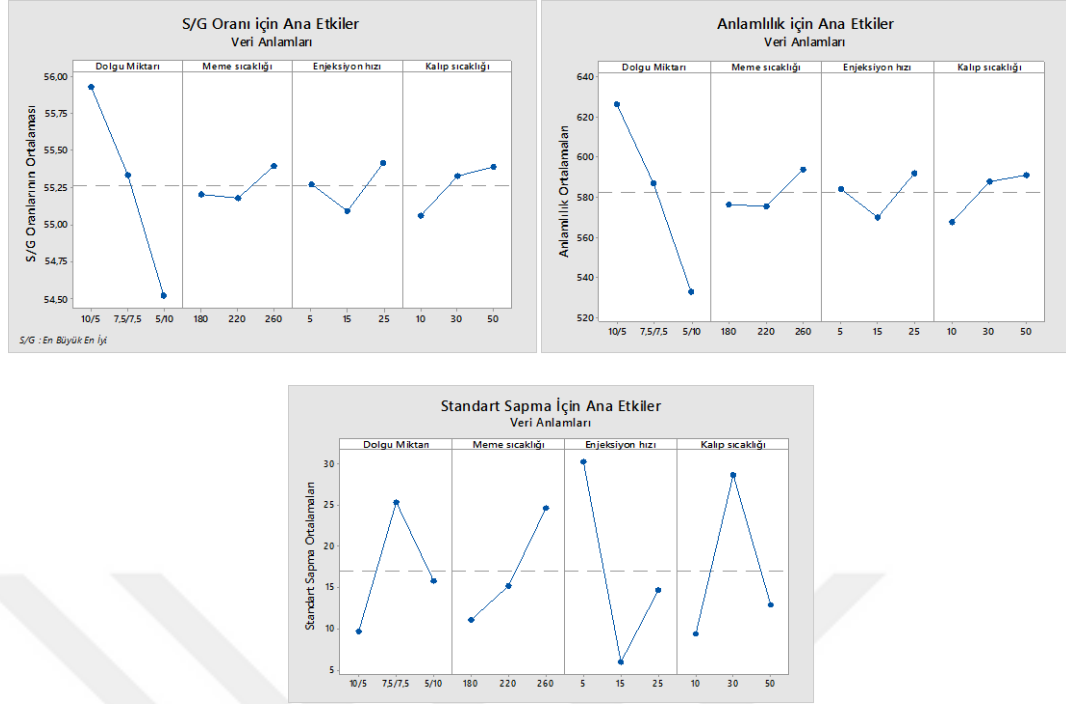
$$C5 = 0,6328 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,0030 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,0197 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,0176 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,0151 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 0,0183 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,0054 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,0770 \text{ hibrit}_{7} + 0,0891 \text{ hibrit}_{10}$$

3.2.3.3. Y grubu 100C⁰

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu 100C⁰ minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.2.3.3.1'de Depolama Modülü değerleri, 3.2.3.3.2'de Kayıp Modülü değerleri ve 3.2.3.3.3'de Stres değerleri verilmiştir.

Depolama Modülü Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 100C⁰ Depolama Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.217, 2.218 ve 2.219'den görüldüğü üzere Depolama Modülü değeri için enjeksiyon hızı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.53 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.52. Y grubu 100°C depolama modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.217, 2.218 ve 2.219 de görüldüğü üzere Depolama Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.205. Y grubu 100°C Depolama Modülü değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	55,93	55,2	55,27	55,06
2	55,33	55,18	55,09	55,33
3	54,52	55,4	55,41	55,39
DEĞİŞİM	1,41	0,22	0,32	0,33
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.206. Y grubu 100°C Depolama Modülü değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	626,4	576,5	584,2	567,7
2	587	575,7	569,9	587,7
3	532,9	594	592,2	590,9
DEĞİŞİM	93,5	18,3	22,3	23,2
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.207. Y grubu 100[ç depolama modülü standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	9,739	11,079	30,346	9,349
2	25,459	15,217	5,923	28,703
3	15,81	24,712	14,74	12,956
DEĞİŞİM	15,721	13,632	24,423	19,354
DERECE	3	4	1	2

Buna bağlı olarak Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 100C⁰ Depolama Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.220'de verilmiştir.

Tablo 3.208. Y grubu 100⁰C Depolama Modülü değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	109119	13639,9	25,44	0
KALIP SICAKLIĞI	2	6625	3312,6	6,18	0,004
ENJEKSİYON HIZI	2	4503	2684	5,01	0,01
MEME SICAKLIĞI	2	92623	2251,4	4,2	0,02
HİBRİT ORAN	2	28952	46311,6	86,38	0
HATA	54	28952	536,1		
TOPLAM	62	138071			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	23,1549	79,03%		75,92%	71,46%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin Depolama Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %71,46 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

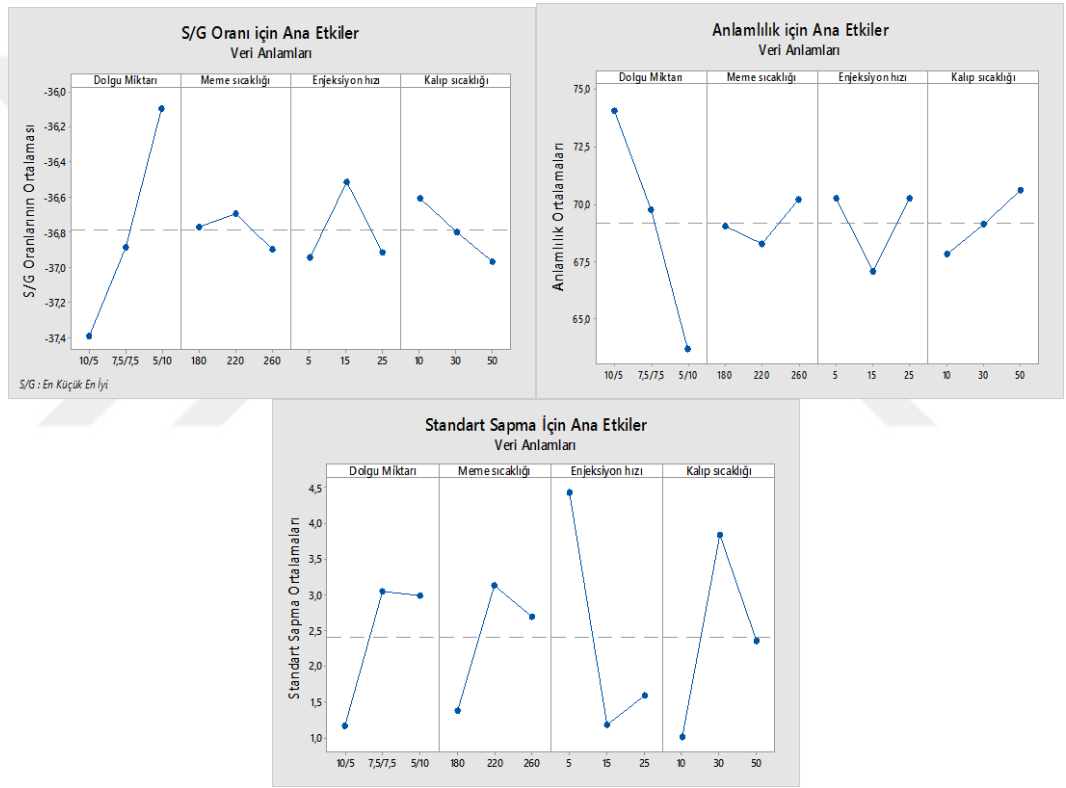
Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 515,04 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 20,01 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 23,16 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 14,32 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 8,00 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}$$

$$+ 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 0,85 \text{ meme sic}_{220} + 17,49 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_5 \\ + 54,16 \text{ hibrit}_7 + 93,53 \text{ hibrit}_{10}$$

Kayıp Modülü Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen 100C⁰ Kayıp Modülü verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.221, 2.222 ve 2.223'dan görüldüğü üzere Kayıp Modülü değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.54 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.53. Y grubu 100C⁰ kayıp modülü değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.221, 2.222 ve 2.223 de görüldüğü üzere Kayıp Modülü için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.209. Y grubu 100°C kayıp modül değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-37,39	-36,39	-36,94	-36,6
2	-36,88	-36,69	-36,51	-36,8
3	-36,09	-36,9	-36,91	-36,96
DEĞİŞİM	1,3	0,21	0,43	0,36
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.210. Y grubu 100°C kayıp modül değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	74,07	69,03	70,24	67,83
2	69,77	68,3	67,06	69,12
3	63,72	70,22	70,26	70,61
DEĞİŞİM	10,36	1,92	3,21	2,78
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.211. Y grubu 100°C kayıp modül değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,172	1,38	4,44	1,004
2	3,048	3,134	1,187	3,85
3	2,992	2,698	1,585	2,359
DEĞİŞİM	1,876	1,754	3,253	2,845
DERECE	3	4	1	2

Buna bağlı olarak Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 100C⁰ Kayıp Modülü değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.224'de verilmiştir.

Tablo 3.212. Y grubu 100°C kayıp modüldeğerlerivaryans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	1400,51	175,06	16,6	0,0000
KALIP SICAKLIĞI	2	1136,71	568,36	53,9	0,0000
ENJEKSİYON HIZI	2	39,58	19,79	1,88	0,1630
MEME SICAKLIĞI	2	142,92	71,46	6,78	0,0020
HİBRİT ORAN	2	81,3	40,65	3,86	0,0270
HATA	54	569,36	10,54		
TOPLAM	62	1969,87			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	3,2471	71,10%	66,81%	60,66%	

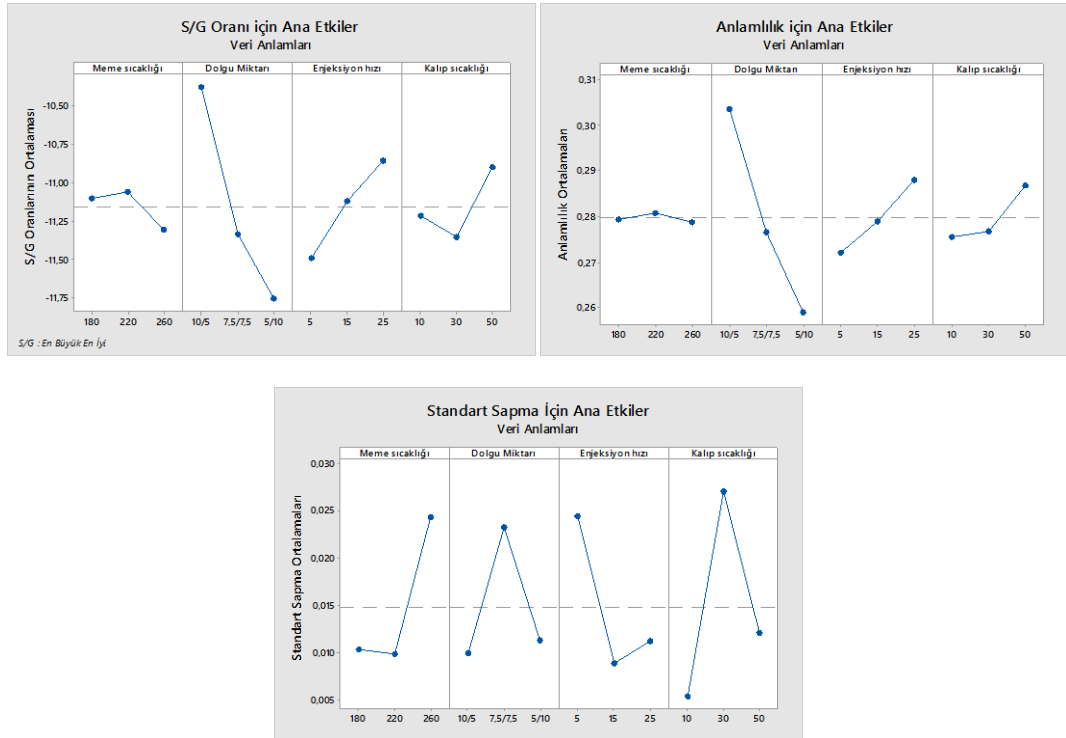
Bu varyans analizleri sonucun da modelin Kayıp Modülü deneyel verilerini tahmin etmede %60,66 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 63,26 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 6,06 \text{ hibrit}_7 + 10,36 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{18} + 0,74 \text{ me sic}_{220} + 1,19 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hizi}_5 + 3,18 \text{ enjeksiyon hizi}_{15} + 0,02 \text{ enjeksiyon hizi}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 1,29 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 2,78 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}$$

Stres Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen $100C^0$ Stres verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.225, 2.226 ve 2.227'dan görüldüğü üzere Stres değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.55 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.54. Y grubu $100C^0$ stres değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.225, 2.226 ve 2.227 de görüldüğü üzere Stres için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve en son da dolgu miktarının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.213. Y grubu 100°C Stres değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-11,1	-10,38	-11,49	-11,22
2	-11,06	-11,34	-11,12	-11,36
3	-11,3	-11,76	-10,86	-10,9
DEĞİŞİM	0,24	1,38	0,63	0,46
DERECE	4	1	2	3

Tablo 3.214. Y grubu 100°C Stres değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,2794	0,3034	0,272	0,2755
2	0,2808	0,2765	0,279	0,2767
3	0,2788	0,2591	0,288	0,0113
DEĞİŞİM	0,002	0,0443	0,0159	0,0113
DERECE	4	1	2	3

Tablo 3.215. Y grubu 100°C Stres değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,010374	0,009976	0,024443	0,005458
2	0,009886	0,023294	0,008925	0,027012
3	0,024315	0,011305	0,011208	0,012106
DEĞİŞİM	0,014429	0,013318	0,015519	0,021553
DERECE	3	4	2	1

Buna bağlı olarak Stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin 100C⁰ Stres değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.228'de verilmiştir.

Tablo 3.216. Y grubu 100°C Stres değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	0,025264	0,003158	7,35	0
KALIP SICAKLIĞI	2	0,001618	0,000809	1,88	0,162
ENJEKSİYON HIZI	2	0,002678	0,001339	3,12	0,052
MEME SICAKLIĞI	2	0,000045	0,000023	0,05	0,949
HİBRİT ORAN	2	0,020923	0,010462	24,36	0
HATA	54	0,023189	0,000429		
TOPLAM	62	0,048453			
MODEL ÖZETİ	S		R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,0207225		52,14%	45,05%	34,86%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin stres deneyel verilerini tahmin etmede %34,86 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=0,24699+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,00113 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,01127 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5}+ 0,00699 \text{ enjeksiyon hızı}_{15}+ 0,01593 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,00148 \text{ meme sıcaklığı}_{220}- 0,00052 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,01745 \text{ hibrit}_{7} + 0,04431 \text{ hibrit}_{10}$$

3.3. Tga Sonuçları

DSC deney grubunun anlamlılığı 'En büyük en iyi' (S/N) hesabı gerçekleştirilerek incelenmiştir. 3.3.1'de D (Düşük akışkanlıklı) grubunun, 3.3.2'de O (Orta akışkanlıklı) grubunun ve 3.3.3'de Y (Yüksek akışkanlıklı) grubunun sonuçları verilmiştir.

3.3.1. Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

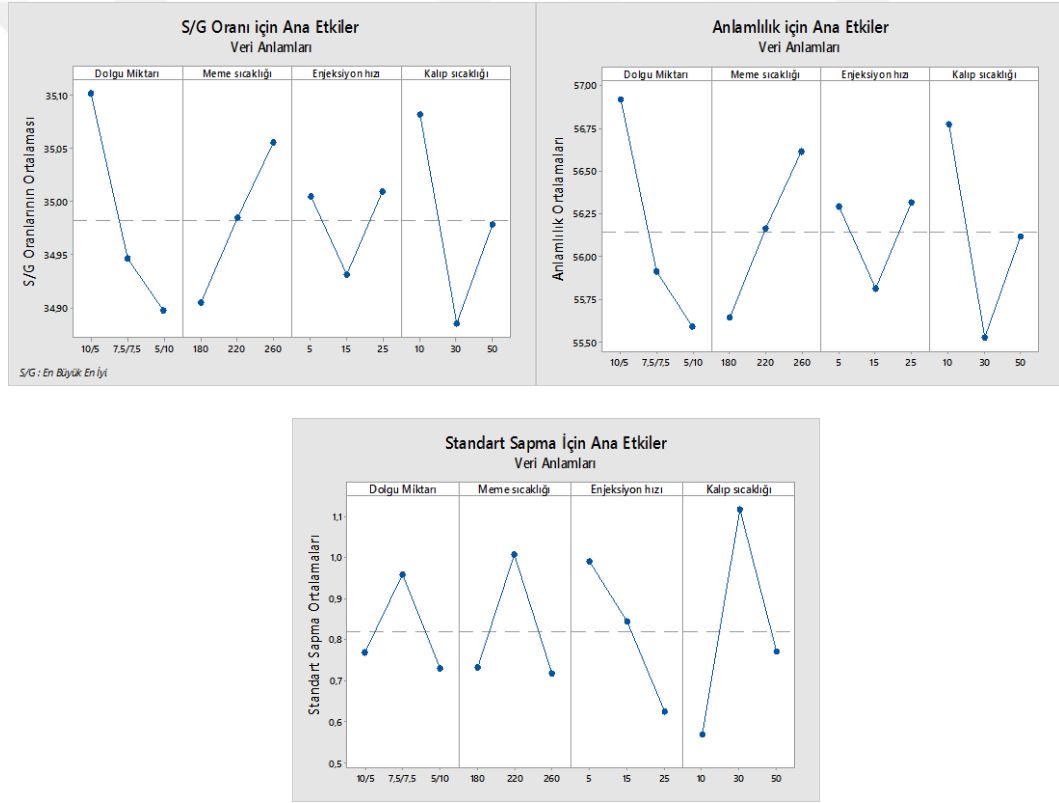
Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.1.1'de kütle değerleri, 3.3.1.2'de sıcaklık değerleri ve 3.3.1.3'de zaman değerleri incelenmiştir.

3.3.1.1. D grubu kütle

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu kütle minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.1.1.1'de C-A% değerleri, 3.3.1.1.2'de B-A% değerleri ve 3.3.1.1.3'de m1% değerleri verilmiştir.

C-A% Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen Kütle C-A% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.229, 2.230 ve 2.231'dan görüldüğü üzere C-A%değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.56 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.55. D grubu kütle C-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.229, 2.230 ve 2.231 de görüldüğü üzere C-A% için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.217. D grubu C-A% kütle değişim değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	35,1	34,9	35	35,08
2	34,95	34,99	34,93	34,89
3	34,9	35,06	35,01	34,98
DEĞİŞİM	0,2	0,15	0,08	0,2
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.218. D grubu C-A% kütle değişim değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	56,92	55,65	56,29	56,78
2	55,92	56,17	55,81	55,53
3	55,59	56,62	56,32	56,12
DEĞİŞİM	1,33	0,97	0,5	1,24
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.219. D grubu C-A% kütle değişim değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,7695	0,7333	0,9904	0,5695
2	0,9602	1,0072	0,844	1,1174
3	0,7291	0,7183	0,6244	0,7719
DEĞİŞİM	0,2312	0,2889	0,3659	0,5479
DERECE	4	3	2	1

Buna bağlı olarak C-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin Kütle C-A% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.232'de verilmiştir.

Tablo 3.220. D grubu C-A% kütle değişim değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	49,621	6,2026	8,02	0
KALIP SICAKLIĞI	2	20,064	10,0318	12,97	0
ENJEKSİYON HIZI	2	3,392	1,6959	2,19	0,121
MEME SICAKLIĞI	2	9,892	4,946	6,4	0,003
HİBRİT ORAN	2	16,273	8,1366	10,52	0
HATA	54	41,759	0,7733		
TOPLAM	62	91,379			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,879379	54,30%		47,53%	37,80%

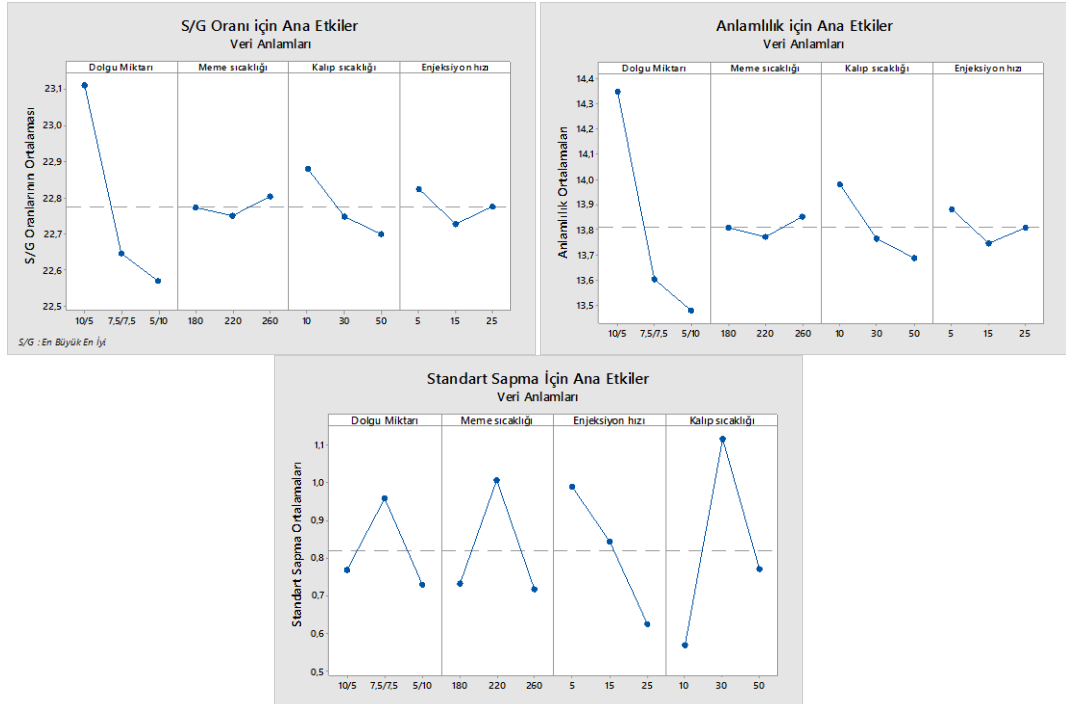
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin C-A% deneyel verilerini tahmin etmede %37,80 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 55,879 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 0,325 \text{ hibrit}_7 + 1,326 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5 - 0,479 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,026 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,521 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,970 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 1,244 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,654 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}$$

B-A% Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen Kütle B-A% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.233, 2.234 ve 2.235'dan görüldüğü üzere B-A% değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.57 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.56. D grubu kütle B-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.233, 2.234 ve 2.235 de görüldüğü üzere B-A% için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.221. D grubu B-A% kütle değişim değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	23,11	22,77	22,88	22,82
2	22,65	22,75	22,75	22,73
3	22,57	22,8	22,7	22,78
DEĞİŞİM	0,54	0,05	0,18	0,1
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.222. D grubu B-A% kütle değişim değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	14,35	13,81	13,98	13,88
2	13,61	13,77	13,77	13,75
3	13,48	13,85	13,69	13,81
DEĞİŞİM	0,87	0,08	0,29	0,14
DERECE	1	4	2	3

Tablo 3.223. D grubu B-A% kütle değişim standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,6599	0,6294	0,6621	0,5733
2	0,6841	0,6934	0,6582	0,7429
3	0,6198	0,641	0,6435	0,6476
DEĞİŞİM	0,0643	0,0641	0,0187	0,1695
DERECE	2	3	4	1

Buna bağlı olarak B-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin Kütle B-A% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.236'de verilmiştir.

Tablo 3.224. D grubu B-A% kütle değişim değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	10,4465	1,30581	3	0,007
KALIP SICAKLIĞI	2	0,9473	0,47367	1,09	0,344
ENJEKSİYON HIZI	2	0,193	0,09649	0,22	0,802
MEME SICAKLIĞI	2	0,0653	0,03265	0,08	0,928
HİBRİT ORAN	2	9,2409	4,62044	10,63	0
HATA	54	23,4824	0,43486		
TOPLAM	62	33,9289			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,659438	30,79%		20,54%	5,80%

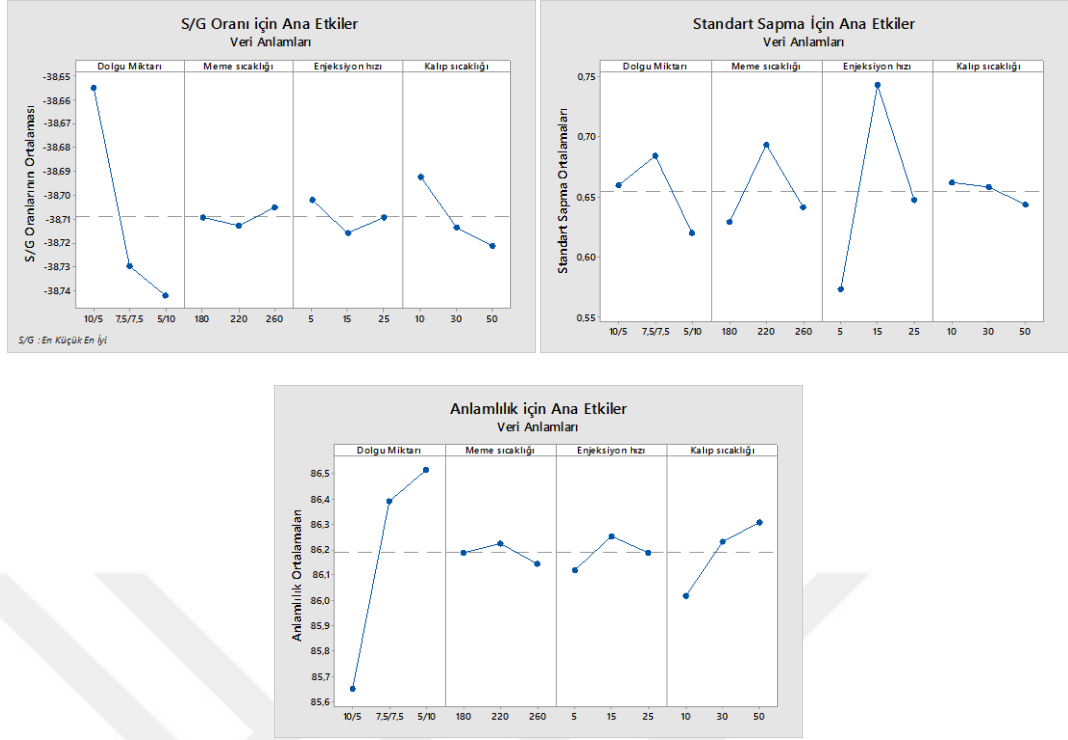
Bu varyans analizleri sonucun da modelin B-A% deneyel verilerini tahmin etmede %37,80 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=13,716+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 0,214 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} 0,290 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} \\ + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,136 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,071 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} \\ + 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 0,036 \text{ meme sic}_{220} + 0,043 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} \\ + 0,124 \text{ hibrit}_{7} + 0,867 \text{ hibrit}_{10}$$

m1% Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen kütle m1% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.237, 2.238 ve 2.239'dan görüldüğü üzere m1% değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.58 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.57. D grubu kütle m1% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.237, 2.238 ve 2.239 de görüldüğü üzere m1% için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.225. D grubu m1% kütle değişim değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-38,65	-38,71	-38,7	-38,69
2	-38,73	-38,71	-38,72	-38,71
3	-38,74	-38,7	-38,71	-38,72
DEĞİŞİM	0,09	0,01	0,01	0,03
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.226. D grubu m1 % kütle değişim değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	85,65	86,19	86,12	86,02
2	86,39	86,23	86,25	86,23
3	86,52	86,15	86,19	86,31
DEĞİŞİM	0,87	0,08	0,14	0,29
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.227. D grubu m1 % kütle değişim değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,6599	0,6294	0,5733	0,6621
2	0,6841	0,6934	0,7429	0,6582
3	0,6198	0,641	0,6476	0,6435
DEĞİŞİM	0,0643	0,0641	0,1695	0,0187
DERECE	2	3	1	4

Buna bağlı olarak m1% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin Kütle m1% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.240'de verilmiştir.

Tablo 3.228. D grubu m1 % kütle değişim değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	10,4465	1,30581	3	0,007
KALIP SICAKLIĞI	2	0,9473	0,47367	1,09	0,344
ENJEKSİYON HIZI	2	0,193	0,09649	0,22	0,802
MEME SICAKLIĞI	2	0,0653	0,03265	0,08	0,928
HİBRİT ORAN	2	9,2409	4,62044	10,63	0
HATA	54	23,4824	0,43486		
TOPLAM	62	33,9289			
MODEL ÖZETİ	S		R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,659438		30,79%	20,54%	5,80%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin m1% deneyel verilerini tahmin etmede %5,8 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

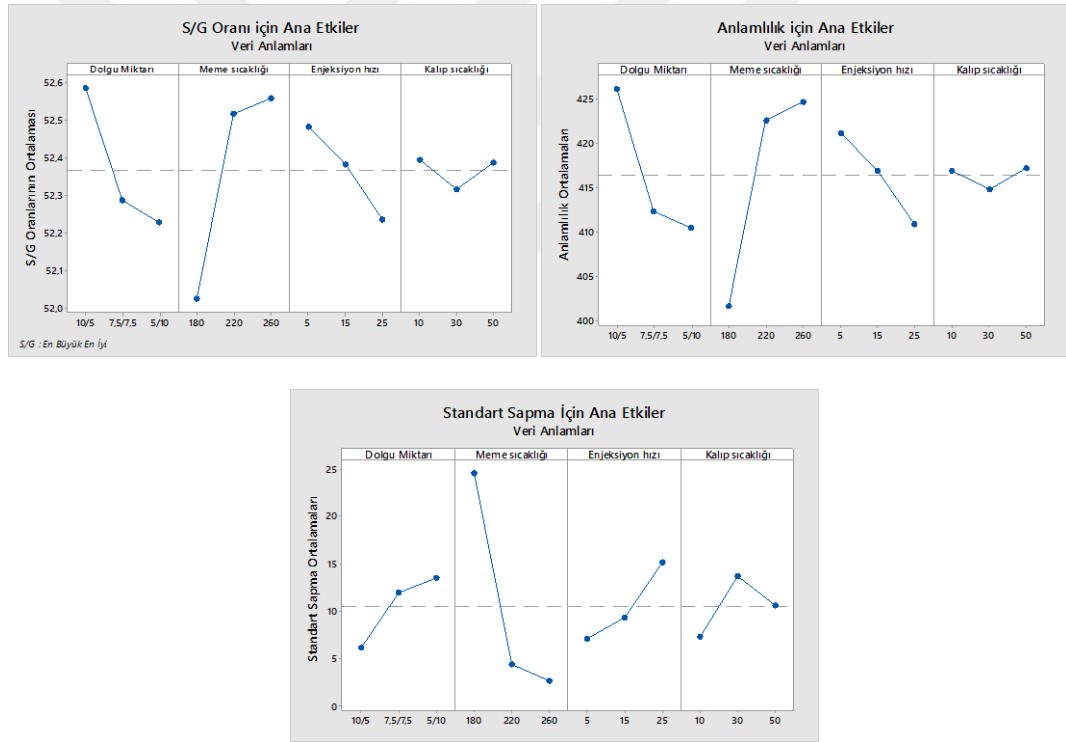
$$C5=86,284+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,214 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,290 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,136 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,071 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} + 0,036 \text{ meme sıc}_{220} - 0,043 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,124 \text{ hibrit}_{7} - 0,867 \text{ hibrit}_{10}$$

3.3.1.2. D grubu sıcaklık

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu sıcaklık minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.1.2.1'de A noktası değerleri, 3.3.1.2.2'de B noktası değerleri ve 3.3.1.2.3'de C noktası değerleri verilmiştir.

A Noktası Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık A noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.241, 2.242 ve 2.243'dan görüldüğü üzere A noktası değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.59 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.58. D grubu sıcaklığa değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlilik ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.241, 2.242 ve 2.243 de görüldüğü üzere A noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.229. D grubu A noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	52,59	52,02	52,48	52,4
2	52,29	52,52	52,38	52,32
3	52,23	52,56	52,24	52,39
DEĞİŞİM	0,36	0,54	0,25	0,08
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.230. D grubu A noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	426,2	401,7	421,2	416,9
2	412,3	422,6	416,9	414,8
3	410,5	424,7	410,9	417,3
DEĞİŞİM	15,7	23	10,2	2,4
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.231. D grubu A noktası sıcaklık değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	6,184	24,599	7,091	7,304
2	11,98	4,414	9,343	13,705
3	13,505	2,657	15,235	10,661
DEĞİŞİM	7,321	21,942	8,145	6,402
DERECE	3	1	2	4

Buna bağlı olarak A noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin sıcaklık A noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.244'de verilmiştir.

Tablo 3.232. D grubu A noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	11080,2	1385,02	5,79	0
KALIP SICAKLIĞI	2	3079,9	1539,94	6,44	0,003
ENJEKSİYON HIZI	2	6817	3408,52	14,25	0
MEME SICAKLIĞI	2	1112	556	2,33	0,107
HİBRİT ORAN	2	71,2	35,61	0,15	0,862
HATA	54	12912,7	239,12		
TOPLAM	62	23992,8			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	15,4636	46,18%		38,21%	26,75%

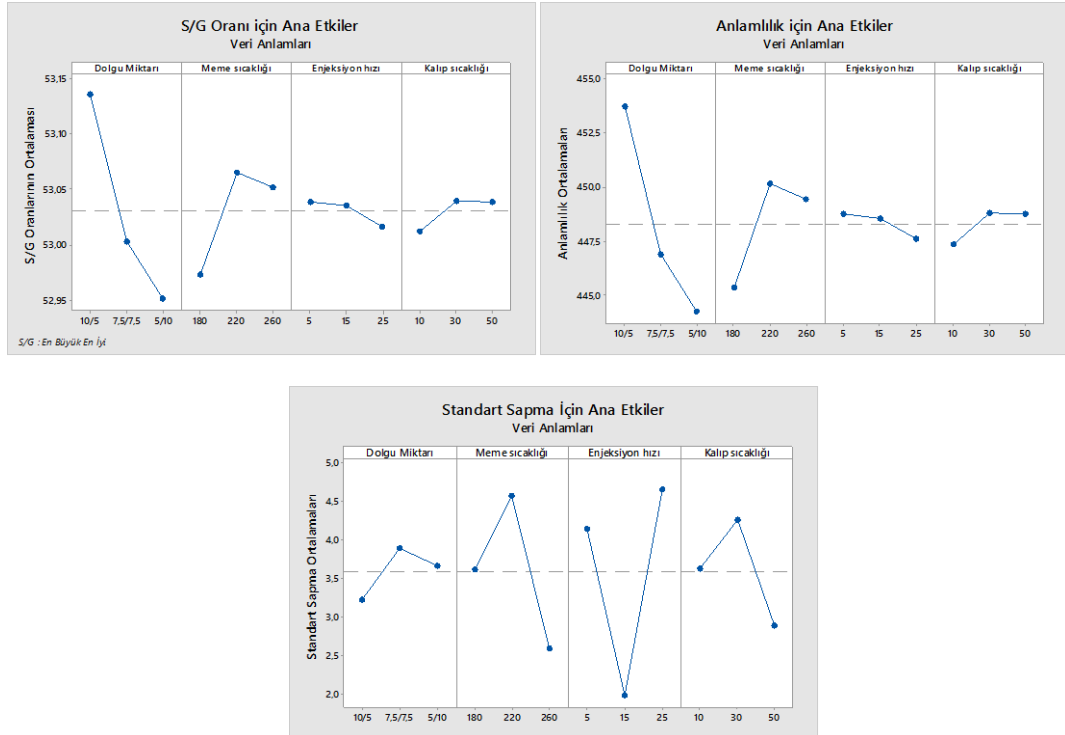
Bu varyans analizleri sonucun da modelin A noktası deneyel verilerini tahmin etmede %26,75 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı ve kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 401,20 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 1,85 \text{ hibrit}_7 + 15,67 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} + 20,97 \text{ meme sic}_{220} + 23,02 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5 + 4,20 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 10,24 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 2,05 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,37 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}$$

B Noktası Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık B noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.245, 2.246 ve 2.247'dan görüldüğü üzere B noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.60 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.59. D grubu sıcaklık B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.245, 2.246 ve 2.247 de görüldüğü üzere B noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.233. D grubu B noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	53,14	52,97	53,04	53,01
2	53	53,07	53,04	53,04
3	52,95	53,05	53,02	53,04
DEĞİŞİM	0,18	0,09	0,02	0,03
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.234. D grubu B noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	453,7	445,4	448,7	447,4
2	446,9	450,2	448,6	448,8
3	444,3	447,6	447,6	448,7
DEĞİŞİM	9,5	4,8	1,1	1,4
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.235. D grubu B noktası sıcaklık standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,224	3,618	4,141	3,635
2	3,888	4,568	1,99	4,257
3	3,669	2,596	4,651	2,889
DEĞİŞİM	0,664	1,973	2,661	1,368
DERECE	4	2	1	3

Buna bağlı olarak B noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin sıcaklık B noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.248'de verilmiştir.

Tablo 3.236. D grubu B noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	1323,61	165,451	10,83	0
KALIP SICAKLIĞI	2	1000,92	500,462	32,75	0
ENJEKSİYON HIZI	2	280,11	140,055	9,16	0
MEME SICAKLIĞI	2	14,98	7,492	0,49	0,615
HİBRİT ORAN	2	27,59	13,794	0,9	0,412
HATA	54	825,3	15,283		
TOPLAM	62	2148,91			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	3,9094	61,59%	55,90%	47,73%	

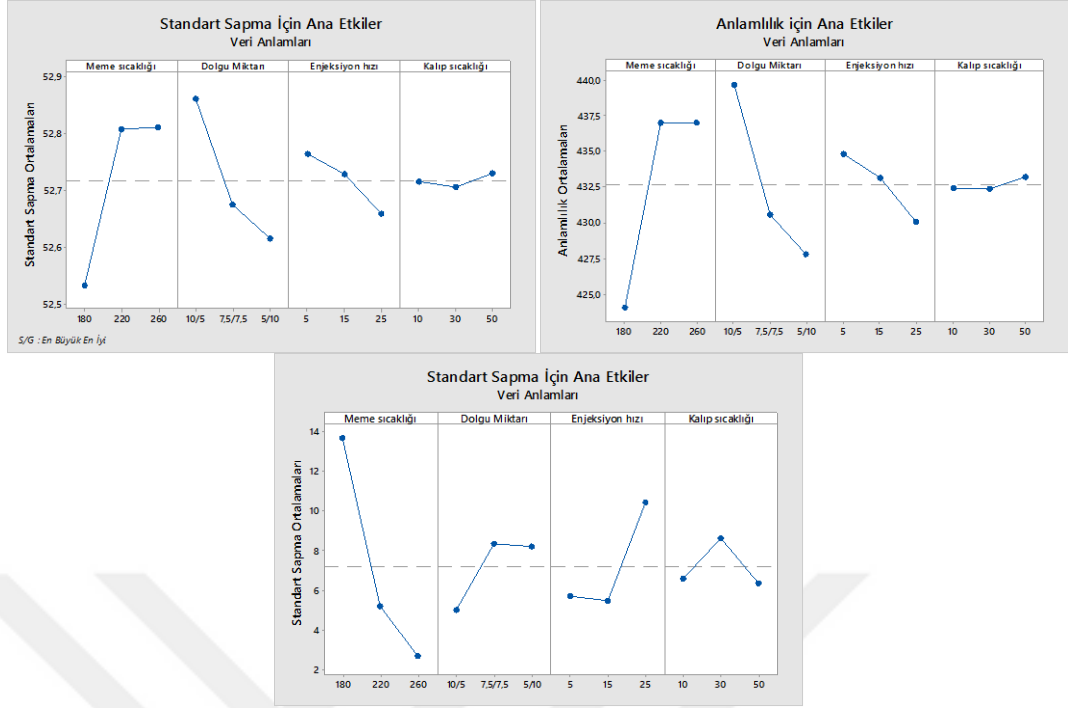
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin B noktası deneysel verilerini tahmin etmede %37,80 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı ve kalıp sıcaklığı etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 440,82 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 2,63 \text{ hibrit}_7 + 9,46 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} + 4,80 \text{ meme sic}_{220} + 4,06 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5 + 0,18 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 1,11 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 1,44 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 1,37 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}$$

C Noktası Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık C noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.249, 2.250 ve 2.251'dan görüldüğü üzere C noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.61 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.60. D grubu sıcaklık C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.249, 2.250 ve 2.251 de görüldüğü üzere C noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.237. D grubu C noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	52,53	52,86	52,76	52,72
2	52,81	52,68	52,73	52,71
3	52,81	52,62	52,6	52,73
DEĞİŞİM	0,28	0,24	0,11	0,02
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.238. D grubu C noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	424,1	439,7	434,8	432,5
2	437	430,6	433,2	432,4
3	437,1	427,8	430,1	433,3
DEĞİŞİM	13	11,9	4,8	0,9
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.239. D grubu C noktası sıcaklık değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	13,688	5,004	5,71	6,59
2	5,22	8,377	5,475	8,653
3	2,708	8,235	10,43	6,372
DEĞİŞİM	10,98	3,373	4,956	2,28
DERECE	1	3	2	4

Buna bağlı olarak C noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin sıcaklık C noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.252'de verilmiştir.

Tablo 3.240. D grubu C noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	4227,67	528,46	6,39	0
KALIP SICAKLIĞI	2	1614,13	807,07	9,76	0
ENJEKSİYON HIZI	2	2359,34	1179,67	14,27	0
MEME SICAKLIĞI	2	244,88	122,44	1,48	0,236
HİBRİT ORAN	2	9,32	4,66	0,06	0,945
HATA	54	4464,09	82,67		
TOPLAM	62	8691,76			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	9,09222	48,64%		41,03%	30,09%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin C noktası deneyel verilerini tahmin etmede %30,09 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı ve kalıp sıcaklığı etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 421,08 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 2,77 \text{ hibrit}_7 + 11,85 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} + 12,97 \text{ meme sic}_{220} + 12,99 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{51,65} \text{ enjeksiyon}$$

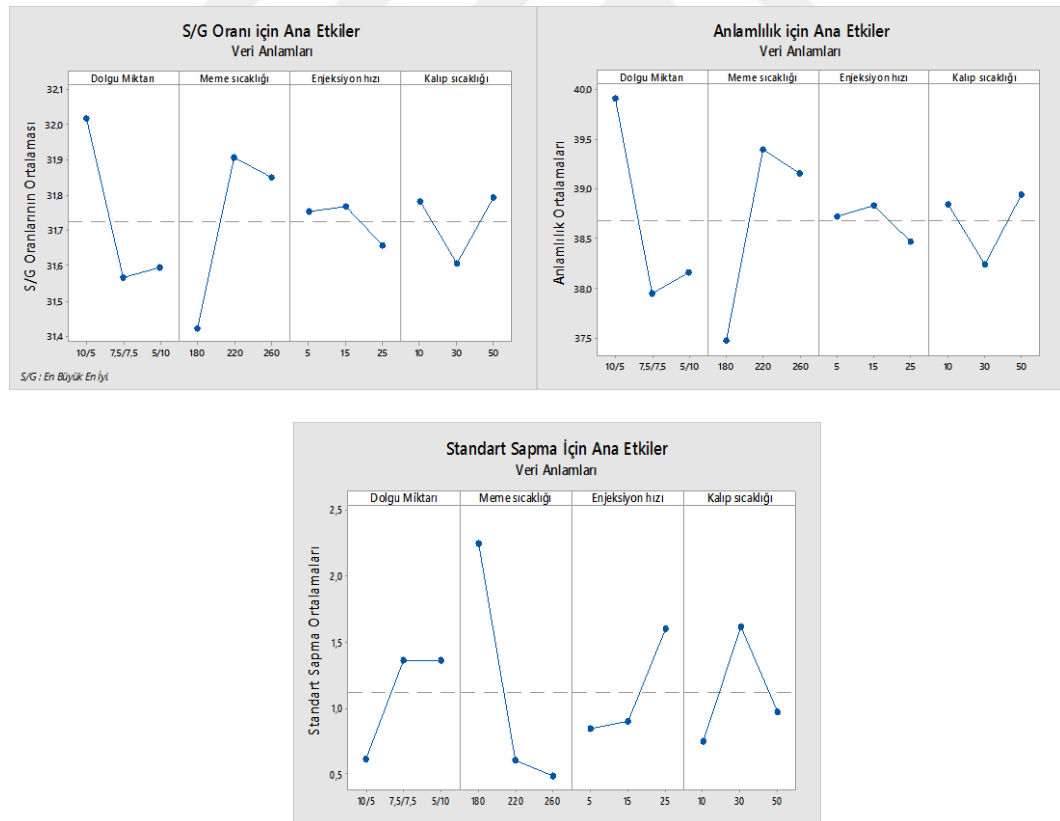
$hızı_{15} - 4,76$ enjeksiyon hızı $_{25} + 0,0$ kalıp sıcaklığı $_{10} - 0,07$ kalıp sıcaklığı $_{30} + 0,78$ kalıp sıcaklığı $_{50}$

3.3.1.3. D grubu zaman

Düşük Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (D) grubu zaman minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.1.3.1'de A noktası değerleri, 3.3.1.3.2'de B noktası değerleri ve 3.3.1.3.3'de C noktası değerleri verilmiştir.

A Noktası Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman A noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.253, 2.254 ve 2.255'dan görüldüğü üzere A noktası değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.62 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.61 D grubu zaman A değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.253, 2.254 ve 2.255 de görüldüğü üzere A noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.241. D grubu A noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	32,02	31,42	31,75	31,78
2	31,57	31,91	31,77	31,61
3	31,59	31,85	31,66	31,79
DEĞİŞİM	0,45	0,48	0,11	0,19
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.242. D grubu A noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	39,91	37,47	38,72	38,84
2	37,95	39,4	38,84	38,24
3	38,17	39,16	38,47	38,95
DEĞİŞİM	1,96	1,93	0,37	0,71
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.243. D grubu A noktası zaman değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,614	2,2456	0,8431	0,7493
2	1,3648	0,6086	0,901	1,6202
3	1,3651	0,4897	1,5998	0,9745
DEĞİŞİM	0,7511	1,7559	0,7567	0,8709
DERECE	4	1	3	2

Buna bağlı olarak A noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin zaman A noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.256'de verilmiştir.

Tablo 3.244. D grubu A noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	102,6	12,825	5,66	0
KALIP SICAKLIĞI	2	6,093	3,0467	1,35	0,269
ENJEKSİYON HIZI	2	1,506	0,7531	0,33	0,719
MEME SICAKLIĞI	2	46,327	23,1635	10,23	0
HİBRİT ORAN	2	48,673	24,3366	10,75	0
HATA	54	122,265	2,2642		
TOPLAM	62	224,865			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	1,50472	45,63%	37,57%	25,99%	

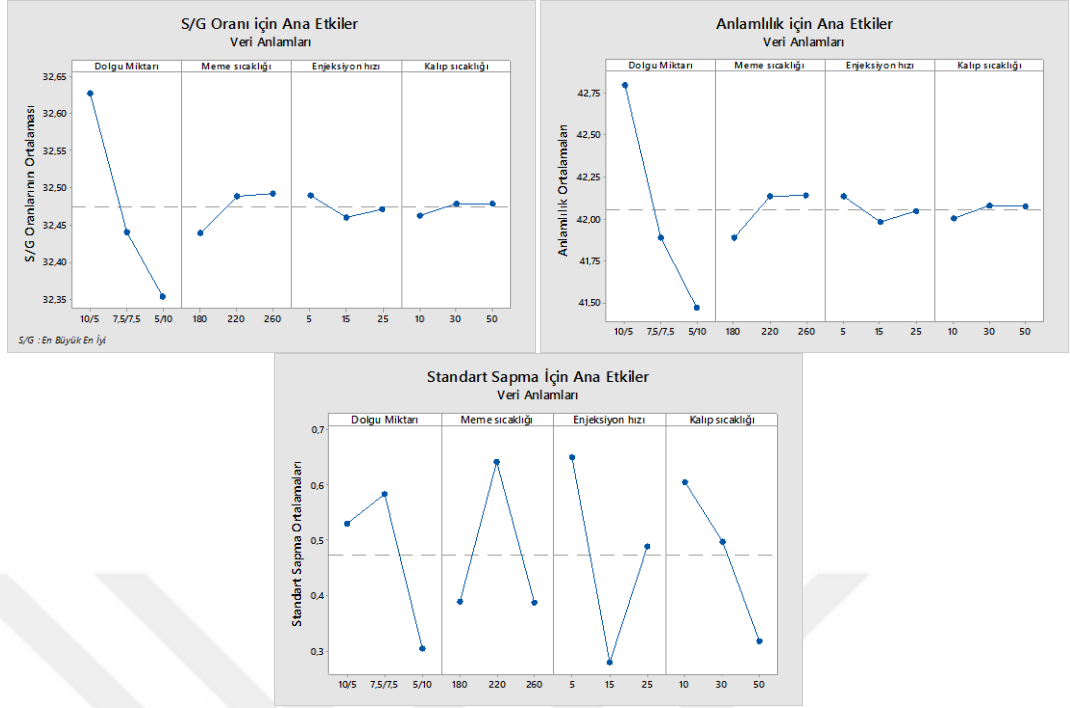
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin A noktası deneysel verilerini tahmin etmede %25,99 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 37,171 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,599 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,108 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,116 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,255 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 1,930 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 1,684 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,213 \text{ hibrit}_{7} + 1,749 \text{ hibrit}_{10}$$

B Noktası Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman B noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.257, 2.258 ve 2.259'den görüldüğü üzere B noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.63 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.62. D grubu zaman değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.257, 2.258 ve 2.259 de görüldüğü üzere B noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.245. D grubu B noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	32,63	32,44	32,49	32,46
2	32,44	32,49	32,46	32,48
3	32,35	32,49	32,47	32,48
DEĞİŞİM	0,27	0,05	0,03	0,02
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.246. D grubu B noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	42,8	41,89	42,14	42,01
2	41,89	42,13	41,98	42,08
3	41,47	42,14	42,05	42,08
DEĞİŞİM	1,33	0,26	0,15	0,07
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.247. D grubu B noktası zaman standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,5308	0,3898	0,6503	0,6046
2	0,5843	0,6422	0,2801	0,4977
3	0,3049	0,388	0,4896	0,3176
DEĞİŞİM	0,2793	0,2541	0,3702	0,287
DERECE	3	4	1	2

Buna bağlı olarak B noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin zaman B noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.260'de verilmiştir.

Tablo 3.248 . D grubu B noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	20,5719	2,57148	8,87	0
KALIP SICAKLIĞI	2	0,0734	0,12341	0,13	0,881
ENJEKSİYON HIZI	2	0,2468	0,12341	0,43	0,656
MEME SICAKLIĞI	2	0,8835	0,44174	1,52	0,227
HİBRİT ORAN	2	19,3681	9,68407	33,4	0
HATA	54	15,6568	0,28994		
TOPLAM	62	36,2287			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,538462	56,78%		50,38%	41,18%

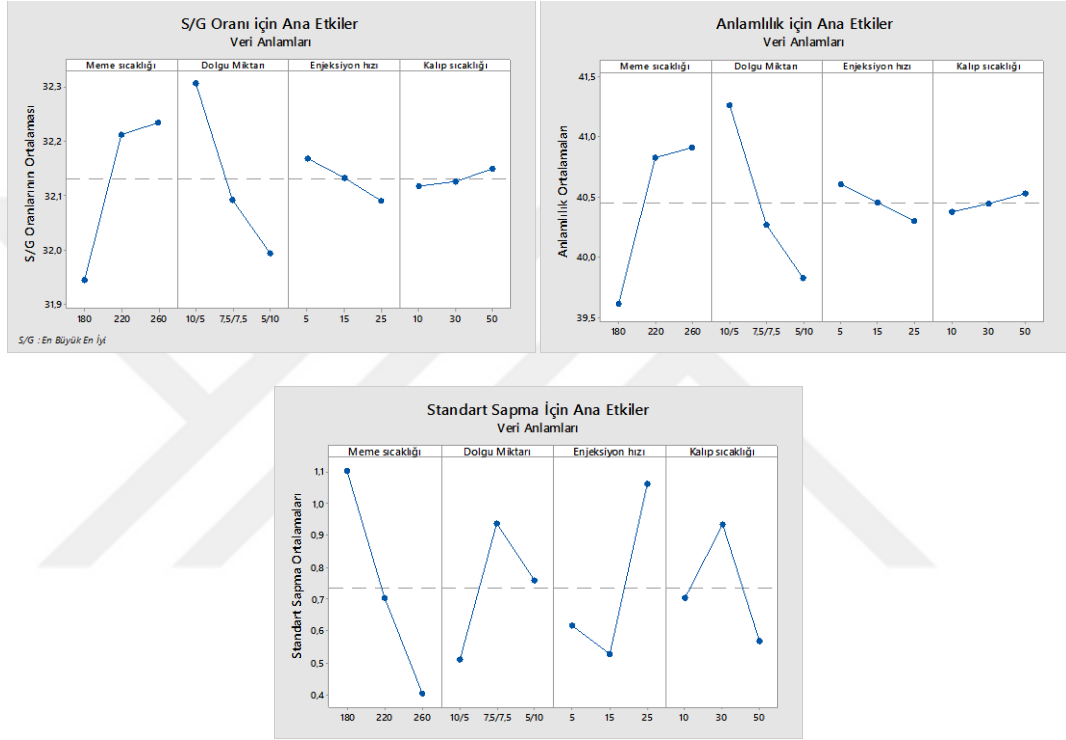
Bu varyans analizleri sonucun da modelin B noktası deneysel verilerini tahmin etmede %41,18 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 41,336 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,074 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,070 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,153 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,087 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,247 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,256 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,421 \text{ hibrit}_{7} + 1,329 \text{ hibrit}_{10}$$

C Noktası Değerleri

D grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman C noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.261, 2.262 ve 2.263'dan görüldüğü üzere C noktası değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.64 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.63. D grubu zamanc değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlilik ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.261, 2.262 ve 2.263 da görüldüğü üzere C noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.249. D grubu C noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	31,95	32,31	32,17	32,12
2	32,21	32,09	32,13	32,13
3	32,23	31,99	32,09	32,15
DEĞİŞİM	0,29	0,31	0,08	0,03
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.250. D grubu C noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	39,62	41,26	40,6	40,37
2	40,82	40,27	40,45	40,45
3	40,91	39,83	40,3	40,53
DEĞİŞİM	1,3	1,43	0,31	0,16
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.251. D grubu C noktası zaman değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,1029	0,5125	0,619	0,7063
2	0,7052	0,9397	0,5293	0,9366
3	0,4034	0,7593	1,0632	0,5686
DEĞİŞİM	0,6996	0,4272	0,5339	0,3679
DERECE	1	3	2	4

Buna bağlı olarak C noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen D grubu DMA analizlerinin zaman C noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.264'de verilmiştir.

Tablo 3.252. D grubu C noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	45,8311	5,7289	7,81	0
KALIP SICAKLIĞI	2	25,81	0,129	0,18	0,839
ENJEKSİYON HIZI	2	0,9983	0,4992	0,68	0,511
MEME SICAKLIĞI	2	22,0445	110023	15,02	0
HİBRİT ORAN	2	22,5302	1102651	15,35	0
HATA	54	39,618	7337		
TOPLAM	62	85,4491			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,856543	53,64%		46,77%	36,89%

Bu varyans analizleri sonucunda da modelin C noktası deneysel verilerini tahmin etmede %36,89 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne

alındığında da meme sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=39,070+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}+ 0,073 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,157 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5}+ 0,157 \text{ enjeksiyon hızı}_{150}+ 0,308 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}+ 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180}+ 1,208 \text{ meme sıcaklığı}_{220}+ 1,297 \text{ meme sıcaklığı}_{260}+ 0,0 \text{ hibrit}_{5}+ 0,440 \text{ hibrit}_{7}+ 1,430 \text{ hibrit}_{10}$$

3.3.2. Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

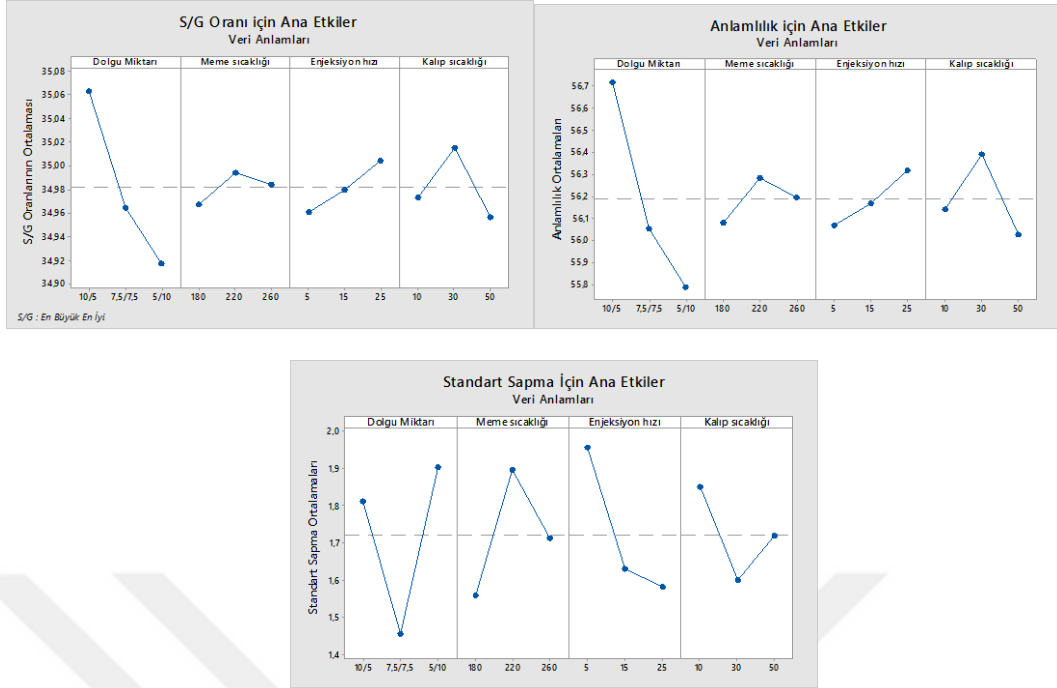
Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.2.1'de kütle değerleri, 3.3.2.2'de sıcaklık değerleri ve 3.3.2.3'de zaman değerleri incelenmiştir.

3.3.2.1. O grubu kütle

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu kütle minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.2.1.1'de C-A% değerleri, 3.3.2.1.2'de B-A% değerleri ve 3.3.2.1.3'de dem1% değerleri verilmiştir.

C-A% Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen kütle C-A% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.265, 2.266 ve 2.267'dan görüldüğü üzere C-A% değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.65 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.64. O grubu kütle C-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.265, 2.266 ve 2.267 de görüldüğü üzere C-A% için sırasıyla en etkili parametreler dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.253. O grubu C-A% kütle değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	35,06	34,97	34,96	34,97
2	34,96	34,99	34,98	35,02
3	34,92	34,98	35	34,96
DEĞİŞİM	0,15	0,03	0,04	0,06
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.254. O grubu C-A% kütle değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	56,72	56,08	56,07	56,14
2	56,05	56,28	56,17	56,39
3	55,79	56,2	56,32	56,03
DEĞİŞİM	0,93	0,2	0,25	0,36
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.255. O grubu C-A% kütle değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,811	1,56	1,956	1,85
2	1,457	1,896	1,631	1,6
3	1,903	1,714	1,584	1,721
DEĞİŞİM	0,446	0,336	0,372	0,25
DERECE	1	3	2	4

Buna bağlı olarak C-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin kütle C-A% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.268'de verilmiştir.

Tablo 3.256. O grubu C-A% kütle değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	12,198	1,5247	0,5	0,853
KALIP SICAKLIĞI	2	1,451	0,7256	0,24	0,79
ENJEKSİYON HIZI	2	0,663	0,3314	0,11	0,898
MEME SICAKLIĞI	2	0,435	0,2173	0,07	0,932
HİBRİT ORAN	2	9,649	4,8247	1,57	0,216
HATA	54	135,479	3,0644		
TOPLAM	62	177,676			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	1,75055	6,87%	0,00%	0,00%	

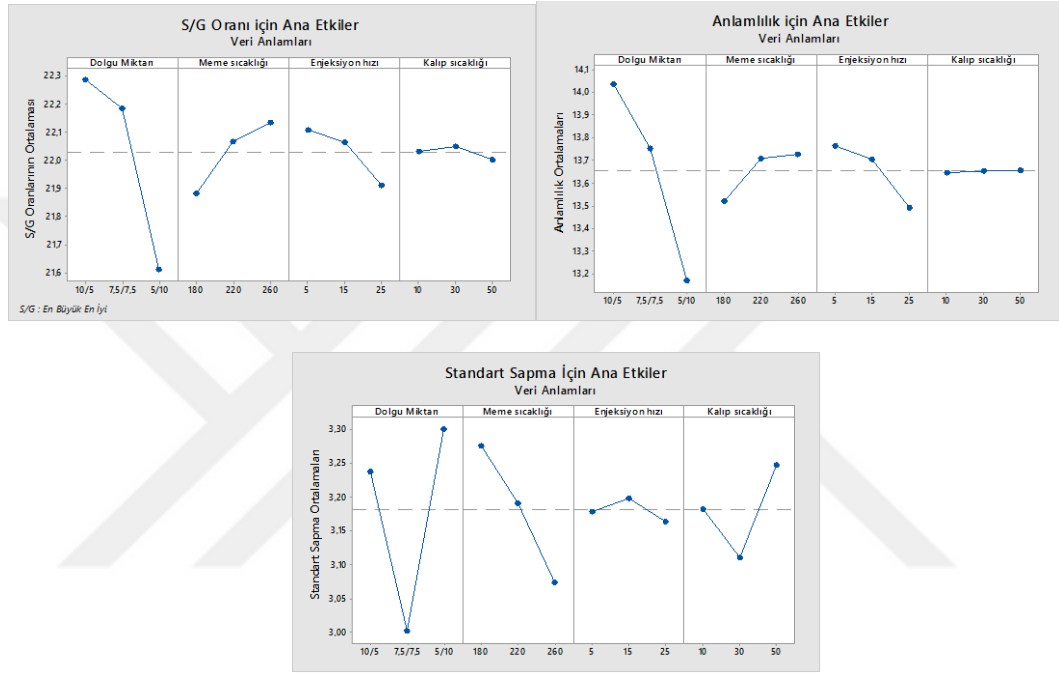
Bu varyans analizleri sonucun da modelin C-A% deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$C5 = 55,520 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,251 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,112 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,098 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,249 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,203 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,117 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,266 \text{ hibrit}_{7} + 0,931 \text{ hibrit}_{10}$

B-A% Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen kütle B-A% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.269, 2.270 ve 2.271'den görüldüğü üzere B-A% değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.66 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.65. O grubu kütle B-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.269, 2.270 ve 2.271 de görüldüğü üzere B-A% için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.257. O grubu B-A% kütle değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	22,29	21,88	22,11	22,03
2	22,19	22,07	22,07	22,05
3	21,61	22,14	21,91	22
DEĞİŞİM	0,68	0,25	0,2	0,05
DERECE	1	2	3	4

Tablo 3.258. O grubu B-A% kütle değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	14,04	13,52	13,76	13,65
2	13,75	13,71	13,7	13,66
3	13,17	13,73	13,49	13,66
DEĞİŞİM	0,86	0,25	0,2	0,05
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.259. O grubu B-A% kütle standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,238	3,276	3,178	3,182
2	3,002	3,192	3,199	3,111
3	3,3001	3,074	3,164	3,248
DEĞİŞİM	0,299	0,201	0,035	0,137
DERECE	1	2	4	3

Buna bağlı olarak B-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin kütle B-A% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.272'de verilmiştir.

Tablo 3.260. O grubu B-A% kütle değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	9,554	1,1943	0,12	0,998
KALIP SICAKLIĞI	2	0,001	0,0007	0	1
ENJEKSİYON HIZI	2	0,863	0,4316	0,04	0,958
MEME SICAKLIĞI	2	0,549	0,2745	0,03	0,973
HİBRİT ORAN	2	8,14	4,0702	0,4	0,671
HATA	54	547,652	10,1417		
TOPLAM	62	557,206			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	3,1846	1,71%		0,00%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin B-A% deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da

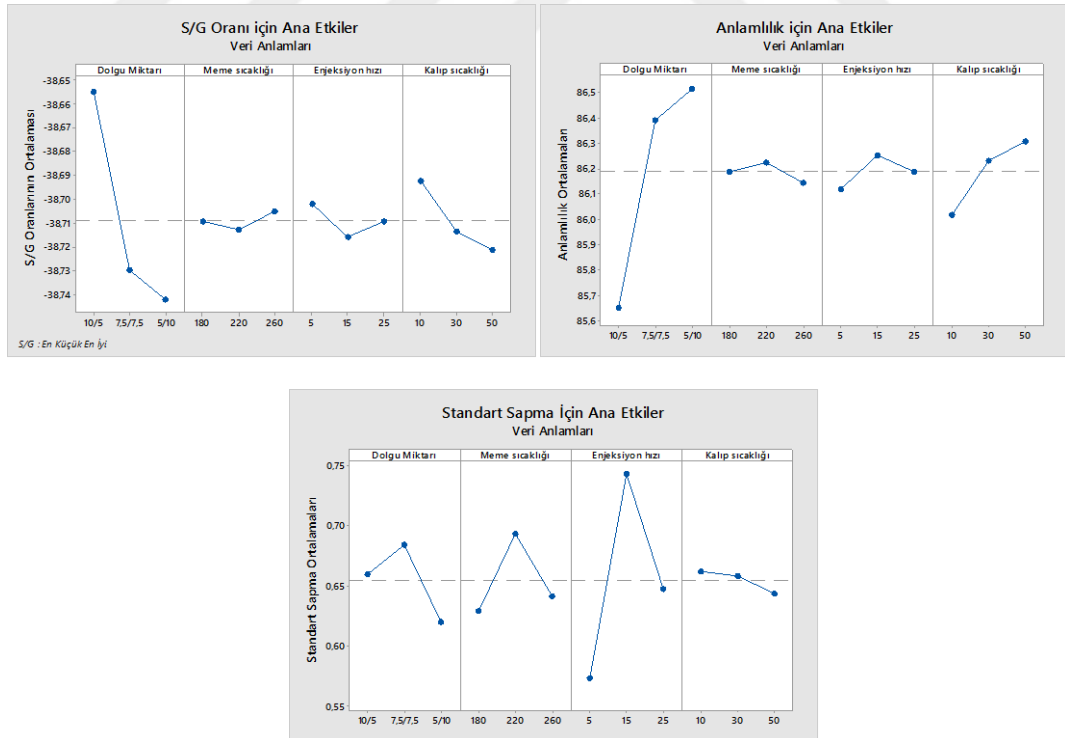
enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 13,14 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,010 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,011 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,059 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,273 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,190 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,205 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,580 \text{ hibrit}_{7} + 0,864 \text{ hibrit}_{10}$$

m1% Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen kütle m1% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.273, 2.274 ve 2.275'dan görüldüğü üzere m1% değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.67 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.66. O grubu kütle m1% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.273, 2.274 ve 2.275 de görüldüğü üzere m1% için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.261. O grubu m1 % kütle değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-38,65	-38,71	-38,7	-38,69
2	-38,73	-38,71	-38,72	-38,71
3	-38,74	-38,7	-38,71	-38,72
DEĞİŞİM	0,09	0,01	0,01	0,03
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.262. O grubu m1 % kütle değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	85,65	86,19	86,12	86,02
2	86,39	86,23	86,25	86,23
3	86,52	86,15	86,19	86,31
DEĞİŞİM	0,87	0,08	0,14	0,29
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.263. O grubu m1 % kütle değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,6599	0,6294	0,5733	0,6621
2	0,6841	0,6934	0,7429	0,6582
3	0,6198	0,641	0,6476	0,6435
DEĞİŞİM	0,0643	0,0641	0,1695	0,0187
DERECE	2	3	1	4

Buna bağlı olarak m1% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin kütle m1% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.276'de verilmiştir.

Tablo 3.264. O grubu m1 % kütle değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	10,4465	1,30581	3	0,007
KALIP SICAKLIĞI	2	0,9473	0,47367	1,09	0,344
ENJEKSİYON HIZI	2	0,193	0,09649	0,22	0,802
MEME SICAKLIĞI	2	0,0653	0,03265	0,08	0,928
HİBRİT ORAN	2	9,2409	4,62044	10,63	0
HATA	54	23,4824	0,43486		
TOPLAM	62	33,9289			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,659438	30,79%		20,54%	5,80%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin m1% deneyel verilerini tahmin etmede %5,8 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametre olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

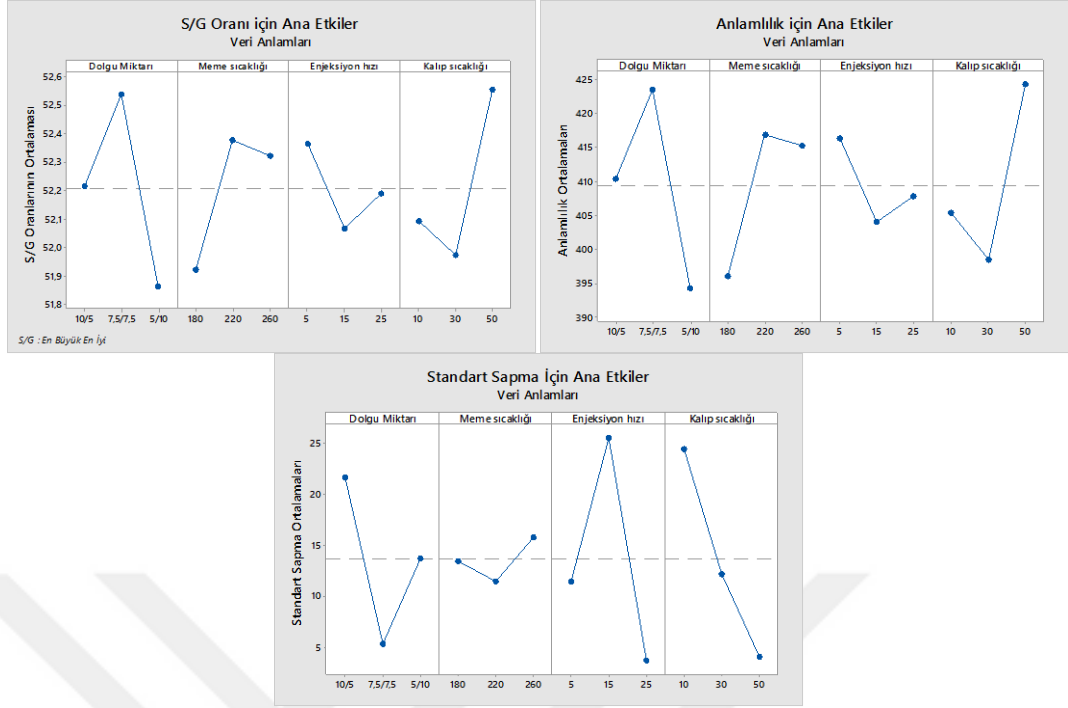
$C5 = 86,284 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,214 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,290 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,136 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,071 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,036 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,043 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,124 \text{ hibrit}_{7} - 0,867 \text{ hibrit}_{10}$

3.3.2.2. O grubu sıcaklık

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu sıcaklık minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.2.2.1'de A Noktası değerleri, 3.3.2.2.2'de B Noktası değerleri ve 3.3.2.2.3'de C Noktası değerleri verilmiştir.

A Noktası Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık A Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.277, 2.278 ve 2.279'den görüldüğü üzere A Noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.68 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.67. O grubu sıcaklık değerleri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.277, 2.278 ve 2.279 de görüldüğü üzere A Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.265. O grubu A noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	52,22	51,92	51,36	52,09
2	52,54	52,38	52,07	51,97
3	51,86	52,32	52,19	52,55
DEĞİŞİM	0,67	0,46	0,3	0,58
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.266. O grubu A noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	410,4	396,1	416,4	405,4
2	423,7	416,9	404,1	398,5
3	394,3	415,3	407,8	424,4
DEĞİŞİM	29,4	20,8	12,3	25,9
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.267. O grubu A noktası sıcaklık değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	21,644	13,472	11,511	24,429
2	5,336	11,472	25,541	12,219
3	13,744	15,78	3,672	4,076
DEĞİŞİM	16,308	4,308	21,869	20,353
DERECE	3	4	1	2

Buna bağlı olarak A Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin sıcaklık A Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.280'de verilmiştir.

Tablo 3.268. O grubu A noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	23969	2996,1	7,81	0
KALIP SICAKLIĞI	2	9095	4547,7	11,86	0
ENJEKSİYON HIZI	2	5643	2821,7	7,36	0,001
MEME SICAKLIĞI	2	1656	828,1	2,16	0,125
HİBRİT ORAN	2	7574	3787	9,87	0
HATA	54	20709	383,5		
TOPLAM	62	44678			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	19,5832	53,65%		46,78%	36,91%

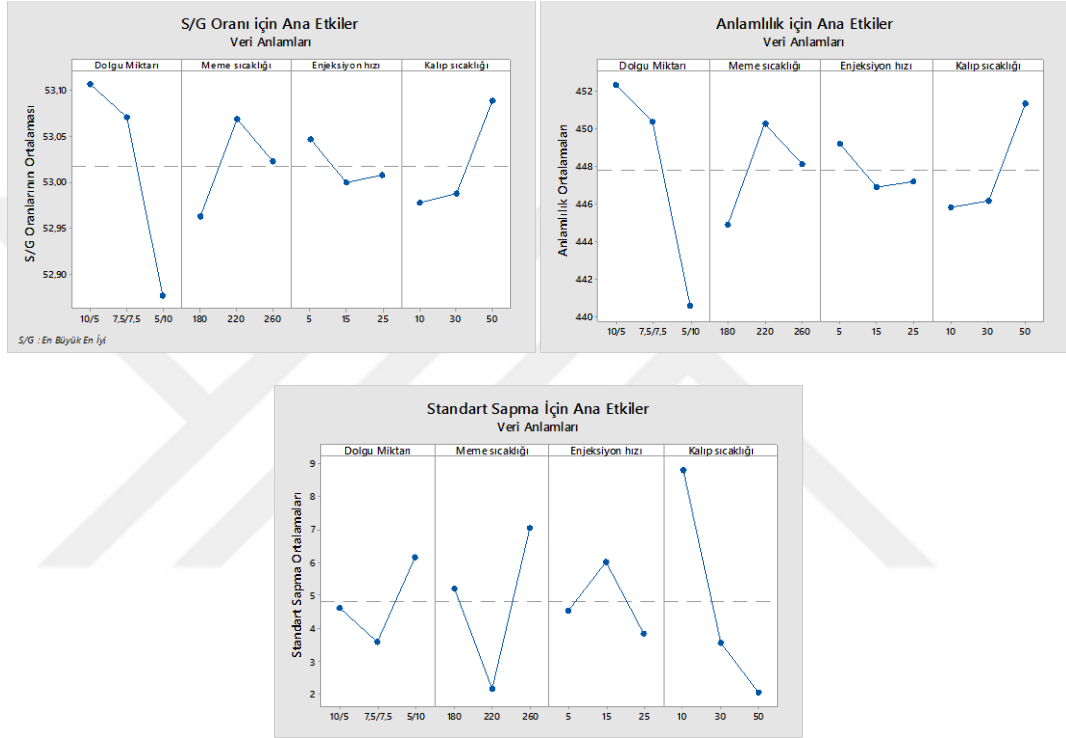
Bu varyans analizleri sonucun da modelin A Noktası deneyel verilerini tahmin etmede %36,91 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 383,79 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 29,39 \text{ hibrit}_7 + 16,11 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} + 20,84 \text{ meme sic}_{220} + 19,22 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5 + 12,25 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 8,52 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 6,89 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 19,04 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}$$

B Noktası Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık B Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.281, 2.282 ve 2.283'den görüldüğü üzere B Noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.69 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.68. O grubu sıcaklık B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.281, 2.282 ve 2.283 de görüldüğü üzere B Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.269. O grubu B noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	53,11	52,96	53,05	52,98
2	53,07	53,07	53	52,99
3	52,88	53,02	53,01	53,09
DEĞİŞİM	0,23	0,11	0,05	0,11
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.270. O grubu B noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	452,4	444,9	449,2	445,8
2	450,4	450,3	446,9	446,2
3	440,6	448,1	447,2	451,4
DEĞİŞİM	11,8	5,4	2,3	5,5
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.271. O grubu B noktası sıcaklık standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	4,64	5,202	4,553	8,811
2	3,609	2,164	6,014	3,558
3	6,171	7,054	3,853	2,051
DEĞİŞİM	2,562	4,89	2,161	6,759
DERECE	3	2	4	1

Buna bağlı olarak B Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin sıcaklık B Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.284'de verilmiştir.

Tablo 3.272. O grubu B noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	2440,46	305,06	8,14	0
KALIP SICAKLIĞI	2	402,33	201,17	5,37	0,007
ENJEKSİYON HIZI	2	63,98	31,99	0,85	0,432
MEME SICAKLIĞI	2	307,75	153,88	4,11	0,022
HİBRİT ORAN	2	1666,39	833,19	22,23	0
HATA	54	2023,95	37,48		
TOPLAM	62	4464,41			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	6,12214	54,66%		47,95%	38,29%

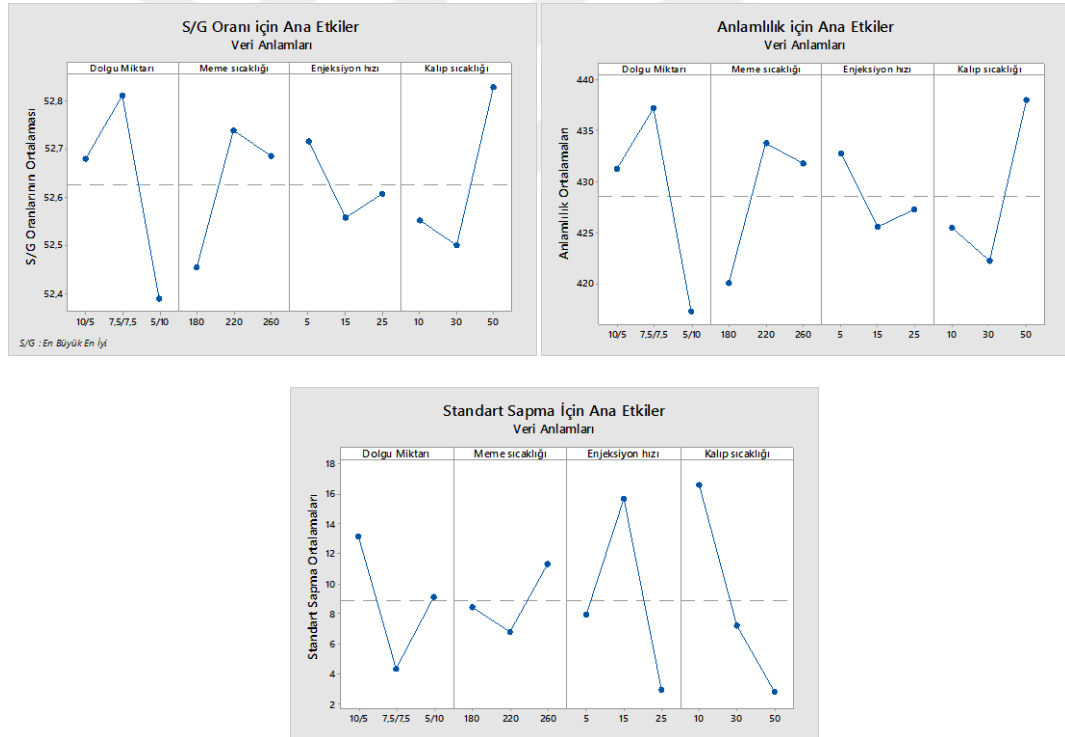
Bu varyans analizleri sonucun da modelin B Noktası deneysel verilerini tahmin etmede %38,29 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıda ki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 437,20 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,33 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 5,52 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 2,27 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 1,98 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 5,38 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 3,21 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 9,81 \text{ hibrit}_{7} + 11,75 \text{ hibrit}_{10}$$

C Noktası Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık C Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.285, 2.286 ve 2.287'den görüldüğü üzere C Noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.70 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.69. O grubu sıcaklık C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.285, 2.286 ve 2.287 de görüldüğü üzere C Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.273. O grubu C noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	52,68	52,45	52,72	52,55
2	52,81	52,74	52,56	52,5
3	52,39	52,69	52,61	52,83
DEĞİŞİM	0,42	0,28	0,16	0,33
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.274. O grubu C noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	431,3	420,2	432,8	425,5
2	437,2	433,8	425,6	422,3
3	417,3	431,8	427,3	438
DEĞİŞİM	19,8	13,6	7,2	15,8
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.275. O grubu C noktası sıcaklıkdeğerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	13,164	8,484	7,986	16,6
2	4,384	6,802	15,704	7,228
3	9,102	11,363	2,959	2,821
DEĞİŞİM	8,78	4,561	12,745	13,779
DERECE	3	4	2	1

Buna bağlı olarak C Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin sıcaklık C Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.288'de verilmiştir.

Tablo 3.276. O grubu C noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	10132,1	1266,5	8,13	0
KALIP SICAKLIĞI	2	4363,3	2181,6	14	0
ENJEKSİYON HIZI	2	2273,9	1137	7,3	0,002
MEME SICAKLIĞI	2	584,9	292,4	1,88	0,163
HİBRİT ORAN	2	2910	1455	9,34	0
HATA	54	8414,4	155,8		
TOPLAM	62	18546,5			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	12,4829	54,63%		47,91%	38,25%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin C Noktası deneyel verilerini tahmin etmede %38,25 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

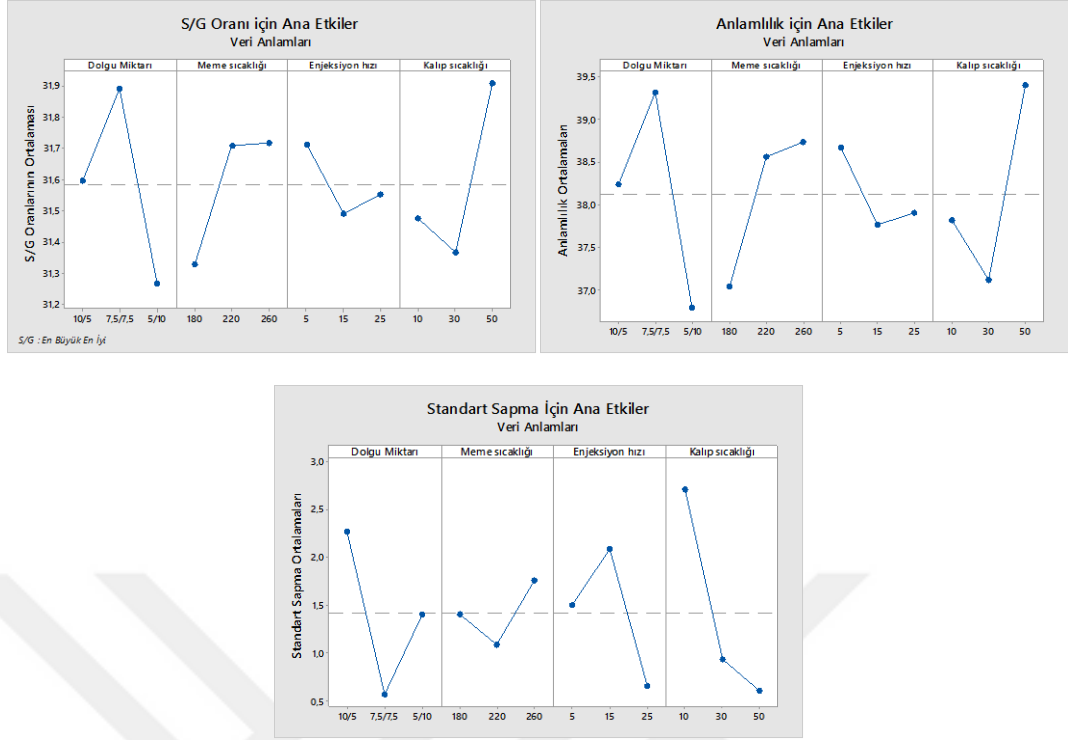
$$\begin{aligned} C5 = & 409,98 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 19,85 \text{ hibrit}_7 + 13,94 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} \\ & + 13,62 \text{ meme sic}_{220} + 11,63 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5 + 7,16 \text{ enjeksiyon} \\ & \text{hızı}_{15} - 5,42 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 3,21 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} \\ & + 12,54 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} \end{aligned}$$

3.3.2.3. O grubu zaman

Orta Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (O) grubu zaman minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.2.3.1'de A Noktası değerleri, 3.3.2.3.2'de B Noktası değerleri ve 3.3.2.3.3'de C Noktası değerleri verilmiştir.

A Noktası Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman A Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.289, 2.290 ve 2.291'den görüldüğü üzere A Noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.71 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.70. O grubu zaman A değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.289, 2.290 ve 2.291 de görüldüğü üzere A Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.277. O grubu A noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	31,6	31,33	31,71	31,48
2	31,89	31,71	31,49	31,37
3	31,27	31,72	31,55	31,91
DEĞİŞİM	0,62	0,39	0,22	0,54
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.278. O grubu A noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	38,24	37,05	38,68	37,82
2	39,32	38,57	37,77	37,13
3	36,8	38,74	37,91	39,41
DEĞİŞİM	2,52	1,69	0,9	2,28
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.279. O grubu A noktası zamandırerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	2,2744	1,408	1,5051	2,7096
2	0,5742	1,0875	2,09	0,9336
3	1,4041	1,7571	0,6575	0,6094
DEĞİŞİM	1,7002	0,6696	1,4326	2,1002
DERECE	2	4	3	1

Buna bağılı olarak A Noktası yanıt değışkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin Zaman A Noktası değıerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.292'de verilmiştir.

Tablo 3.280. O grubu A noktası zaman değıerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	170,994	21,374	5,68	0
KALIP SICAKLIĞI	2	67,379	33,69	8,95	0
ENJEKSİYON HIZI	2	36,269	18,135	4,82	0,012
MEME SICAKLIĞI	2	9,985	4,993	1,33	0,274
HİBRİT ORAN	2	57,36	28,68	7,62	0,001
HATA	54	203,265	3,764		
TOPLAM	62	374,259			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	1,94015	45,69%		37,64%	26,08%

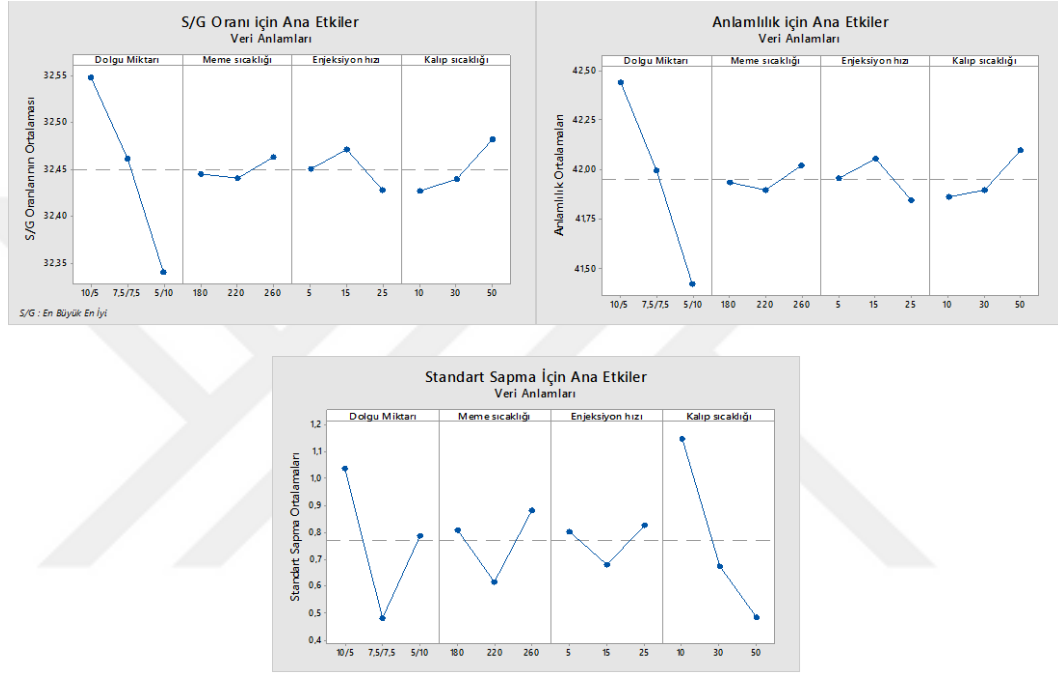
Bu varyans analizleri sonucun da modelin A Noktası deneyel verilerini tahmin etmede %26,08 oranında başarılı olduğı görölmüş ve P Value değıerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 35,989 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 2,524 \text{ hibrit}_7 + 1,445 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} + 1,515 \text{ meme sic}_{220} + 1,690 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5 + 0,905 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,767 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 0,693 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 1,586 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}$$

B Noktası Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman B Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.293, 2.294 ve 2.295'den görüldüğü üzere B Noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.72 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.71. O grubu zaman B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.293, 2.294 ve 2.295 de görüldüğü üzere B Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.281. O grubu B noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	32,55	32,45	32,45	32,43
2	32,46	32,44	32,47	32,44
3	32,34	32,46	32,43	32,48
DEĞİŞİM	0,21	0,02	0,04	0,05
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.282. O grubu B noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	42,44	41,94	41,96	41,86
2	41,99	41,9	42,05	41,9
3	41,42	42,02	41,85	42,1
DEĞİŞİM	1,02	0,12	0,21	0,23
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.283. O grubu B noktası zaman standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,0375	0,8088	0,8022	1,1465
2	0,4808	0,6145	0,6787	0,6742
3	0,7882	0,8832	0,8257	0,4858
DEĞİŞİM	0,5567	0,2686	0,147	0,6606
DERECE	2	3	4	1

Buna bağlı olarak B Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin Zaman B Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.296'de verilmiştir.

Tablo 3.284 O grubu B noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	12,1846	1,52308	2,07	0,056
KALIP SICAKLIĞI	2	0,6617	0,22542	0,45	0,641
ENJEKSİYON HIZI	2	0,4508	0,22542	0,31	0,738
MEME SICAKLIĞI	2	0,1668	0,0834	0,11	0,893
HİBRİT ORAN	2	10,9053	5,45265	7,4	0,001
HATA	54	39,806	0,73715		
TOPLAM	62	51,9906			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,858573	23,44%		12,09%	0,00%

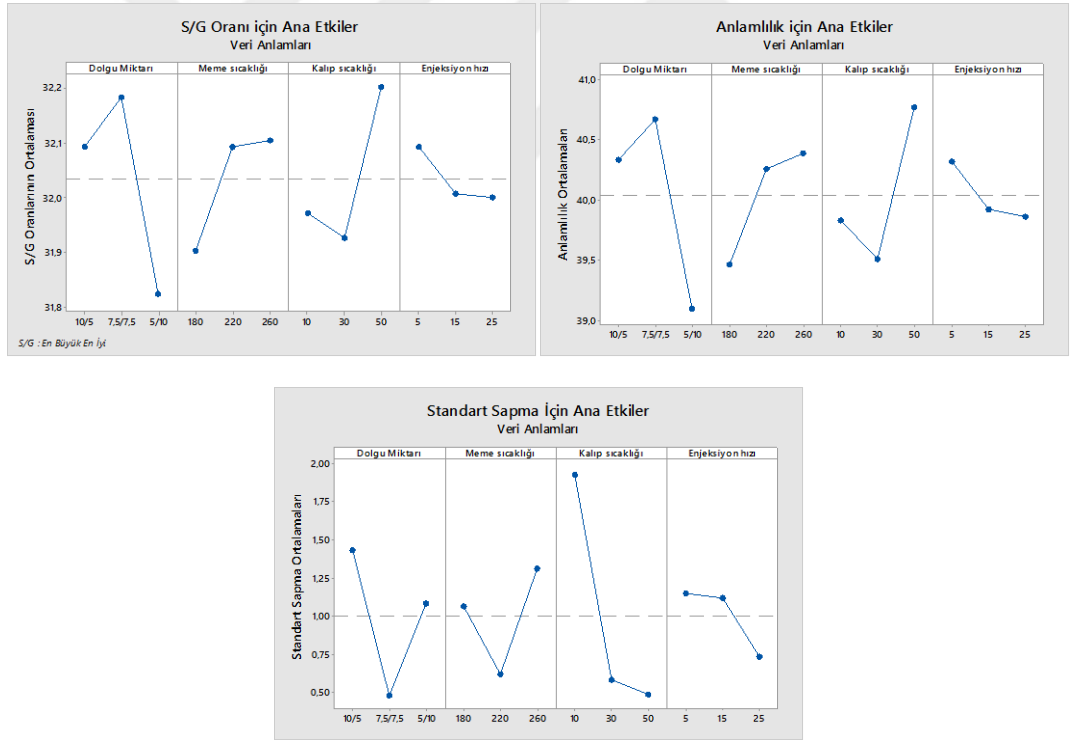
Bu varyans analizleri sonucun da modelin B Noktası deneyel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da hibrit oranının etkili parametre olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 41,325 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,034 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,232 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,095 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,112 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,038 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,085 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,569 \text{ hibrit}_{10} + 1,017 \text{ hibrit}_{15}$$

C Noktası Değerleri

O grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman C Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.297, 2.298 ve 2.299'den görüldüğü üzere C Noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da enjeksiyon hızının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.73 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.72. O grubu zaman C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.297, 2.298 ve 2.299 de görüldüğü üzere C Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.285. O grubu C noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	32,09	31,9	31,97	32,09
2	32,18	32,09	31,93	32,01
3	31,82	32,11	32,2	32
DEĞİŞİM	0,36	0,2	0,28	0,09
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.286. O grubu C noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	40,34	39,46	39,83	40,32
2	40,67	40,25	39,51	39,92
3	39,1	40,39	40,76	39,86
DEĞİŞİM	1,57	0,93	1,25	0,46
DERECE	1	3	2	4

Tablo 3.287. O grubu C noktası zaman değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,4334	1,0684	1,9276	1,1516
2	0,4864	0,6235	0,5862	1,1196
3	1,0871	1,315	0,4931	0,7357
DEĞİŞİM	0,947	0,6916	1,4345	0,416
DERECE	2	3	1	4

Buna bağlı olarak C Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen O grubu DMA analizlerinin Zaman C Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.300'de verilmiştir.

Tablo 3.288. O grubu C noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	59,85	7,481	4,39	0
KALIP SICAKLIĞI	2	17,876	8,938	5,24	0,008
ENJEKSİYON HIZI	2	2,611	1,305	0,77	0,47
MEME SICAKLIĞI	2	10,581	5,291	3,1	0,053
HİBRİT ORAN	2	28,782	14,391	8,44	0,001
HATA	54	92,062	1,705		
TOPLAM	62	151,911			
MODEL ÖZETİ	S		R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
	1,3057		39,40%	30,42%	17,51%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin C Noktası deneyel verilerini tahmin etmede %17,51 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=38,603+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 0,318 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30}+ 0,937 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}+ 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,397 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} 0,460 \text{ enjeksiyon hızı}_{25}+ 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180}+ 0,795 \text{ meme sıcaklığı}_{220}+ 0,928 \text{ meme sıcaklığı}_{260}+ 0,0 \text{ hibrit}_{5}+ 1,572 \text{ hibrit}_{7} + 1,237 \text{ hibrit}_{10}$$

3.3.3. Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme

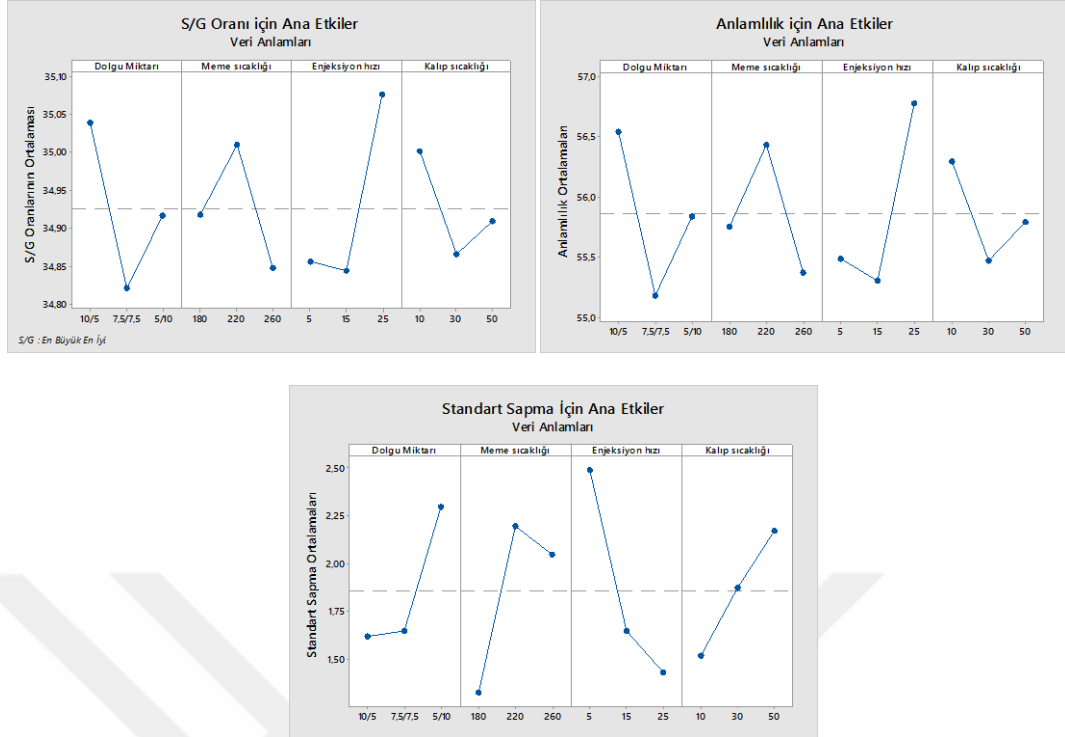
Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.3.1'de kütle değerleri, 3.3.3.2'de sıcaklık değerleri ve 3.3.3.3'de zaman değerleri incelenmiştir.

3.3.3.1. Y grubu kütle

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu kütle minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.3.1.1'de C-A% değerleri, 3.3.3.1.2'de B-A% değerleri ve 3.3.3.1.3'de dem1% değerleri verilmiştir.

C-A% Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen kütle C-A% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.301, 2.302 ve 2.303'dan görüldüğü üzere C-A% değeri için enjeksiyon hızı parametresinin ve sonrasında da dolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.74 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.73. Y grubu kütle C-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.301, 2.302 ve 2.303 de görüldüğü üzere C-A% için sırasıyla en etkili parametrelerin enjeksiyon hızı, dolgu miktarı, meme sıcaklığı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.289. Y grubu C-A% kütle değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	35,04	34,92	34,86	35
2	34,82	35,01	34,84	34,87
3	34,92	34,85	35,08	34,91
DEĞİŞİM	0,22	0,16	0,23	0,14
DERECE	2	3	1	4

Tablo 3.290. Y grubu C-A% kütle değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	56,55	55,76	55,49	56,3
2	55,18	56,44	55,3	55,47
3	55,84	55,38	56,78	55,8
DEĞİŞİM	1,36	1,06	1,48	0,83
DERECE	2	3	1	4

Tablo 3.291. Y grubu C-A% kütle değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	1,619	1,325	2,491	1,52
2	1,65	2,195	1,647	1,877
3	2,299	2,048	1,43	2,171
DEĞİŞİM	0,681	0,87	1,06	0,651
DERECE	3	2	1	4

Buna bağlı olarak C-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin kütle C-A% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.304'de verilmiştir.

Tablo 3.292. Y grubu C-A% kütle değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	66,283	8,285	2,09	0,053
KALIP SICAKLIĞI	2	7,342	3,671	0,93	0,403
ENJEKSİYON HIZI	2	27,274	13,637	3,44	0,039
MEME SICAKLIĞI	2	12,102	6,051	1,53	0,227
HİBRİT ORAN	2	19,565	9,782	2,47	0,094
HATA	54	214,246	3,968		
TOPLAM	62	280,528			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	1,99186	23,63%	12,31%	0,00%	

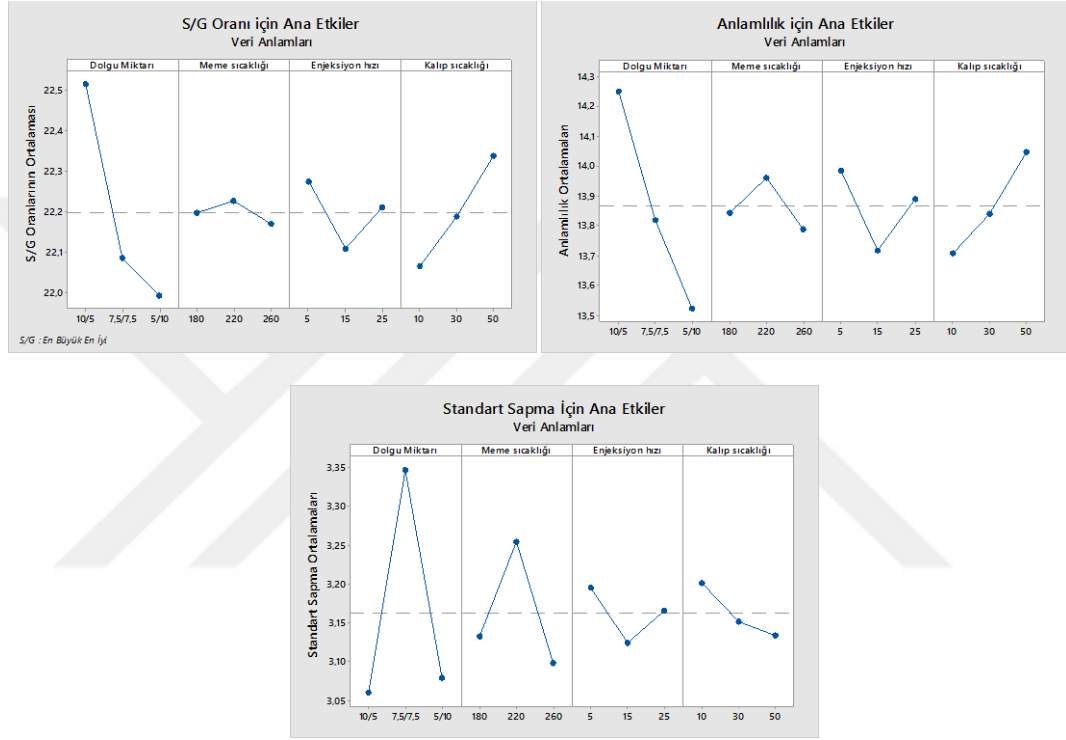
Bu varyans analizleri sonucunda da modelin C-A% deneysel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 55,818 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{100} + 0,830 \text{ kalıp sıcaklığı}_{300} + 0,506 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,181 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 1,296 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,678 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 0,381 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,662 \text{ hibrit}_{7} + 0,703 \text{ hibrit}_{10}$$

B-A% Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman B-A% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.305, 2.306 ve 2.307'dan görüldüğü üzere B-A% değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.75 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.74. Y grubu kütle B-A% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.305, 2.306 ve 2.307 da görüldüğü üzere B-A% için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son dameme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.293. Y grubu B-A% kütle değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	22,52	22,2	22,28	22,07
2	22,09	22,23	22,11	22,19
3	21,99	22,17	22,21	22,34
DEĞİŞİM	0,53	0,06	0,17	0,28
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.294. Y grubu B-A% kütle değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	14,25	13,85	13,99	13,71
2	13,82	13,96	13,72	13,84
3	13,52	13,79	13,89	14,05
DEĞİŞİM	0,73	0,17	0,27	0,34
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.295. Y grubu B-A% kütle standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,06	3,133	3,196	3,201
2	3,347	3,255	3,124	3,151
3	3,079	3,098	3,166	3,133
DEĞİŞİM	0,287	0,157	0,072	0,068
DERECE	1	2	3	4

Buna bağlı olarak B-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin kütle B-A% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.308'de verilmiştir.

Tablo 3.296. Y grubu B-A% kütle değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	7,909	0,9886	0,1	0,999
KALIP SICAKLIĞI	2	1,224	0,612	0,06	0,941
ENJEKSİYON HIZI	2	0,78	0,3902	0,04	0,962
MEME SICAKLIĞI	2	5,588	2,7941	0,28	0,758
HİBRİT ORAN	2	0,317	0,1583	0,02	0,984
HATA	54	541,142	10,0211		
TOPLAM	62	549,051			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	3,16562	1,44%		0,00%	0,00%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin B-A% deneysel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da

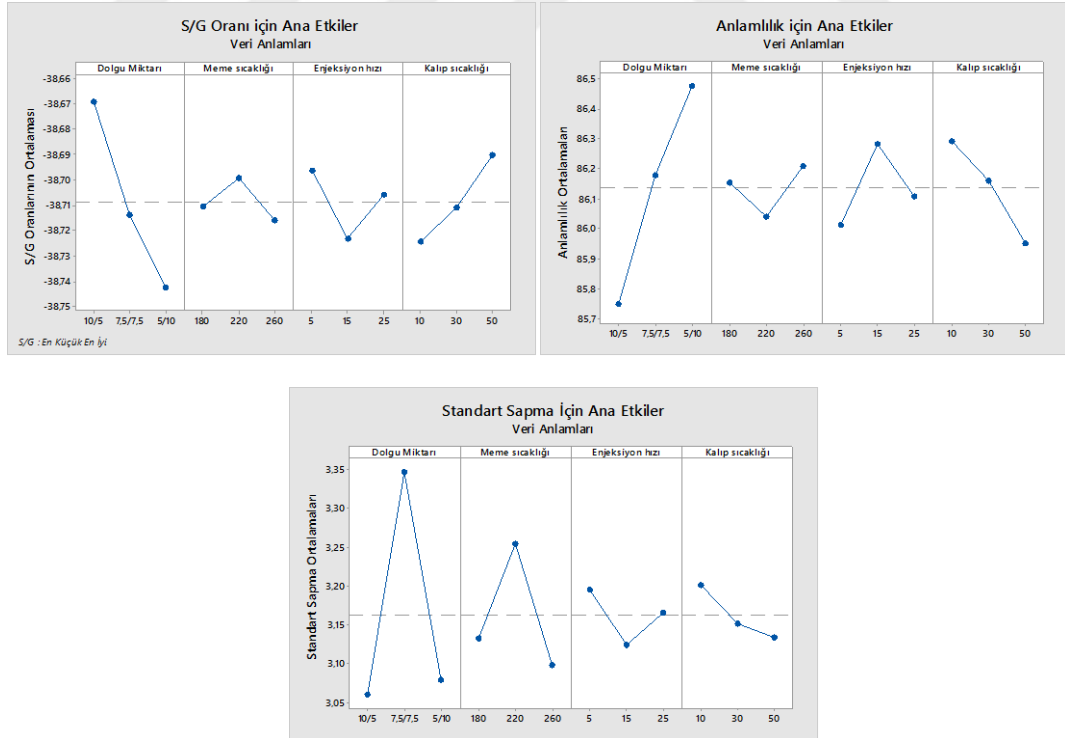
enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 13,47 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,132 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 0,339 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,269 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} - 0,095 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,295 \text{ hibrit}_{7} + 0,725 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} + 0,115 \text{ meme sıcaklığı}_{220} - 0,055 \text{ meme sıcaklığı}_{260}$$

m1% Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zamanm1% verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.309, 2.310 ve 2.311'dan görüldüğü üzere m1% değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da kalıp sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.76 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.75. Y grubu kütle m1% değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.309, 2.310 ve 2.311 da görüldüğü üzere m1% için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, enjeksiyon hızı ve en son da meme sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.297. Y grubu m1 % kütle değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	-38,67	-38,71	-38,7	-38,72
2	-38,71	-38,7	-38,72	-38,71
3	-38,74	-38,72	-38,71	-38,69
DEĞİŞİM	0,07	0,02	0,03	0,03
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.298. Y grubu m1 % kütle değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	85,75	86,15	86,01	86,29
2	86,18	86,04	86,28	86,16
3	86,48	86,21	86,11	85,95
DEĞİŞİM	0,73	0,17	0,27	0,34
DERECE	1	4	3	2

Tablo 3.299. Y grubu m1 % kütle değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,06	3,133	3,196	3,201
2	3,347	3,255	3,124	3,151
3	3,079	3,098	3,166	3,133
DEĞİŞİM	0,287	0,157	0,072	0,068
DERECE	1	2	3	4

Buna bağlı olarak m1% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin kütle m1% değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.312'de verilmiştir.

Tablo 3.300. Y grubu m1 % kütle değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	7,909	0,9886	0,1	0,999
KALIP SICAKLIğI	2	1,224	0,612	0,06	0,941
ENJEKSİYON HIZI	2	0,78	0,3902	0,04	0,962
MEME SICAKLIğI	2	0,317	0,1583	0,02	0,984
HİBRİT ORAN	2	5,588	2,7941	0,28	0,758
HATA	54	541,142	10,0211		
TOPLAM	62	549,051			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	3,16562	1,44%	0,00%	0,00%	

Bu varyans analizleri sonucun da modelin m1% deneysel verilerini tahmin etmede %0 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

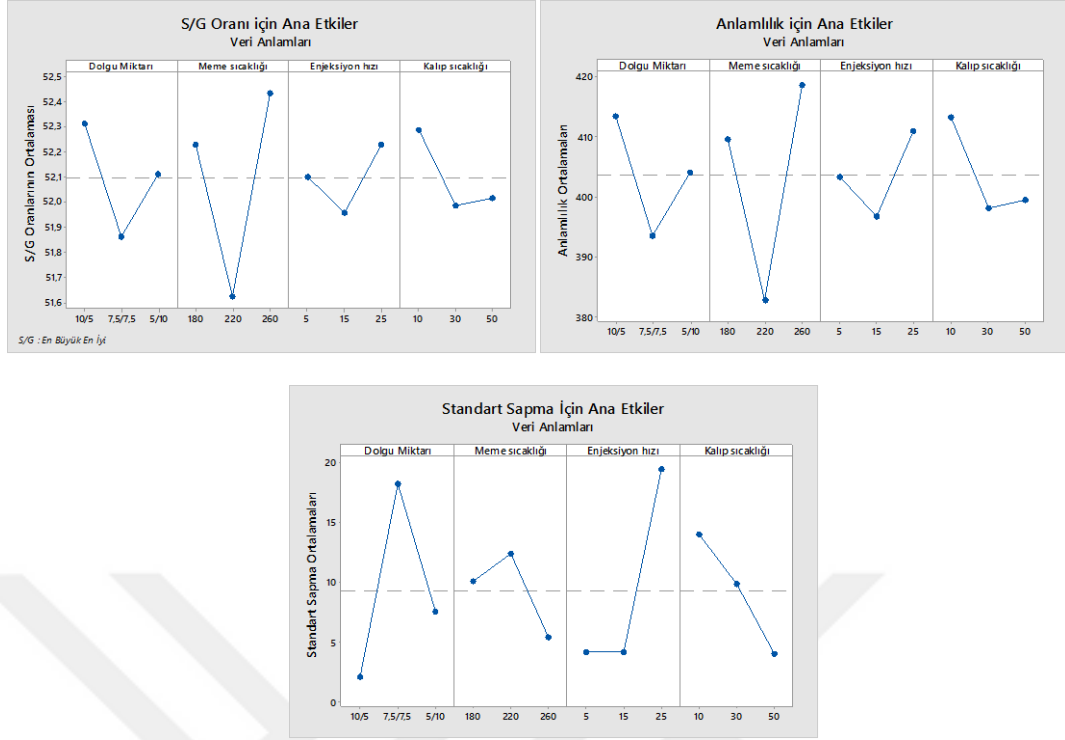
$$C5=86,53+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10}- 0,132 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 0,339 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,269 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,095 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 0,115 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,055 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,295 \text{ hibrit}_{7} - 0,725 \text{ hibrit}_{10}$$

3.3.3.2. Y grubu sıcaklık

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu sıcaklık minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.3.2.1'de A Noktası değerleri, 3.3.3.2.2'de B Noktası değerleri ve 3.3.3.2.3'de C Noktası değerleri verilmiştir.

A Noktası Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi)  zerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık A Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.313, 2.314 ve 2.315'dan görüldüğü üzere A Noktası değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında dadolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.77 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.76. Y grubu sıcaklık değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.313, 2.314 ve 2.315 da görüldüğü üzere A Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.301. Y grubu A noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	52,31	52,23	52,1	52,28
2	51,86	51,62	51,96	51,99
3	52,11	52,43	52,23	52,02
DEĞİŞİM	0,45	0,81	0,27	0,3
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.302. Y grubu A noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	413,4	409,6	403,4	413,3
2	393,5	382,7	396,7	398,1
3	404,1	418,7	410,9	399,6
DEĞİŞİM	19,8	36	14,3	15,2
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.303. Y grubu A noktası sıcaklık değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	2,14	10,127	4,224	14,003
2	18,222	12,4	4,215	9,859
3	7,542	5,377	19,466	4,043
DEĞİŞİM	16,082	7,023	15,252	9,961
DERECE	1	4	2	3

Buna bağlı olarak A Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin sıcaklık A Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.316'de verilmiştir.

Tablo 3.304. Y grubu A noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	23884	2985,5	14,35	0
KALIP SICAKLIĞI	2	2943	1471,5	7,07	0,002
ENJEKSİYON HIZI	2	2136	1067,8	5,13	0,009
MEME SICAKLIĞI	2	14677	7338,3	35,27	0
HİBRİT ORAN	2	4129	2064,3	9,92	0
HATA	54	11237	208,1		
TOPLAM	62	35120			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	14,4251	68,01%		6327,00%	56,45%

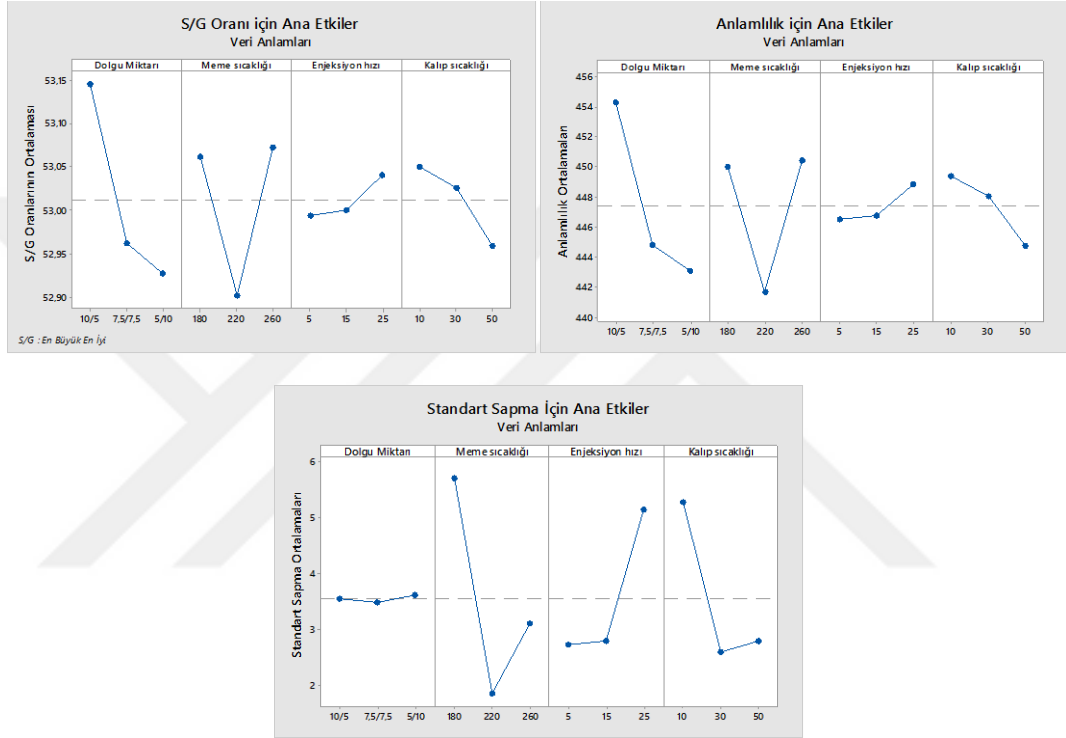
Bu varyans analizleri sonucun da modelin A Noktası deneysel verilerini tahmin etmede %56,45 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=419,30+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{1015,17} \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 13,72 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 6,68 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 7,58 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 26,84 \text{ meme sic}_{220} + 9,13 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 10,52 \text{ hibrit}_{7} + 9,29 \text{ hibrit}_{10}$$

B Noktası Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık B Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.317, 2.318 ve 2.319'dan görüldüğü üzere B Noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.78 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.77. Y grubu sıcaklık B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.317, 2.318 ve 2.319 görüldüğü üzere B Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.305. Y grubu B noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	53,15	53,06	52,99	53,05
2	52,96	52,9	53	53,03
3	52,93	53,07	53,04	52,96
DEĞİŞİM	0,22	0,17	0,05	0,09
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.306. Y grubu B noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	454,3	450	446,5	449,4
2	444,8	441,7	446,8	448,1
3	443,1	450,5	448,9	444,7
DEĞİŞİM	11,2	8,7	2,3	4,7
DERECE	1	2	4	3

Tablo 3.307. Y grubu B noktası sıcaklık standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	3,551	5,709	2,734	5,275
2	3,493	1,858	2,789	2,604
3	3,625	3,103	5,147	2,791
DEĞİŞİM	0,132	3,851	2,413	2,671
DERECE	4	1	3	2

Buna bağlı olarak B Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin sıcaklık B Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.320'de verilmiştir.

Tablo 3.308. Y grubu B noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	2861,94	357,74	19,9	0
KALIP SICAKLIĞI	2	1534,34	767,17	42,68	0
ENJEKSİYON HIZI	2	1014,91	507,46	28,23	0
MEME SICAKLIĞI	2	70,34	35,17	1,96	0,151
HİBRİT ORAN	2	242,34	121,17	6,74	0,002
HATA	54	970,62	17,97		
TOPLAM	62	3832,56			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	4,23964	74,67%		70,92%	65,53%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin B Noktası deneysel verilerini tahmin etmede %65,53 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne

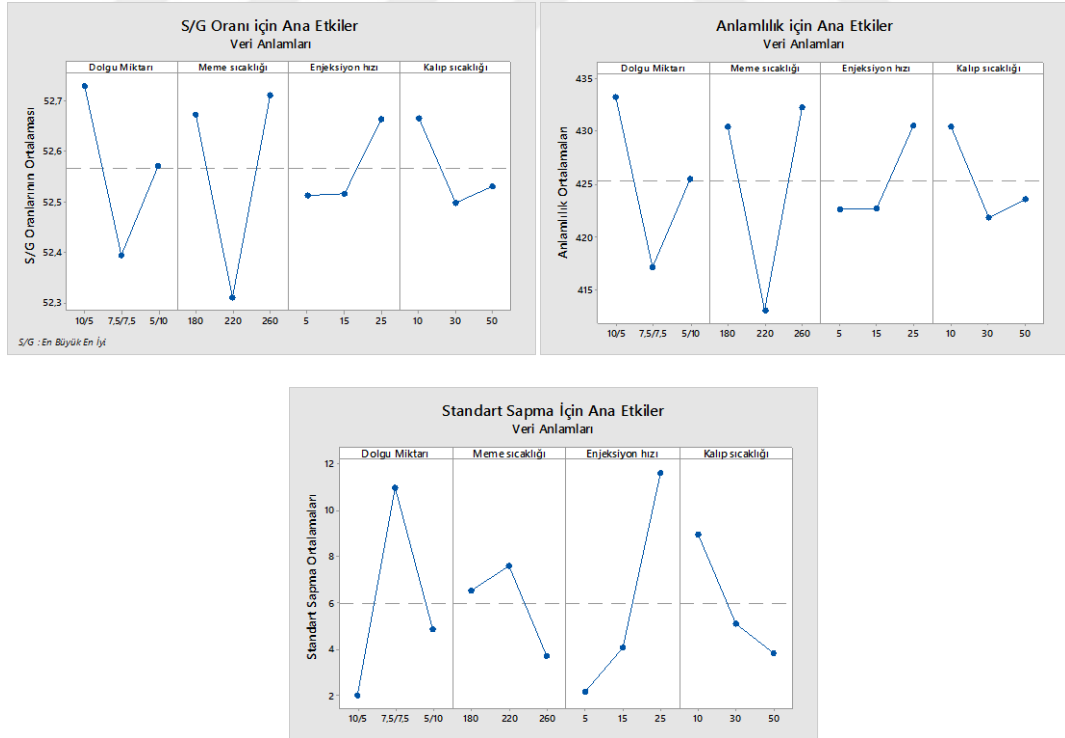
alındığında da enjeksiyon hızı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 446,84 + 0,0 \text{ hibrit}_5 + 1,72 \text{ hibrit}_7 + 11,22 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 8,28 \text{ meme sic}_{220} + 0,46 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hizi}_5 + 0,23 \text{ enjeksiyon hizi}_{15} + 2,35 \text{ enjeksiyon hizi}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 1,35 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 4,67 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}$$

C Noktası Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen sıcaklık C Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.321, 2.322 ve 2.323'dan görüldüğü üzere C Noktası değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında dadolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.79 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.78. Y grubu sıcaklık C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.321, 2.322 ve 2.323 da görüldüğü üzere C Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.309. Y grubu C noktası sıcaklık değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	52,73	52,67	52,51	52,67
2	52,39	52,31	52,52	52,5
3	52,57	52,71	52,67	52,53
DEĞİŞİM	0,34	0,4	0,15	0,17
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.310. Y grubu C noktası sıcaklık değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	433,2	430,5	422,6	430,5
2	417,2	413,1	422,7	421,9
3	425,5	432,3	430,6	423,6
DEĞİŞİM	16,1	19,3	7,9	8,6
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.311. Y grubu C noktası sıcaklıkdeğerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	2,04	6,558	2,188	8,963
2	10,984	7,623	4,094	5,11
3	4,877	3,721	11,619	3,828
DEĞİŞİM	8,945	3,902	9,43	5,135
DERECE	2	4	1	3

Buna bağlı olarak C Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin sıcaklık C Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.324'de verilmiştir.

Tablo 3.312. Y grubu C noktası sıcaklık değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	9192,2	1149,03	15,62	0
KALIP SICAKLIĞI	2	2713,5	1356,74	18,44	0
ENJEKSİYON HIZI	2	4734,8	2367,4	32,17	0
MEME SICAKLIĞI	2	871,2	435,62	5,92	0,005
HİBRİT ORAN	2	872,7	436,33	5,93	0,005
HATA	54	3973,6	73,58		
TOPLAM	62	13165,8			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	8,57814	69,82%	65,35%	58,92%	

Bu varyans analizleri sonucun da modelin C Noktası deneysel verilerini tahmin etmede %58,92 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

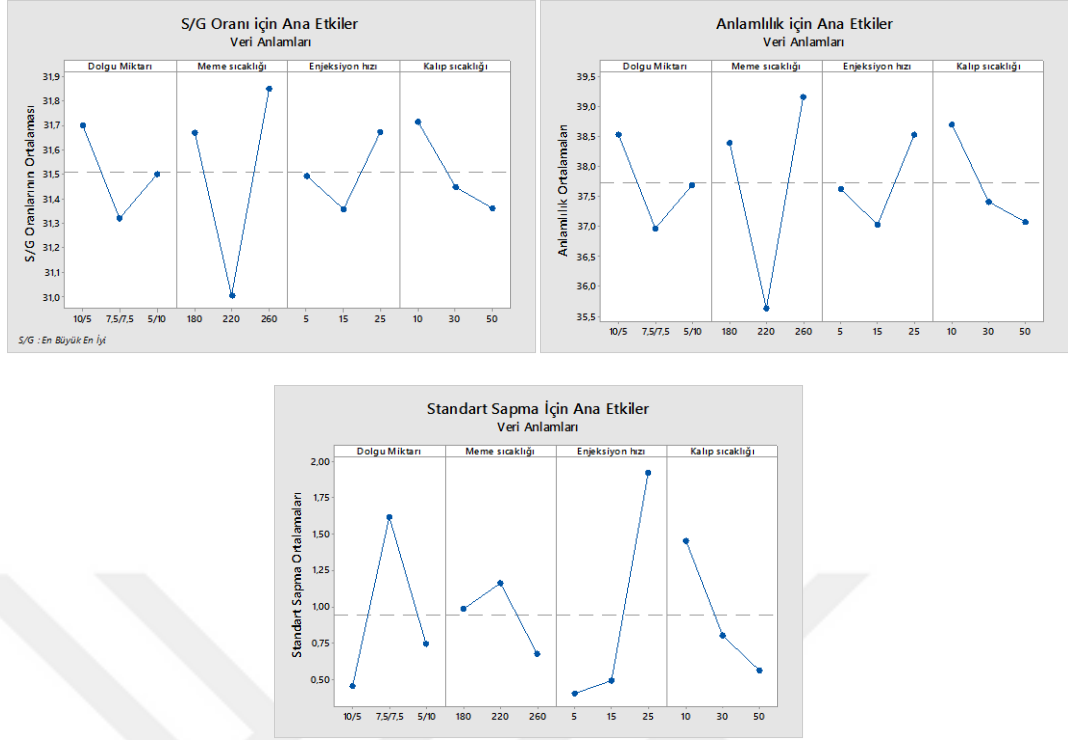
$$C5 = 433,17 + 0,0 \text{ hibrit}_5 - 8,35 \text{ hibrit}_7 + 7,72 \text{ hibrit}_{10} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 17,39 \text{ meme sic}_{220} + 1,86 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_5 + 0,09 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 7,93 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 8,61 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} - 6,89 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50}$$

3.3.3.3. Y grubu zaman

Yüksek Akışkanlı Polipropilen Hibrit Kompozit Malzeme (Y) grubu zaman minitab taguchi ve regresyon analizleri 3.3.3.3.1'de A Noktası değerleri, 3.3.3.3.2'de B Noktası değerleri ve 3.3.3.3.3'de C Noktası değerleri verilmiştir.

A Noktası Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman A Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.325, 2.326 ve 2.327'dan görüldüğü üzere A Noktası değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında dadolgu miktarının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.80 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.79. Y grubu zaman A değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.325, 2.326 ve 2.327 da görüldüğü üzere A Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.313. Y grubu A noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	31,7	31,67	31,49	31,71
2	31,32	31	31,36	31,45
3	31,5	31,85	31,67	31,36
DEĞİŞİM	0,38	0,85	0,31	0,35
DERECE	2	1	4	3

Tablo 3.314. Y grubu A noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	38,54	38,4	37,62	38,69
2	36,97	35,63	37,03	37,42
3	37,68	39,16	38,54	37,08
DEĞİŞİM	1,57	3,53	1,51	1,62
DERECE	3	1	4	2

Tablo 3.315Y grubu A noktası zamandırerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,4518	0,9844	0,405	1,4568
2	1,6212	1,1625	0,493	0,8038
3	0,7469	0,6729	1,9218	0,5592
DEĞİŞİM	1,1695	0,4896	1,5168	0,8976
DERECE	2	4	1	3

Buna bağılı olarak A Noktası yanıt değışkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin zaman A Noktası değıerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.328'de verilmiştir.

Tablo 3.316. Y grubu A noktası zaman değıerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	225,73	28,216	15,69	0
KALIP SICAKLIĞI	2	30,5	15,252	8,48	0,001
ENJEKSİYON HIZI	2	24,2	12,1	6,73	0,002
MEME SICAKLIĞI	2	145,07	72,533	40,34	0
HİBRİT ORAN	2	25,96	12,981	7,22	0,002
HATA	54	97,09	1,798		
TOPLAM	62	322,82			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	1,34087	69,93%		65,47%	59,06%

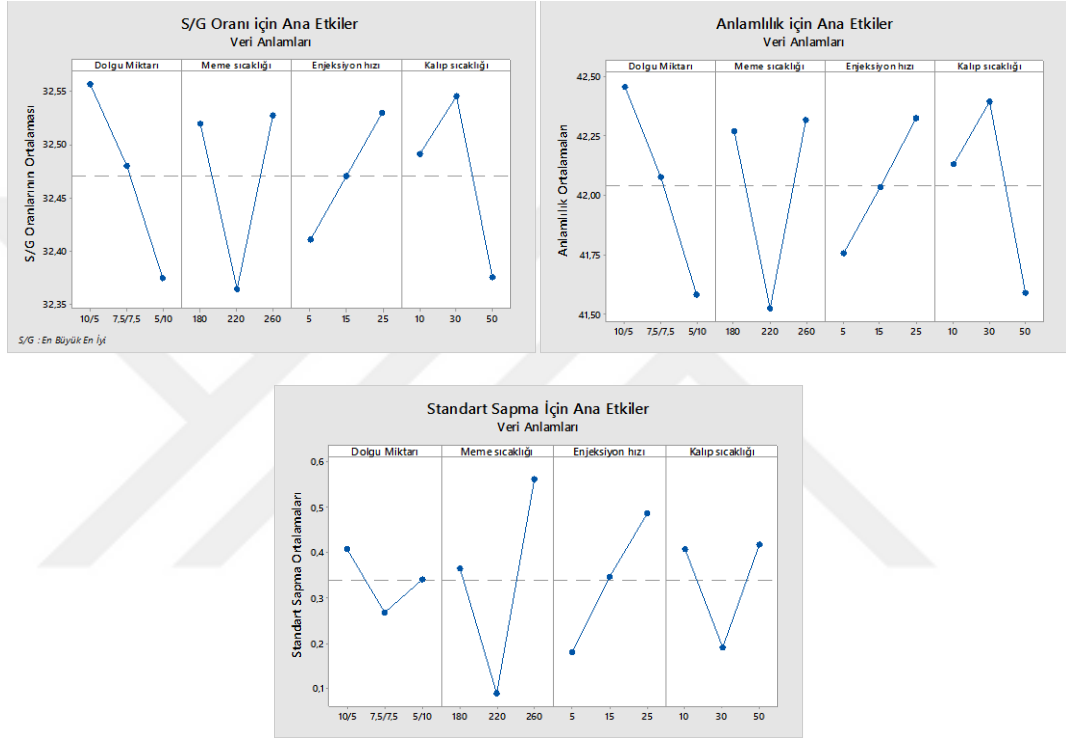
Bu varyans analizleri sonucun da modelin A Noktası deneysel verilerini tahmin etmede %59,06 oranında başarılı olduğı görölmüş ve P Value değıerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğı sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemini deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 39,211 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} - 1,276 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} + 1,617 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,595 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,912 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sic}_{180} - 2,770 \text{ meme sic}_{220} + 0,762 \text{ meme sic}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,715 \text{ hibrit}_{7} + 0,856 \text{ hibrit}_{10}$$

B Noktası Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman B Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.329, 2.330 ve 2.331'den görüldüğü üzere B Noktası değeri için dolgu miktarı parametresinin ve sonrasında da meme sıcaklığının diğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.81 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.80. Y grubu zaman B değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.329, 2.330 ve 2.331 de görüldüğü üzere B Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin dolgu miktarı, kalıp sıcaklığı, meme sıcaklığı ve en son da enjeksiyon hızının etkili parametreler olduğu görülmüştür.

Tablo 3.317. D grubu B noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	32,56	32,52	32,41	32,49
2	32,48	32,36	32,47	32,55
3	32,38	32,53	32,53	32,38
DEĞİŞİM	0,18	0,16	0,12	0,17
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.318. Y grubu B noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	42,46	42,27	41,76	42,13
2	42,08	42,53	42,04	42,39
3	41,58	42,32	42,33	41,59
DEĞİŞİM	0,88	0,79	0,57	0,8
DERECE	1	3	4	2

Tablo 3.319. Y grubu B noktası zaman standart değerleri sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,40761	0,36557	0,18174	0,40722
2	0,26779	0,08991	0,34788	0,19177
3	0,34188	0,56181	0,48767	0,4183
DEĞİŞİM	0,13982	0,4719	0,30593	0,22652
DERECE	4	1	2	3

Buna bağlı olarak B Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin zaman B Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.332'de verilmiştir.

Tablo 3.320Y grubu B noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	26,883	3,3604	18,44	0
KALIP SICAKLIĞI	2	7,06	3,5301	19,37	0
ENJEKSİYON HIZI	2	3,436	1,718	9,43	0
MEME SICAKLIĞI	2	8,294	4,1472	22,76	0
HİBRİT ORAN	2	8,093	4,0463	22,21	0
HATA	54	9,84	0,1822		
TOPLAM	62	36,723			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq		R-sq(adj)	R-sq(pred)
	0,426876	73,20%		69,24%	63,53%

Bu varyans analizleri sonucun da modelin B Noktası deneysel verilerini tahmin etmede %63,53 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne

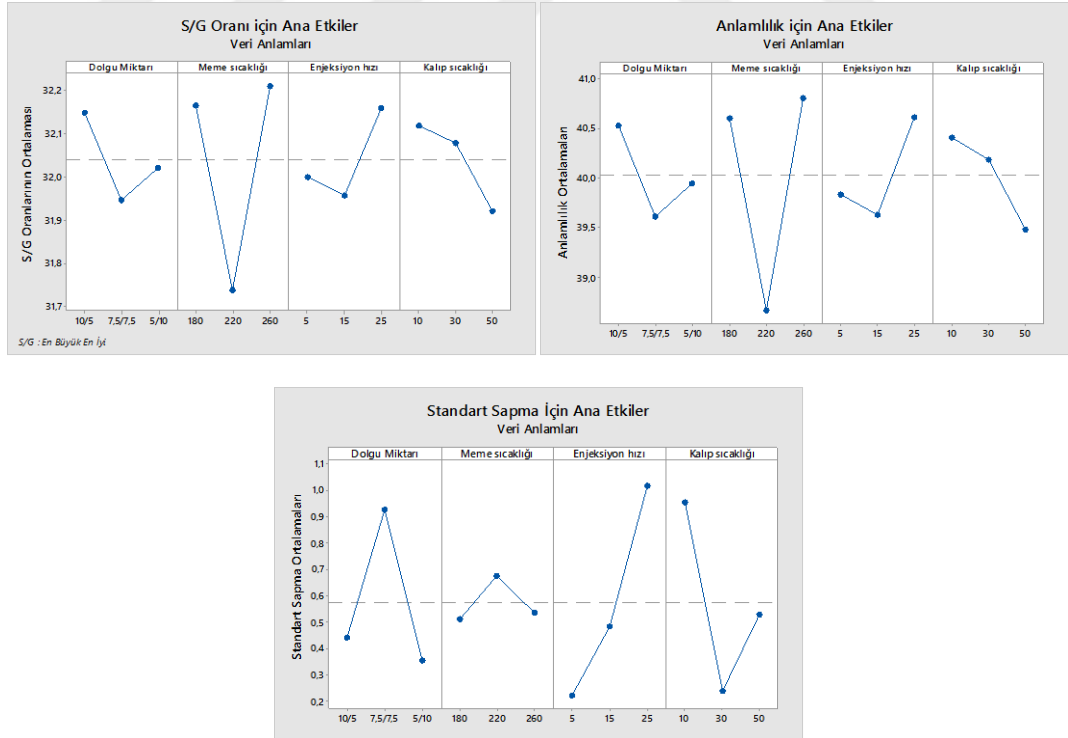
alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5 = 41,628 + 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} + 0,260 \text{ kalıp sıcaklığı}_{300,544} \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} + 0,279 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,572 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıc}_{180} - 0,747 \text{ meme sıc}_{220} + 0,044 \text{ meme sıc}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} + 0,494 \text{ hibrit}_{7} + 0,876 \text{ hibrit}_{10}$$

C Noktası Değerleri

Y grubu kompozit malzemelerin DMA (eğrisi) üzerinde yapılan analizler sonucu tespit edilen zaman C Noktası verilerinin analizinden elde edilmiş olan tablo 2.333, 2.334 ve 2.335'den görüldüğü üzere C Noktası değeri için meme sıcaklığı parametresinin ve sonrasında dadolgu miktarınındiğerlerine göre çok daha etkili olduğu şekil 2.82 üzerinden görülmektedir.



Şekil 3.81. Y grubu zaman C değeri minitab taguchi ve regresyon analiz grafikleri

Bundan başka Taguchi analizleri sonucunda S/G, anlamlılık ve standart sapma tabloları elde edilmiştir. Tablo 2.333, 2.334 ve 2.335 de görüldüğü üzere C Noktası için sırasıyla en etkili parametrelerin meme sıcaklığı, dolgu miktarı, enjeksiyon hızı ve en son da kalıp sıcaklığının etkili parametreler olduğu görülmüştür

Tablo 3.321. Y grubu C noktası zaman değerleri sinyal gürültü tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	32,15	32,17	32	32,12
2	31,95	31,74	31,96	32,08
3	32,02	32,21	32,16	31,92
DEĞİŞİM	0,2	0,47	0,2	0,2
DERECE	2	1	3	4

Tablo 3.322. Y grubu C noktası zaman değerleri anlamlılık tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	40,53	40,6	39,84	40,41
2	39,61	38,67	39,63	40,19
3	39,94	40,81	40,61	39,48
DEĞİŞİM	0,91	2,14	0,98	0,93
DERECE	4	1	2	3

Tablo 3.323. Y grubu C noktası zaman değerleri standart sapma tablosu

LEVEL	DOLGU MİKTARI	MEME SICAKLIĞI	ENJEKSİYON HIZI	KALIP SICAKLIĞI
1	0,4429	0,5114	0,2216	0,9544
2	0,926	0,6767	0,4854	0,241
3	0,3554	0,5363	1,0173	0,529
DEĞİŞİM	0,5705	0,1653	0,7956	0,7134
DERECE	3	4	1	2

Buna bağlı olarak C Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen Y grubu DMA analizlerinin zaman C Noktası değerlerinin minitab programı üzerinden regresyon (varyans) analizler sonuçları tablo 2.336'de verilmiştir.

Tablo 3.324. Y grubu C noktası zaman değerleri varyans analiz tablosu

KAYNAK	DF	ADJ SS	ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
REGRESYON	8	88,343	11,0429	18,59	0
KALIP SICAKLIĞI	2	9,799	4,8995	8,25	0,001
ENJEKSİYON HIZI	2	11,201	5,6003	9,43	0
MEME SICAKLIĞI	2	58,329	29,1646	49,1	0
HİBRİT ORAN	2	9,014	4,5072	7,59	0,001
HATA	54	32,075	0,594		
TOPLAM	62	120,419			
MODEL ÖZETİ	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0,770708	73,36%	69,42%	63,74%	

Bu varyans analizleri sonucun da modelin C Noktası deneysel verilerini tahmin etmede %63,74 oranında başarılı olduğu görülmüş ve P Value değerleri göz önüne alındığında da enjeksiyon hızı, meme sıcaklığı, kalıp sıcaklığı ve hibrit oranının etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Modele ait regresyon denklemi deney parametrelerinin farklı seviyelerine göre aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

$$C5=40,711+ 0,0 \text{ kalıp sıcaklığı}_{10} 0,226 \text{ kalıp sıcaklığı}_{30} 0,927 \text{ kalıp sıcaklığı}_{50} + 0,0 \text{ enjeksiyon hızı}_{5} - 0,203 \text{ enjeksiyon hızı}_{15} + 0,775 \text{ enjeksiyon hızı}_{25} + 0,0 \text{ meme sıcaklığı}_{180} - 1,930 \text{ meme sıcaklığı}_{220} + 0,206 \text{ meme sıcaklığı}_{260} + 0,0 \text{ hibrit}_{5} - 0,331 \text{ hibrit}_{7} + 0,584 \text{ hibrit}_{10}$$

3.4. YSA İle Modelleme Sonuçları

3.4.1. DSC Modelleme Sonuçları

3.4.1.1. DSC D grubu modelleme sonuçları

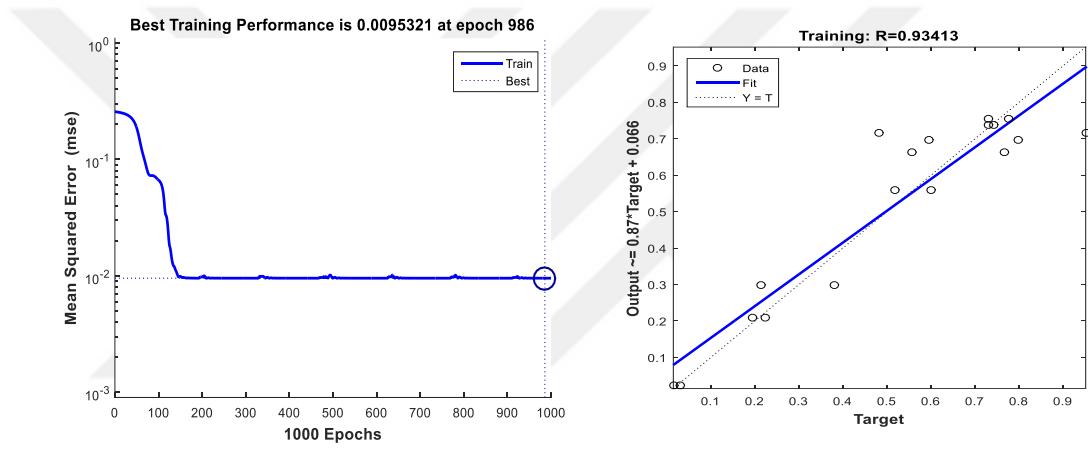
DSC onset, peak ve endset noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

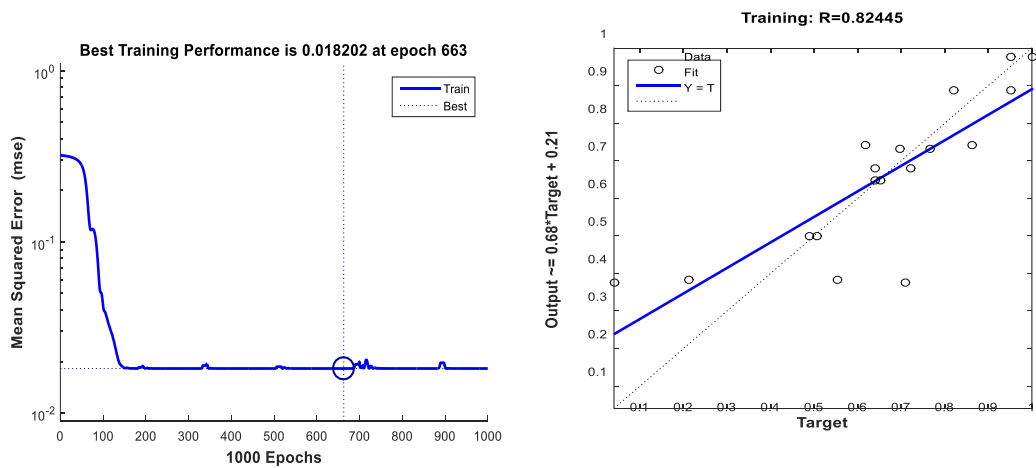
Tablo 3.325. DSC D grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

DSC D GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
1.ÇEKİM ONSET	93,3	67,87	8,616919129
1.ÇEKİM PEAK	82,4	47,71	7,261228739
1.ÇEKİM ENDSET	87,7	93,42	0,827650562
2.ÇEKİM ONSET	97,7	80,35	0,827650561
2.ÇEKİM PEAK	80,9	53,95	3,964679165
2.ÇEKİM ENDSET	99,6	31,92	0,47971316

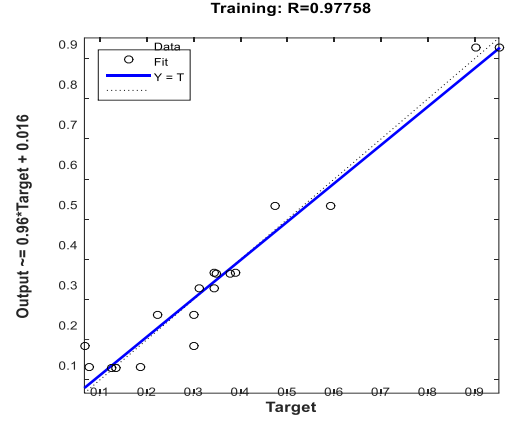
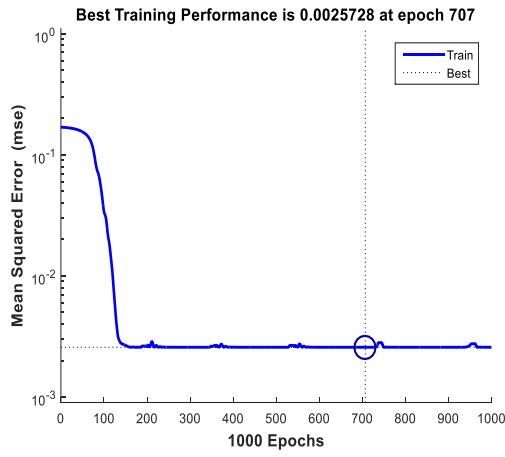
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



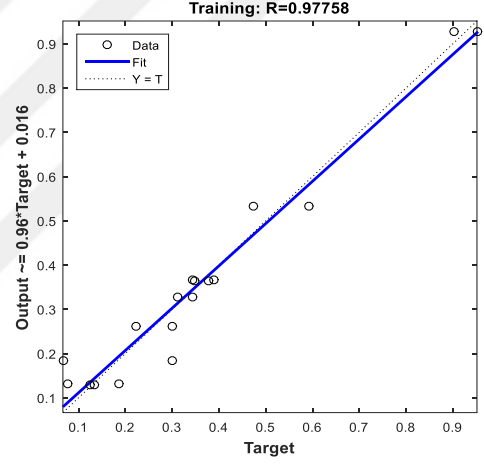
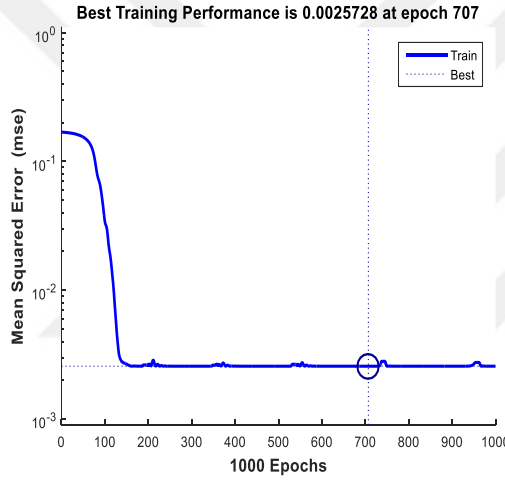
Şekil 3.82. DSC D grubu 1.çekim onset performans ve regresyon grafiği



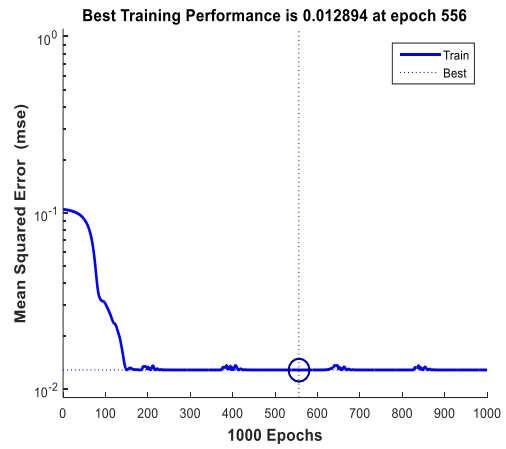
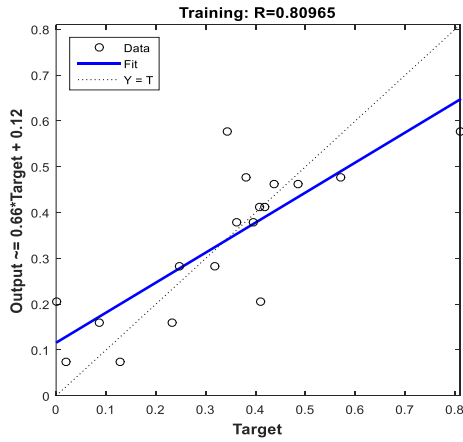
Şekil 3.83. DSC D grubu 1.çekim peak performans ve regresyon grafiği



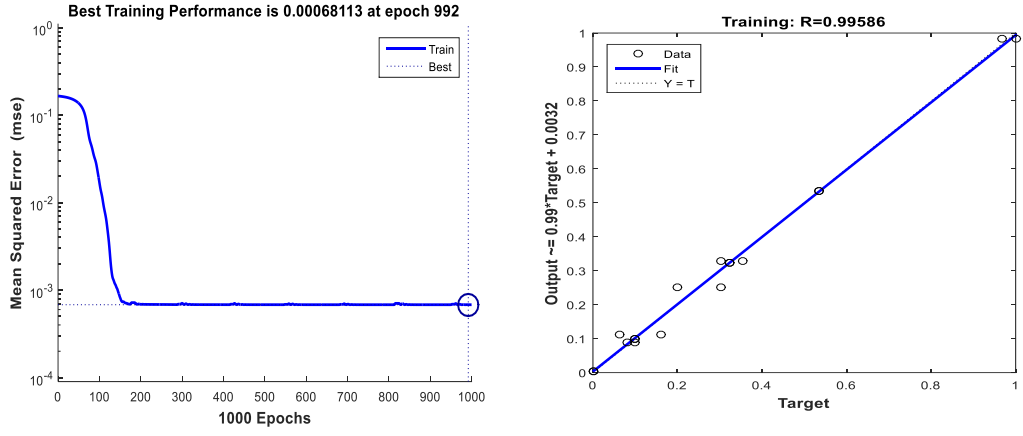
Şekil 3.84. DSC D grubu 1.çekim endset performans ve regresyon grafiği



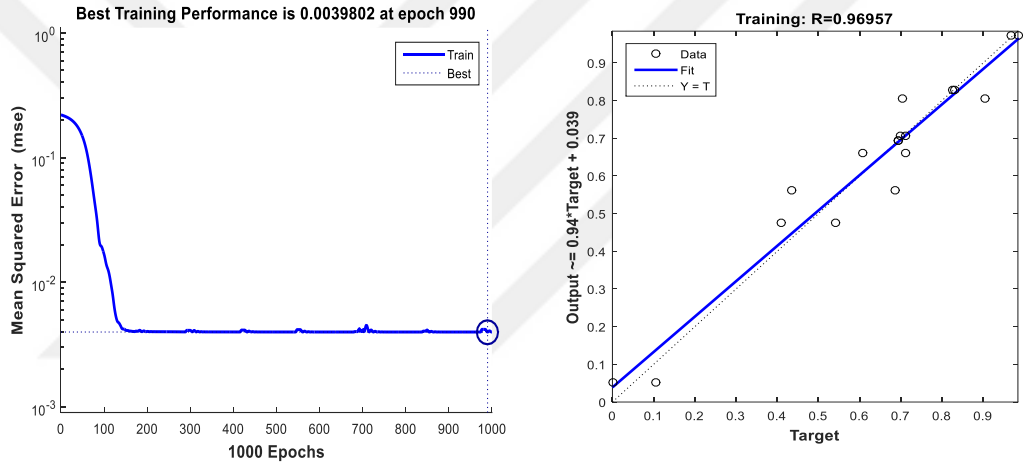
Şekil 3.85. DSC D grubu 2.çekim onset performans ve regresyon grafiği



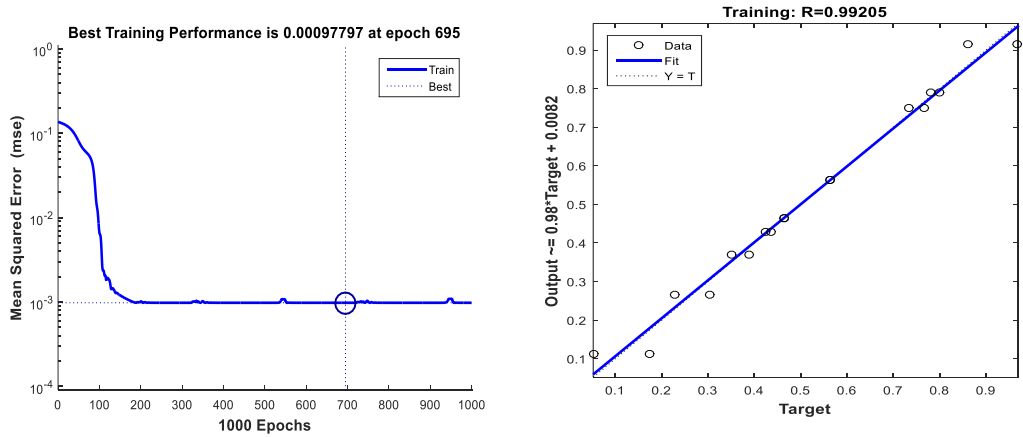
Şekil 3.86. DSC D grubu 2.çekim peak performans ve regresyon grafiği



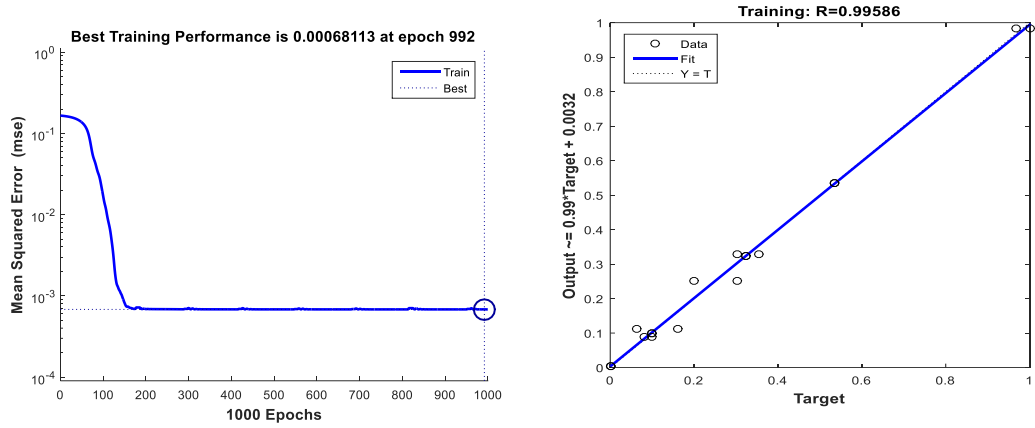
Şekil 3.87. DSC D grubu 2.çekim endset performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.88. DSC D grubu soğumaonset performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.89. DSC D grubu soğuma peak performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.90. DSC. D grubu soğuma endset performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağı başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağına çıktıları ile hedeflenen çıktıların kesişimlerini gösteren regresyon grafiğinde ise çıktıların hedef çıktı ile kesiştiği yani ağı tahminlemede başarılı olduğu görülmektedir.

3.4.1.2. DSC O grubu modelleme sonuçları

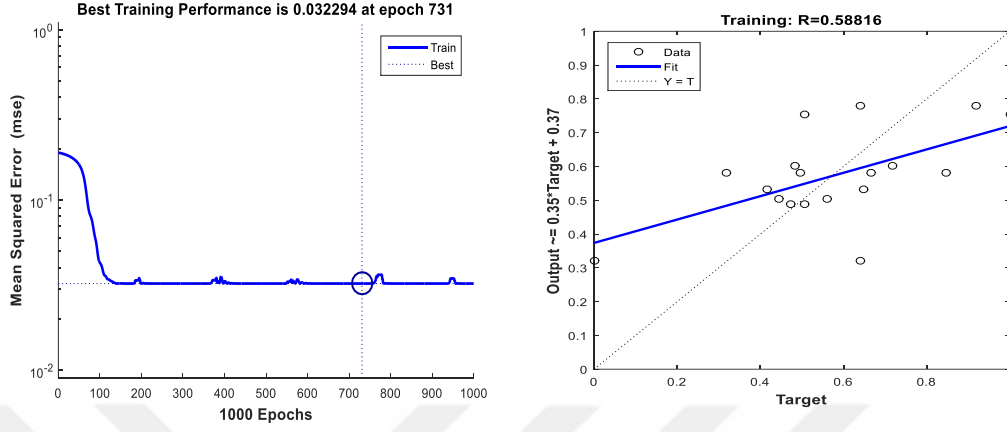
DSC onset, peak ve endset noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

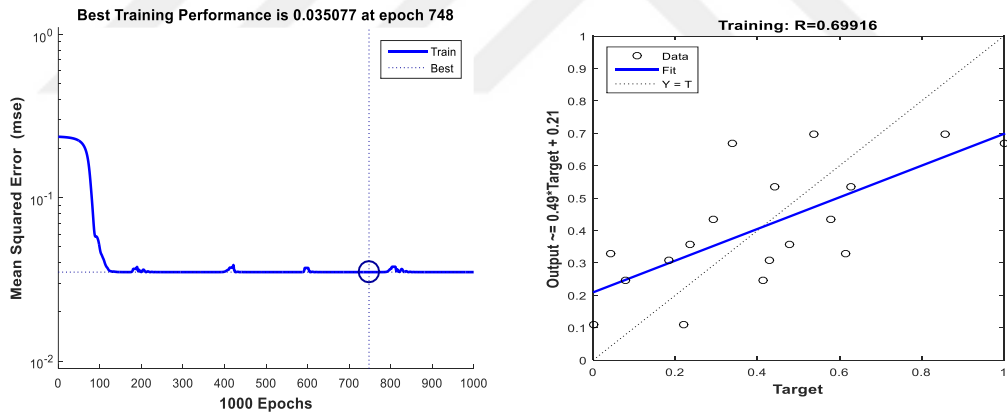
Tablo 3.326. DSC O grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

DSC O GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
1.ÇEKİM ONSET	58,6	35,54	3,26696E-11
1.ÇEKİM PEAK	69,9	48,84	5,42981E-11
1.ÇEKİM ENDSET	79,9	51,32	4,33E-11
2.ÇEKİM ONSET	71,8	53,71	2,79649E-11
2.ÇEKİM PEAK	77,9	60,63	2,6846E-11
2.ÇEKİM ENDSET	56,02	33,82	1,06994E-10

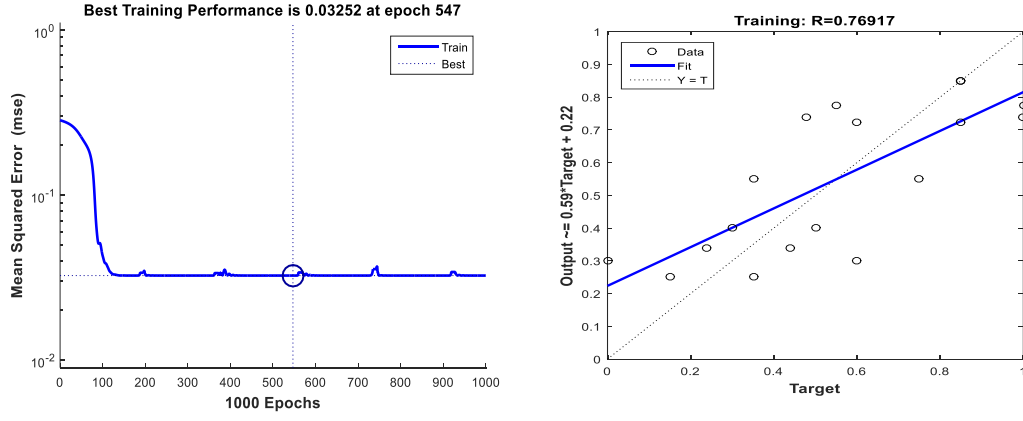
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



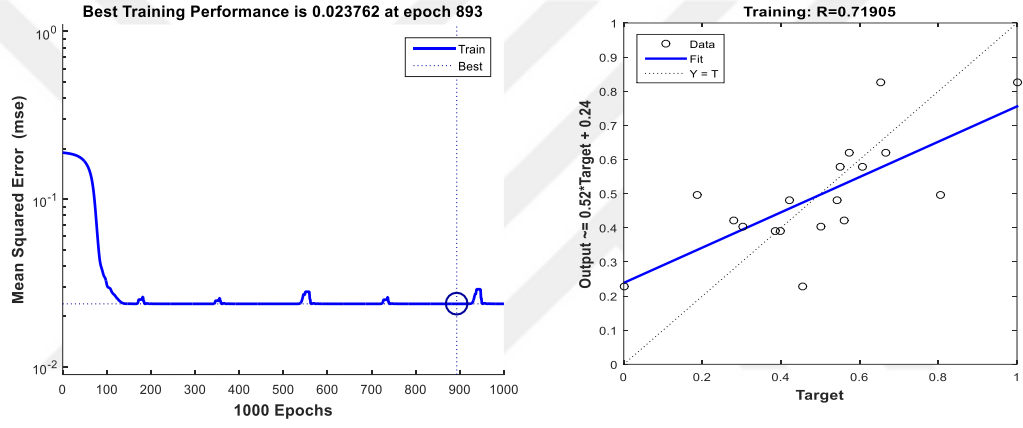
Şekil 3.91. DSC O grubu 1.çekim onset performans ve regresyon grafiği



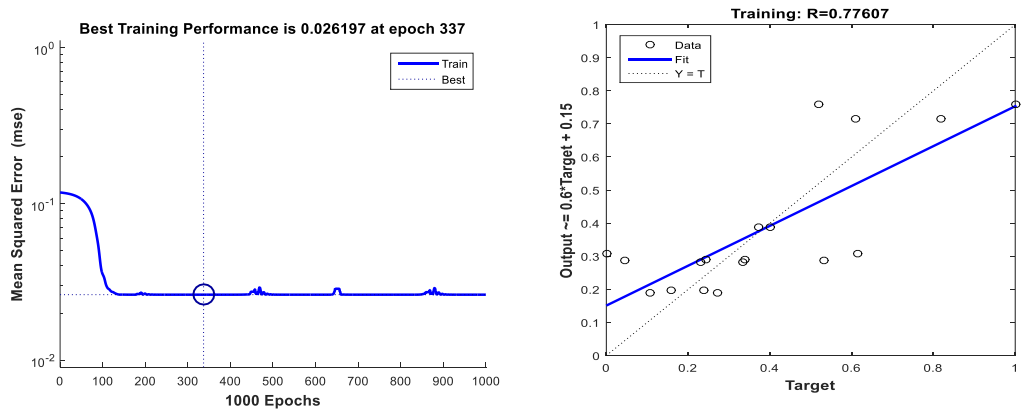
Şekil 3.92. DSC O grubu 1.çekim peak performans ve regresyon grafiği



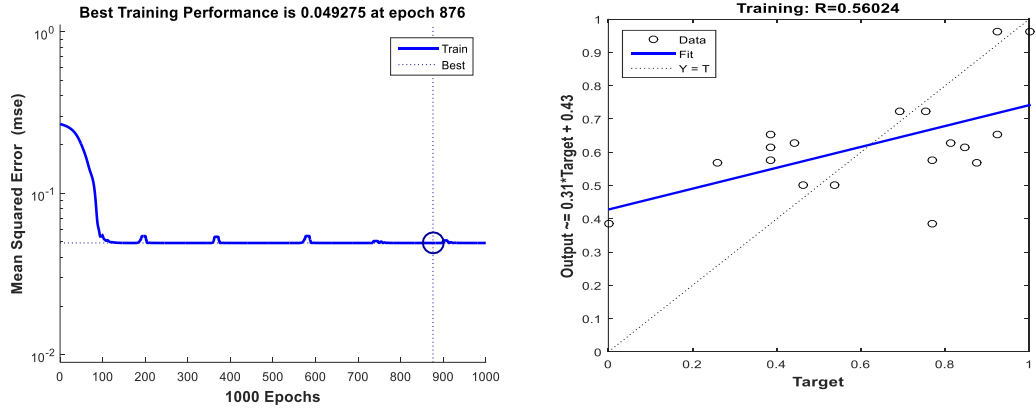
Şekil 3.93. DSC O grubu 1.çekim endset performans ve regresyon grafiği



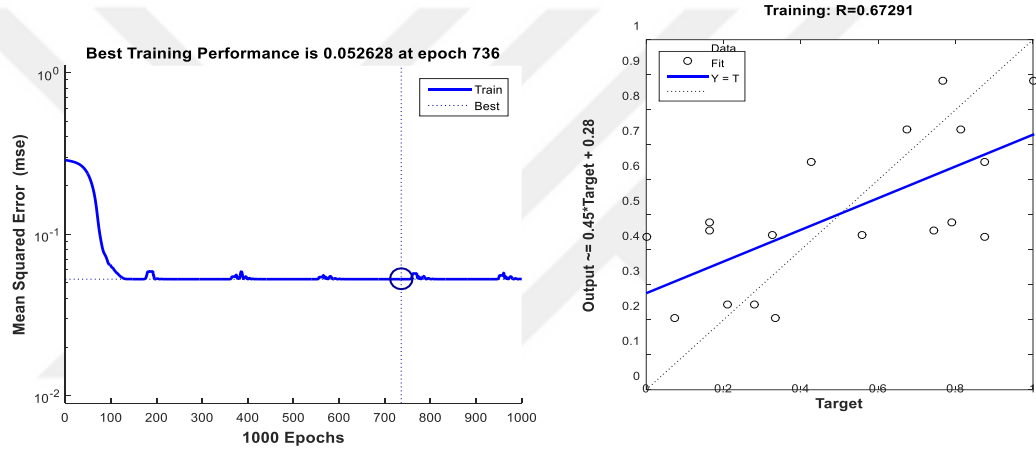
Şekil 3.94. DSC O grubu 2.çekim onset performans ve regresyon grafiği



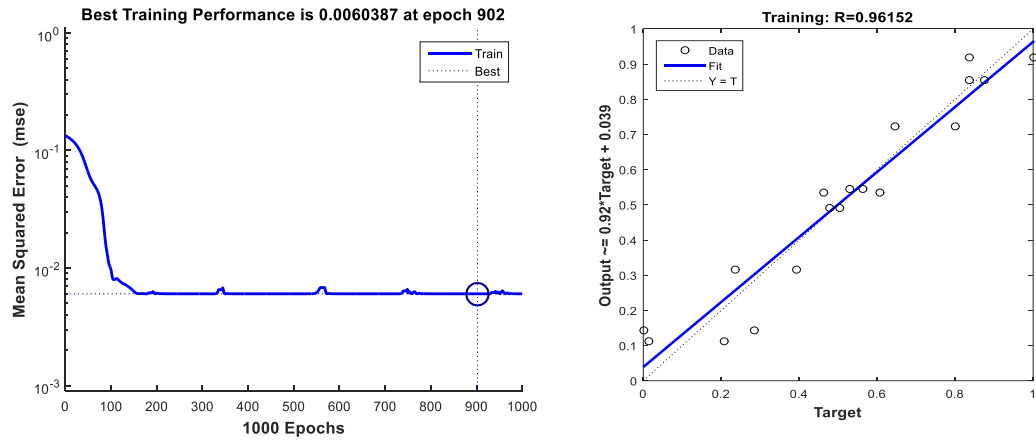
Şekil 3.95. DSC O grubu 2.çekim peak performans ve regresyon grafiği



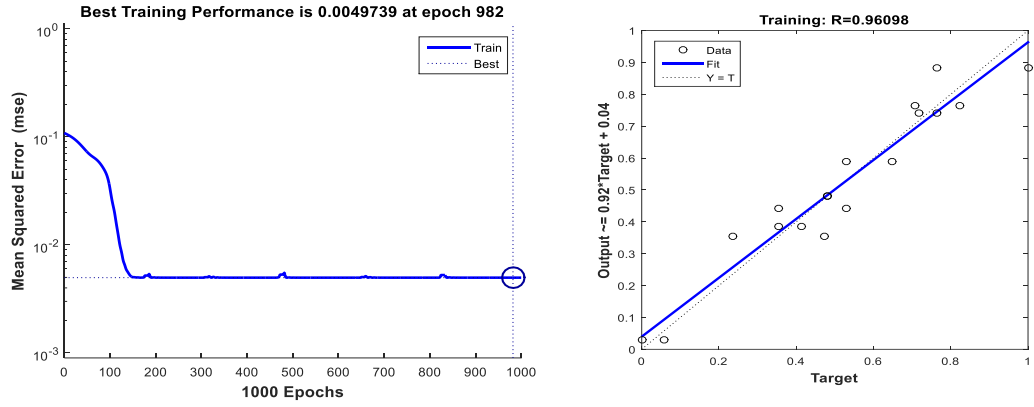
Şekil 3.96. DSC O grubu 2.çekim endset performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.97. DSC O grubu soğuma onset performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.98. DSC O grubu soğuma peak performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.99. DSC O grubu soğuma endset performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağı başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağına çıktıları ile hedeflenen çıktıların kesişimlerini gösteren regresyon grafiğinde ise çıktıların hedef çıktı ile kesiştiği yani ağı tahminlemede başarılı olduğu görülmektedir.

3.4.1.3. DSC Y grubu modelleme sonuçları

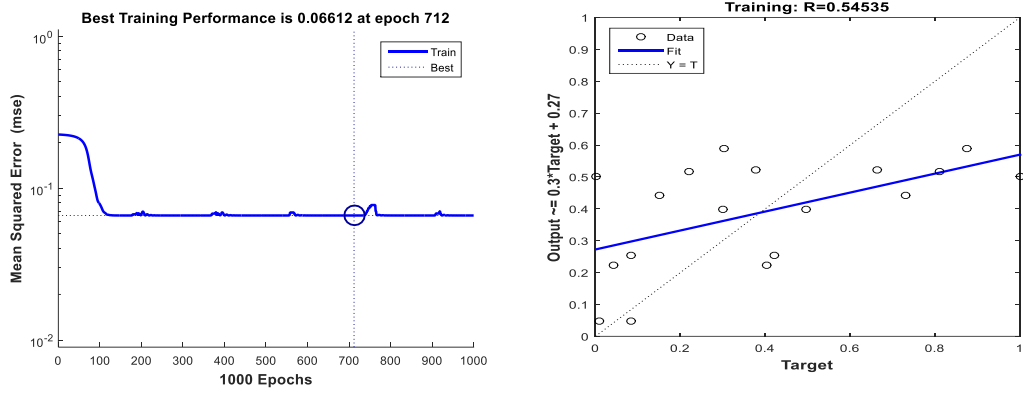
DSC onset, peak ve endset noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

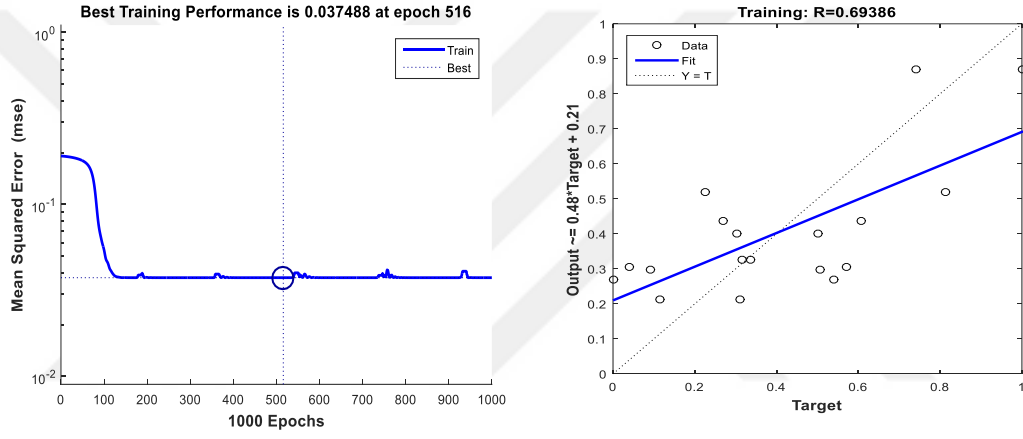
Tablo 3.327. DSC Y grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

DSC Y GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
1.ÇEKİM ONSET	64,6	39,59	0,298871442
1.ÇEKİM PEAK	69,3	57,67	0,018679582
1.ÇEKİM ENDSET	81,06	64,88	6,57E-05
2.ÇEKİM ONSET	87,5	77,03	3,42968E-09
2.ÇEKİM PEAK	73,1	57,6	2,51733E-11
2.ÇEKİM ENDSET	64,3	47,64	1,30074E-10

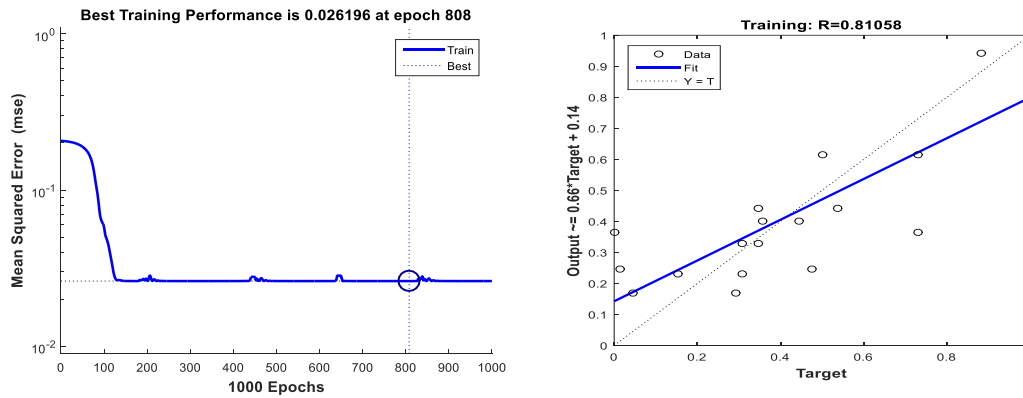
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



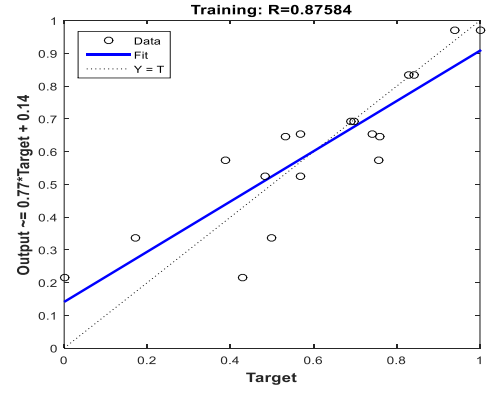
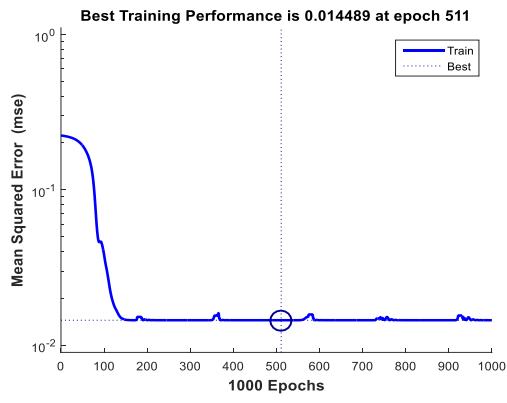
Şekil 3.100. DSC Y grubu 1.çekim onset performans ve regresyon grafiği



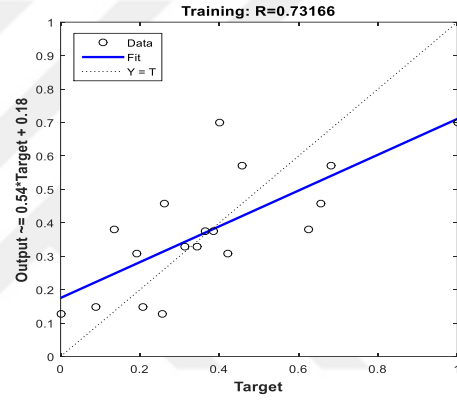
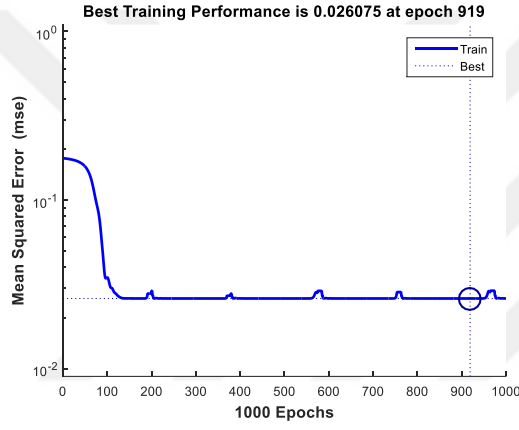
Şekil 3.101 DSCY grubu 1.çekim peak performans ve regresyon grafiği



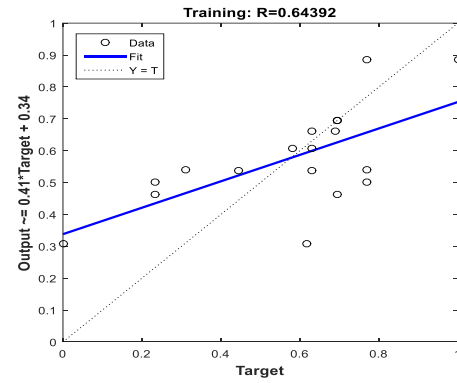
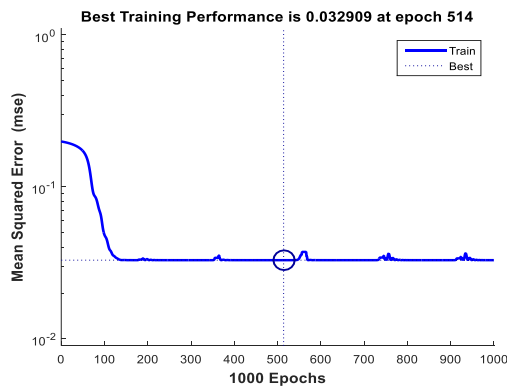
Şekil 3.102. DSC Y grubu 1.çekimendset performans ve regresyon grafiği



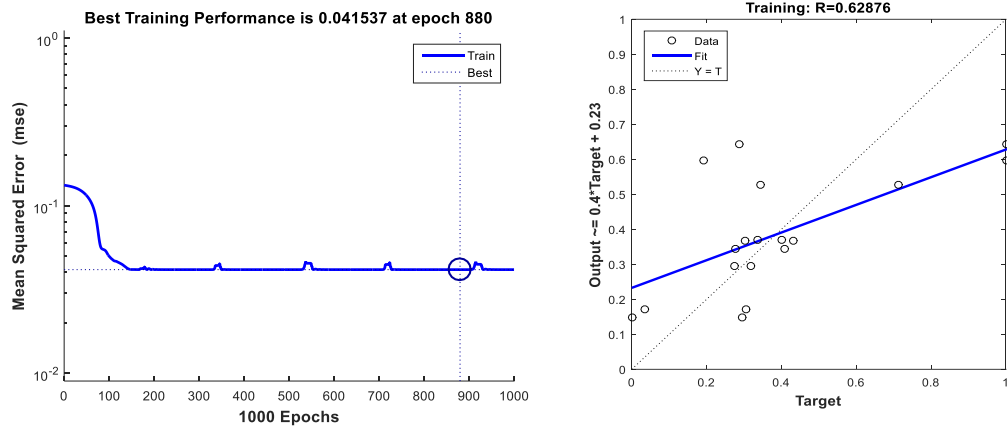
Şekil 3.103. DSC Y grubu 2.çekim onset performans ve regresyon grafiği



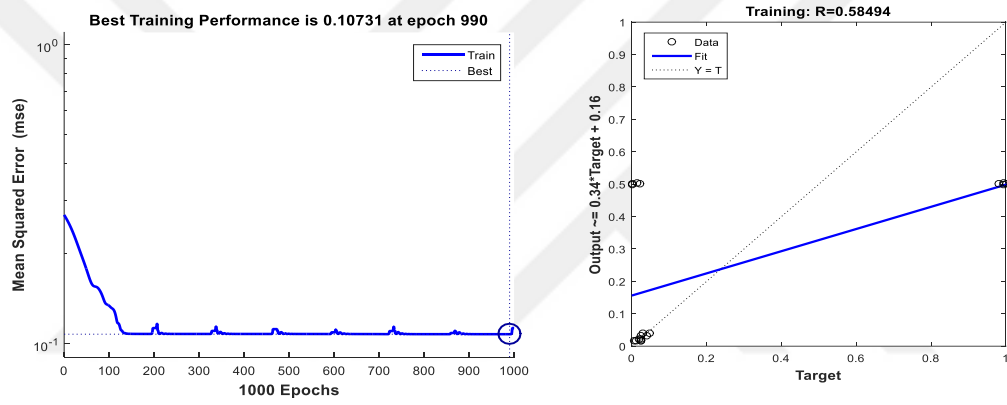
Şekil 3.104. DSC Y grubu 2.çekim peak performans ve regresyon grafiği



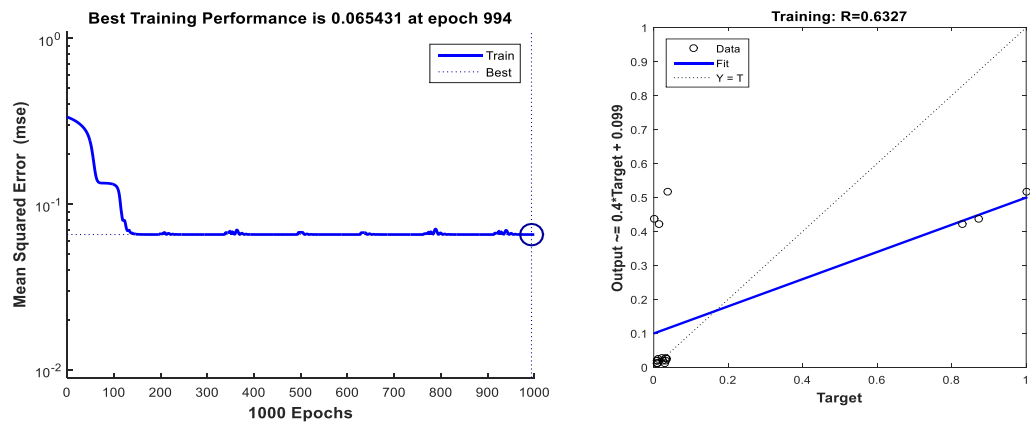
Şekil 3.105 . DSC Y grubu 2.çekim endset performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.106. DSC Y grubu soğumaonset performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.107 . DSC Y grubu soğuma peak performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.108 . DSC Y grubu soğumaonset performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağı başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağınn çıktıları ile hedeflenen çıktıların kesişimlerini gösteren regresyon

grafiğinde ise çıktıların hedef çıktılar ile kesiştiği yani ağı tahminlemede başarılı olduğörülmektedir.

3.4.2. DMA Modelleme Sonuçları

3.4.2.1. DMA D grubu modelleme sonuçları

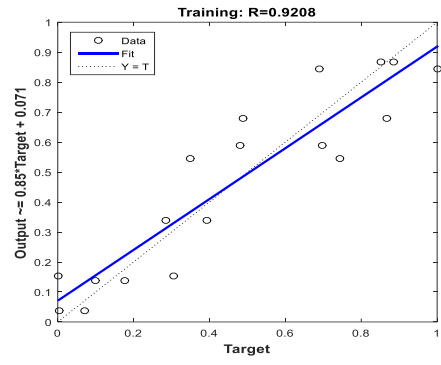
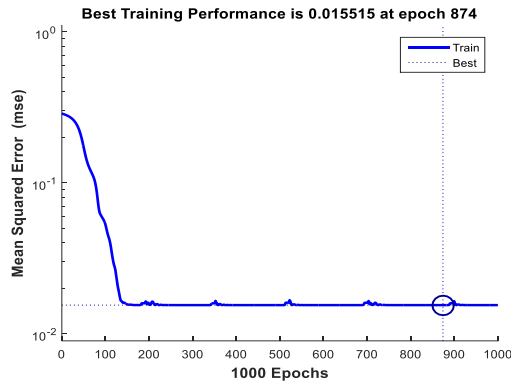
DMA 40°C, 60°C ve 100°C noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

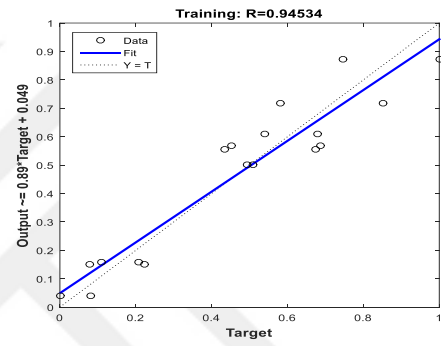
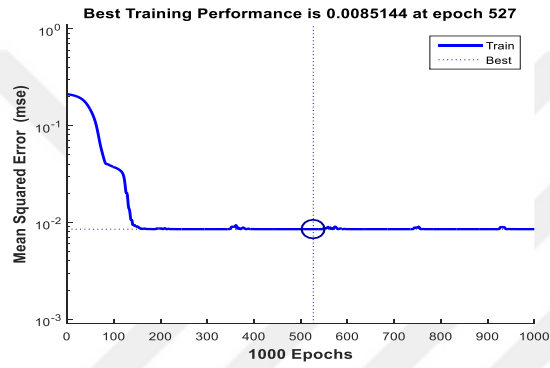
Tablo 3.328. DMA D grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

DMA D GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
40°C Depolama Modülü	92,06	83,12	1,05544E-11
40°C Kayıp Modülü	94,5	88,12	0,012238524
40°C Stres	95,6	45,68	2,80E-03
60°C Depolama Modülü	90,1	81,98	1,72835E-11
60°C Kayıp Modülü	91	81,04	7,10562E-12
60°C Stres	94,2	73,12	2,56884E-11
100°C Depolama Modülü	89,2	77,77	0,018532149
100°C Kayıp Modülü	88,2	75,19	0,006990256
100°C Stres	91,7	76,54	1,6704E-11

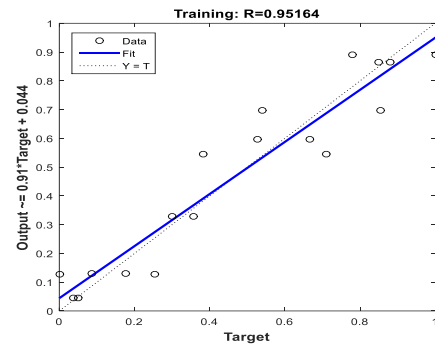
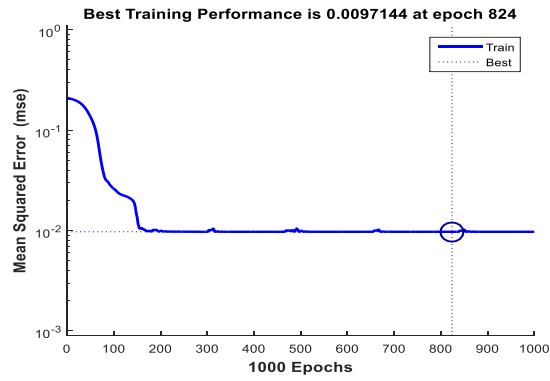
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



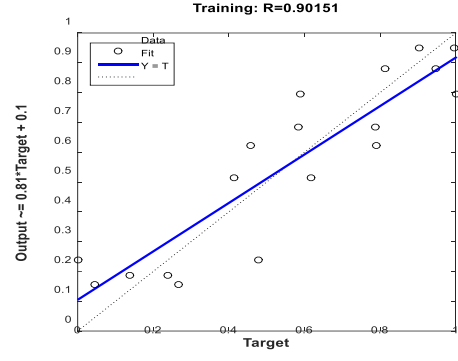
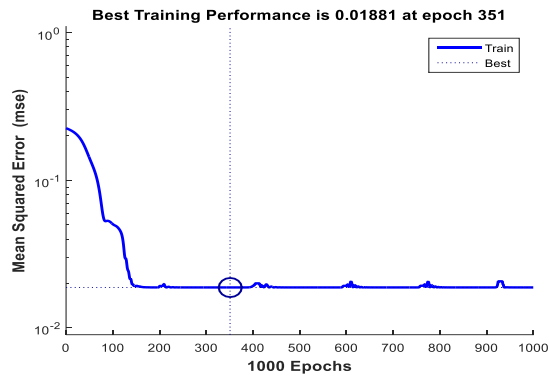
Şekil 3.109. DMA D grubu 40°C Depolama Modülü performans ve regresyon grafiği



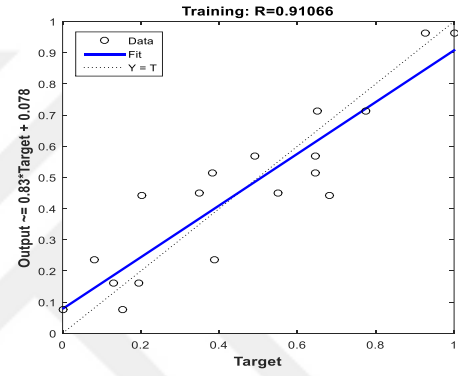
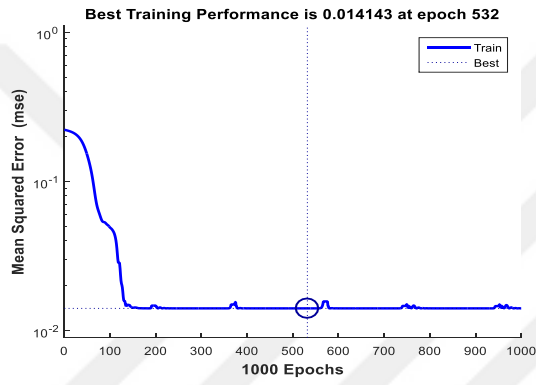
Şekil 3.110. DMA D grubu 40°C kayıp modül performans ve regresyon grafiği



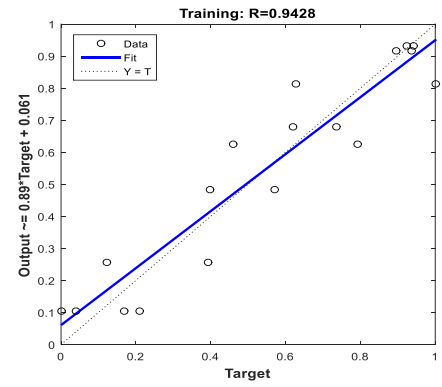
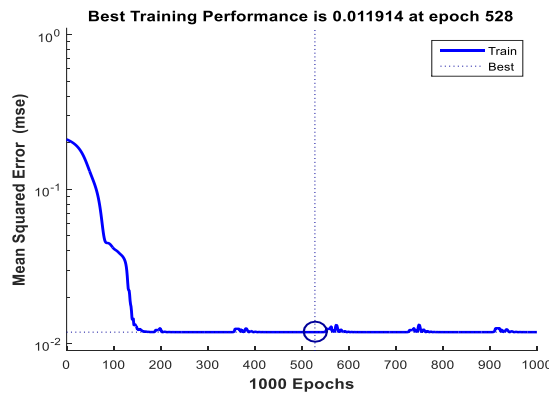
Şekil 3.111. DMA D grubu 40°C Stres performans ve regresyon grafiği



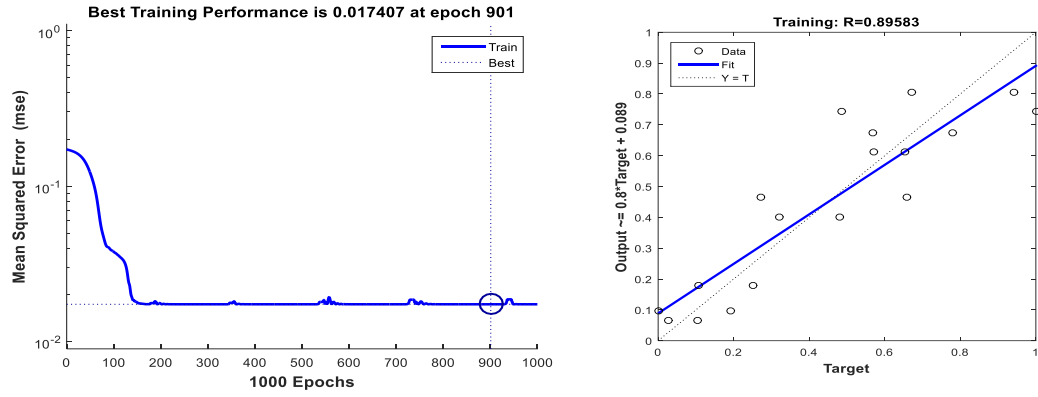
Şekil 3.112. DMA D grubu 60⁰C Depolama Modülperformans ve regresyon grafiği



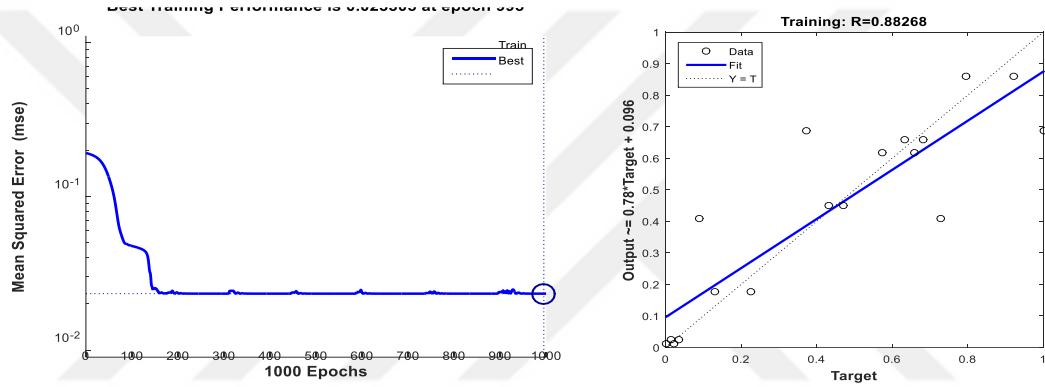
Şekil 3.113. DMA D grubu 60⁰C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği



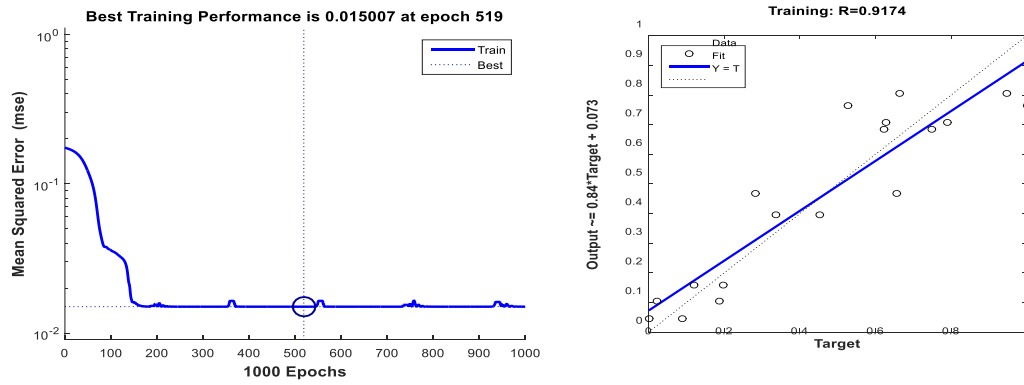
Şekil 3.114. DMA D grubu 60⁰C Stres performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.115. DMA D grubu 100°C Depolama Modülperformans ve regresyon grafiği



Şekil 3.116. DMA D grubu 100°C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği



Şekil 3.117. DMA D grubu 100°C Stres performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağın başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağınn çıktıları ile hedeflenen çıktılarn kesişimlerini gösteren regresyon

grafiğinde ise çıktıların hedef çıktılar ile kesiştiği yani ağı tahminlemede başarılı olduğu görülmektedir.

3.4.2.2. DMA O grubu modelleme sonuçları

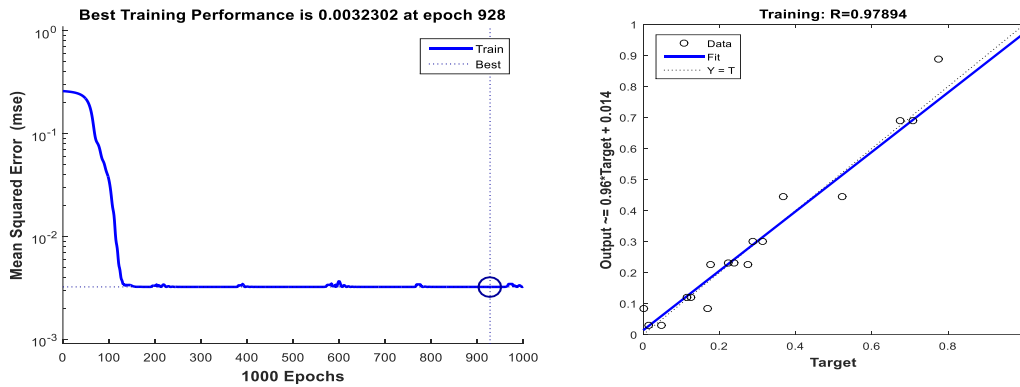
DMA 40°C, 60°C ve 100°C noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

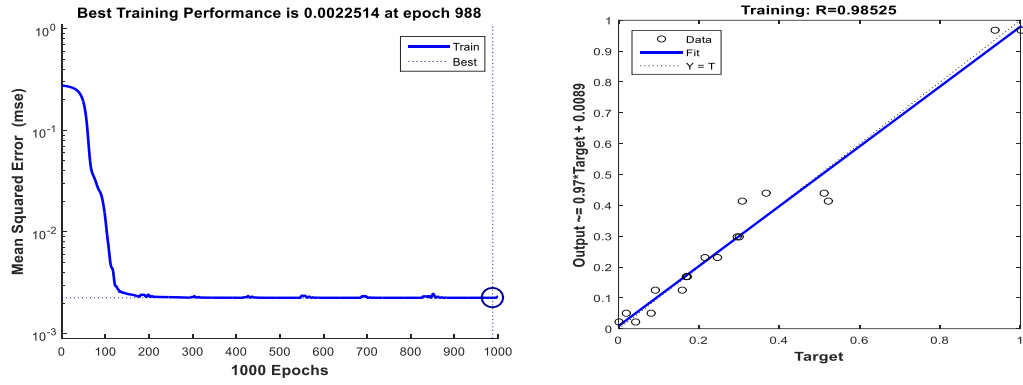
Tablo 3.329. DMA O grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

DMA O GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
40°C Depolama Modülü	97,8	60,57	0,901062122
40°C Kayıp Modülü	98,5	83,16	0,225259971
40°C Stres	91,1	89,84	1,06E+00
60°C Depolama Modülü	76,7	58,58	1,24433E-10
60°C Kayıp Modülü	82,1	68,52	1,61087E-09
60°C Stres	74,6	66,94	4,52117E-11
100°C Depolama Modülü	80,8	66,4	2,98334E-06
100°C Kayıp Modülü	81,7	67,82	0,000273813
100°C Stres	80,1	65,34	0,587397767

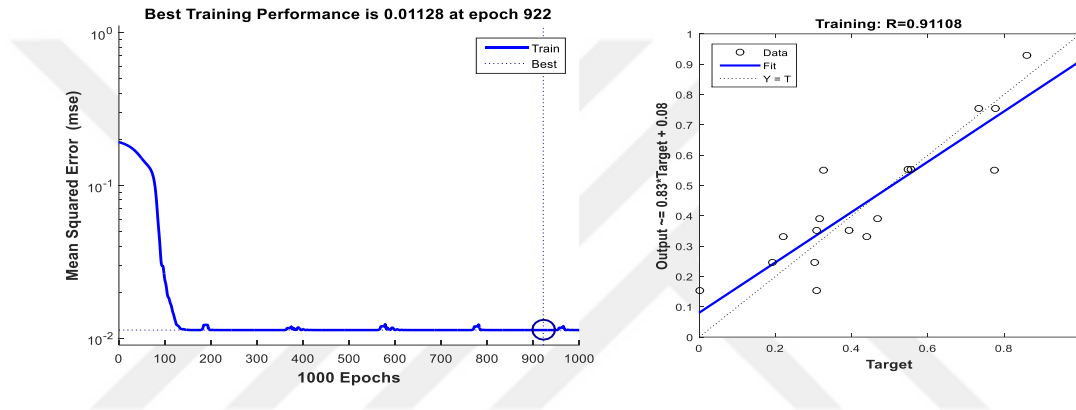
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



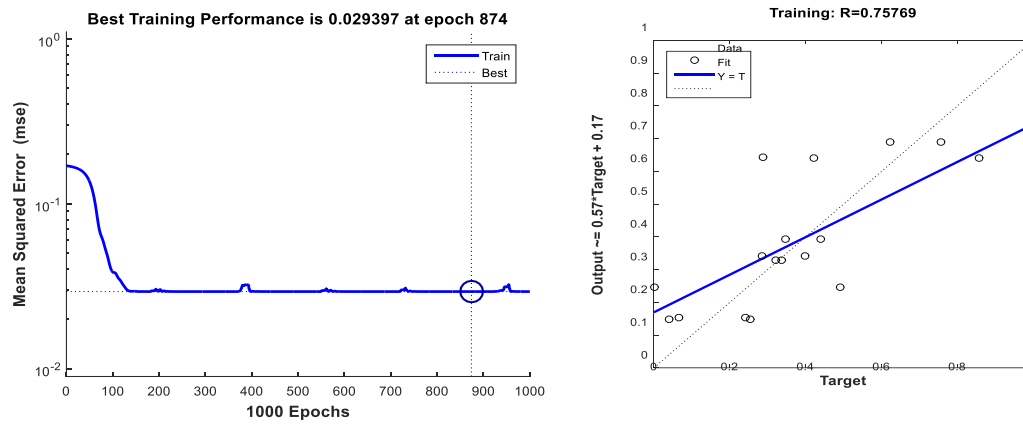
Şekil 3.118. DMA O grubu 40°C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği



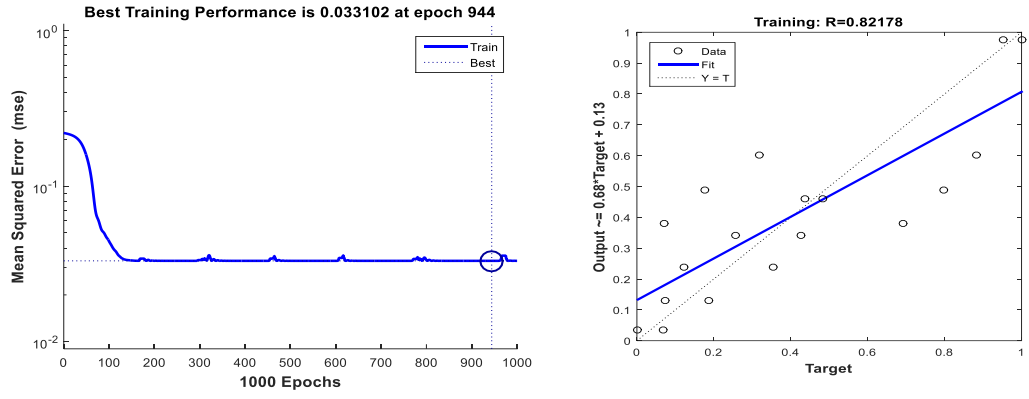
Şekil 3.119. DMA O grubu 40⁰C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği



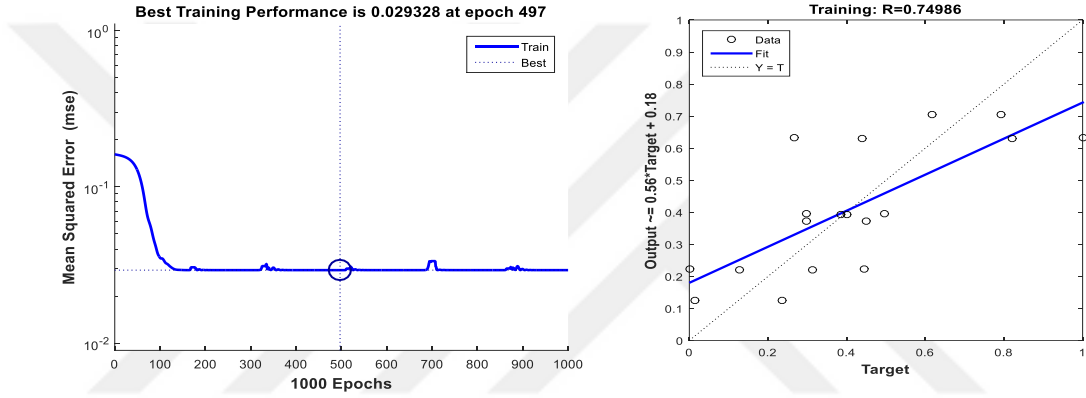
Şekil 3.120. DMA O grubu 40⁰C Stres performans ve regresyon grafiği



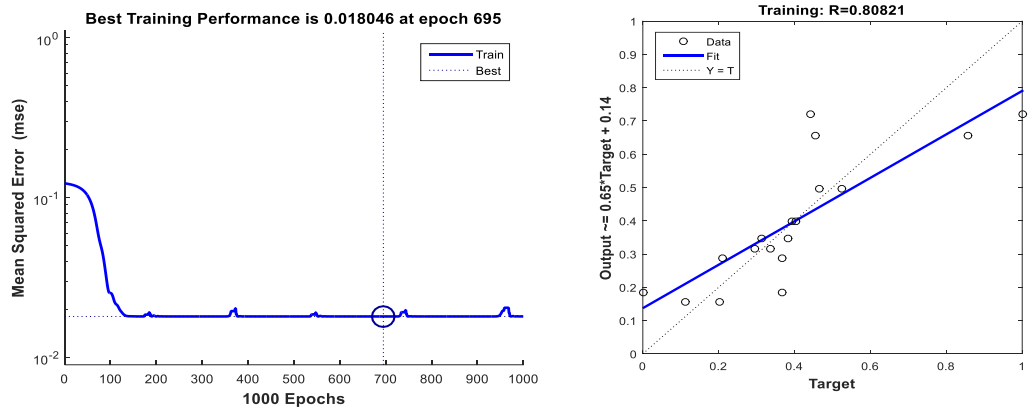
Şekil 3.121. DMA O grubu 60⁰C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği



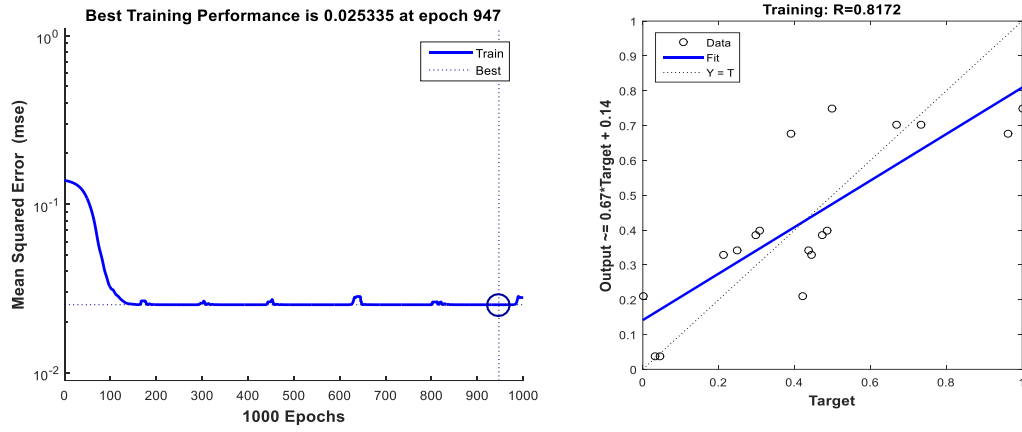
Şekil 3.122. DMA O grubu 60°C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği



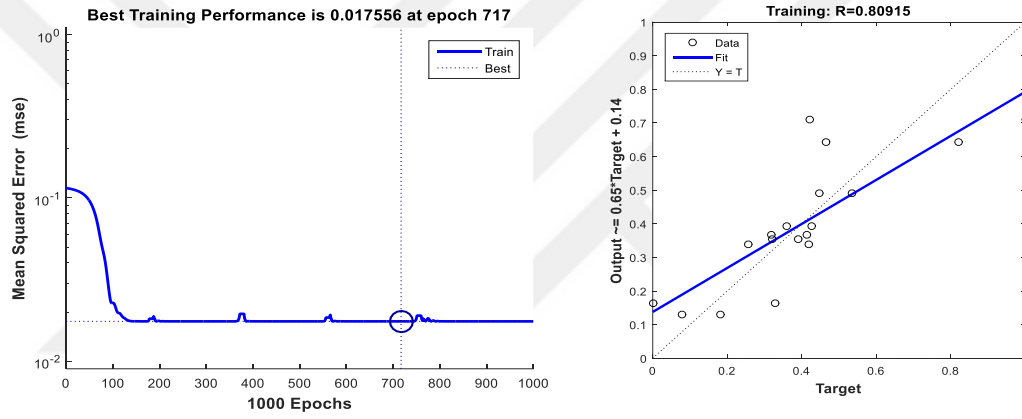
Şekil 3.123. DMA O grubu 60°C Stres performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.124. DMA O grubu 100°C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği



Şekil 3.125. DMA O grubu 100⁰C kayıp modül performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.126. DMA O grubu 100⁰C Stres performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağıın başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağıının çıktıları ile hedeflenen çıktıların kesişimlerini gösteren regresyon grafiğinde ise çıktıların hedef çıktılar ile kesiştiği yani ağıın tahminlemede başarılı olduğugörülmektedir.

3.4.2.3. DMA Y grubu modelleme sonuçları

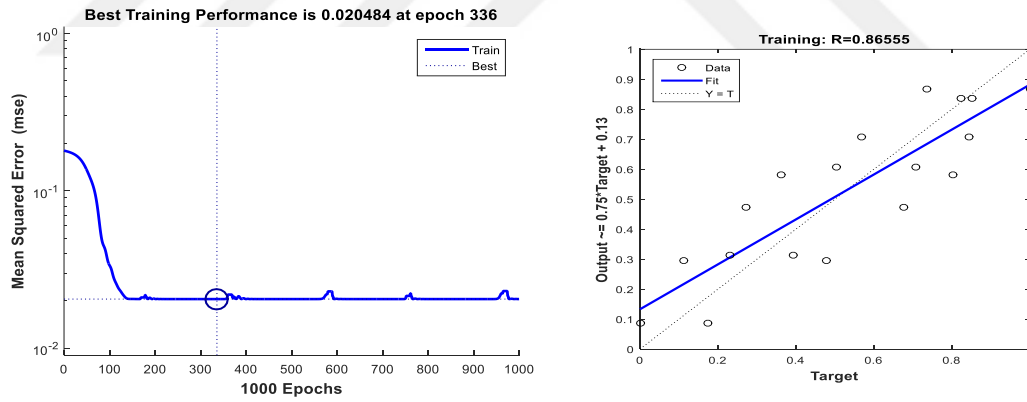
DMA 40⁰C, 60⁰C ve 100⁰C noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

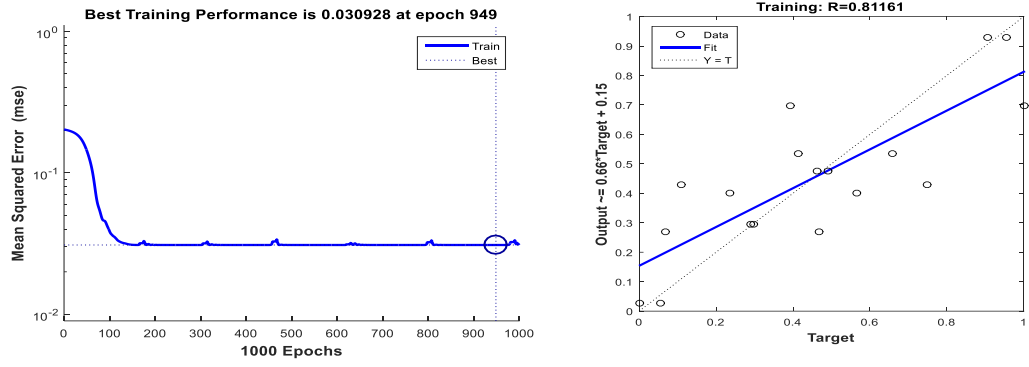
Tablo 3.330 DMA Y grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

DMA Y GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
40 ⁰ C Depolama Modülü	86,5	75,77	2,9863E-11
40 ⁰ C Kayıp Modülü	81,6	67,83	2,97057E-09
40 ⁰ C Stres	86,7	62,94	5,97E-11
60 ⁰ C Depolama Modülü	87	77,07	1,90742E-11
60 ⁰ C Kayıp Modülü	86,9	77,81	1,25355E-11
60 ⁰ C Stres	89,8	75,36	4,71789E-11
100 ⁰ C Depolama Modülü	88,6	79,03	2,23323E-11
100 ⁰ C Kayıp Modülü	85,9	71,1	8,94989E-06
100 ⁰ C Stres	77,5	52,14	5,95699E-11

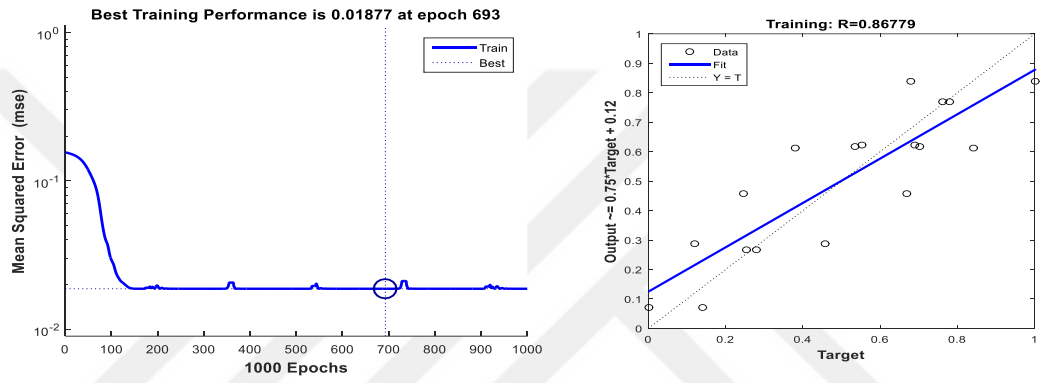
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



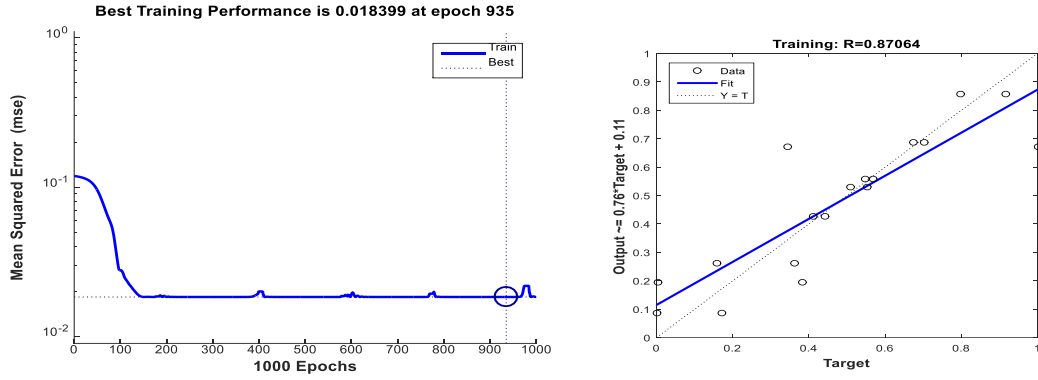
Şekil 3.127. DMA Y grubu 40⁰C Depolama Modülüperformans ve regresyon grafiği



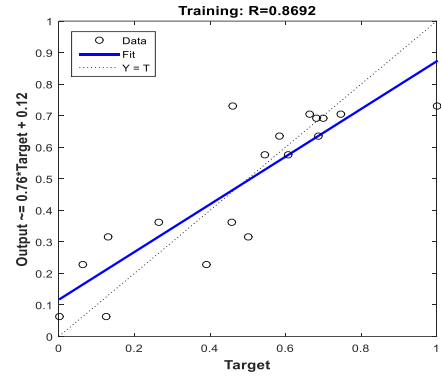
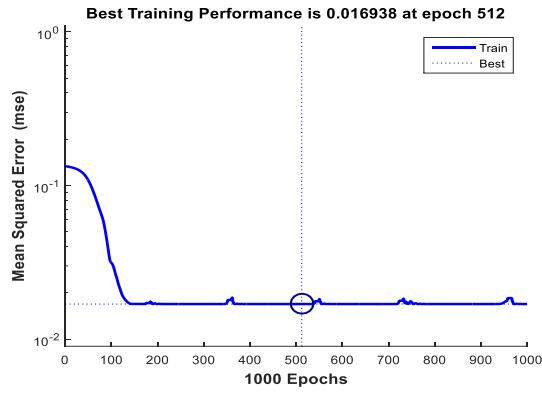
Şekil 3.128. DMA Y grubu 40⁰C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği



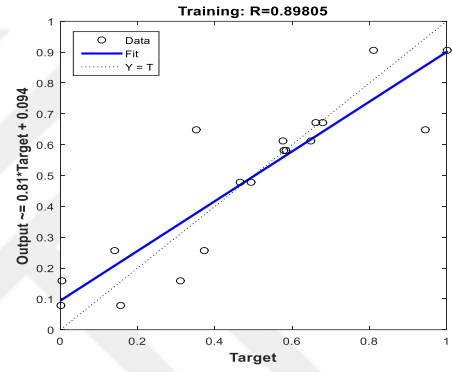
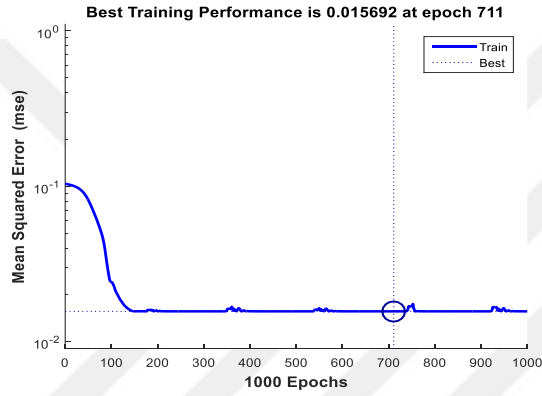
Şekil 3.129. DMA Y grubu 40⁰C Stres performans ve regresyon grafiği



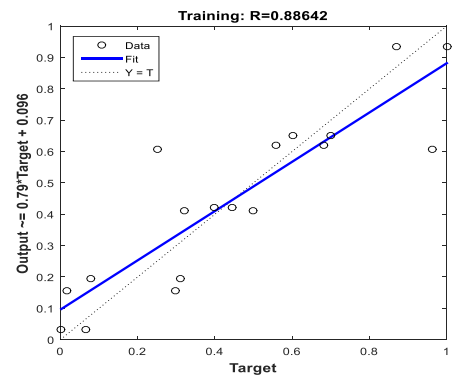
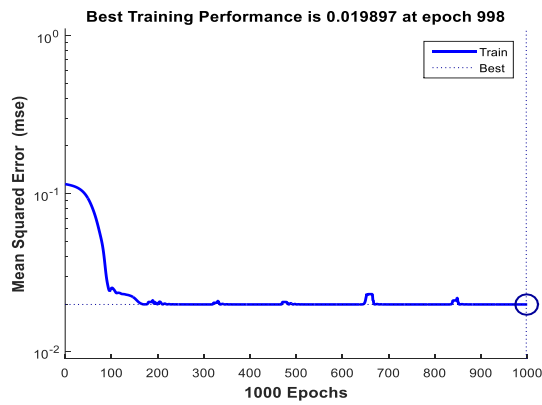
Şekil 3.130. DMA Y grubu 60⁰C Depolama Modülperformans ve regresyon grafiği



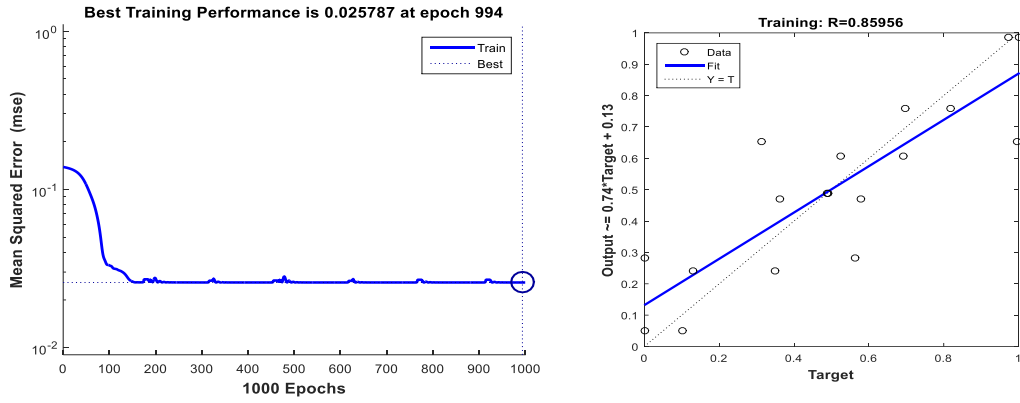
Şekil 3.131. DMA Y grubu 60°C kayıp modülperformans ve regresyon grafiği



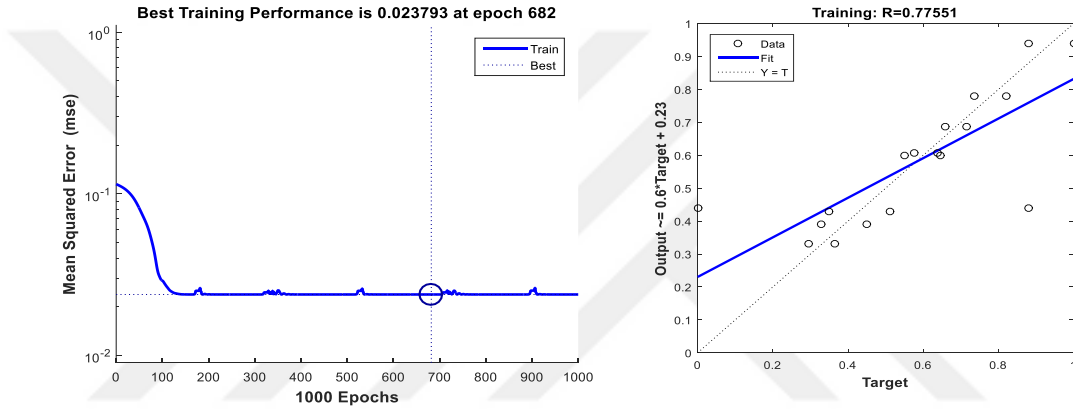
Şekil 3.132. DMA Y grubu 60°C Stres performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.133. DMA Y grubu 100°C Depolama Modülperformans ve regresyon grafiği



Şekil 3.134. DMA Y grubu 100⁰C kayıp modül performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.135. DMA Y grubu 100⁰C Stres performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağın başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağının çıktıları ile hedeflenen çıktıların kesişimlerini gösteren regresyon grafiğinde ise çıktıların hedef çıktılar ile kesiştiği yani ağın tahminlemede başarılı olduğu görülmektedir.

3.4.3. TGA Modelleme Sonuçları

3.4.3.1. TGA D grubu modelleme sonuçları

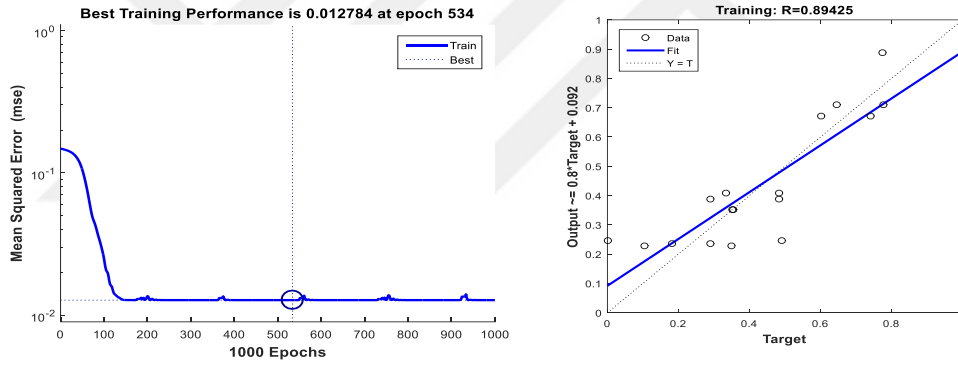
TGA kütle, sıcaklık ve zaman noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

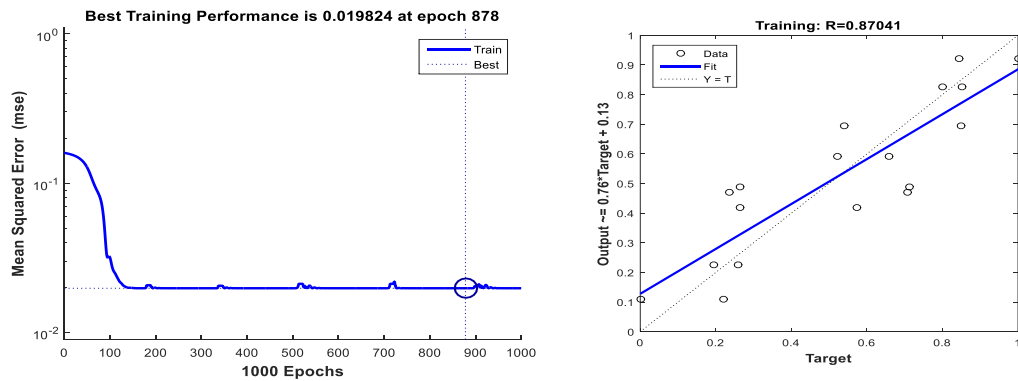
Tablo 3.331. TGA D grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

TGA D GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
KÜTLE % A-B	89,4	54,3	0,001324223
SICAKLIK A NOKTASI	67	46,18	7,75654E-07
SICAKLIK B NOKTASI	77,8	61,59	1,97082E-11
ZAMAN A NOKTASI	66,2	45,63	3,97748E-11
ZAMAN B NOKTASI	76,3	56,78	8,12269E-10

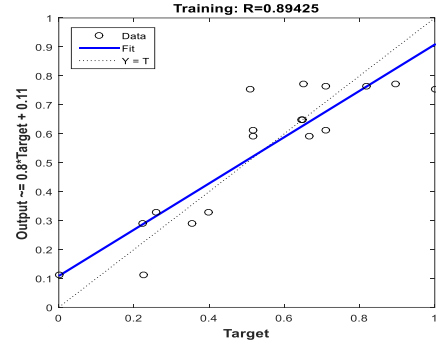
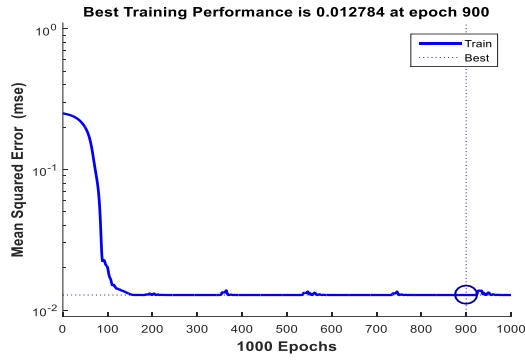
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



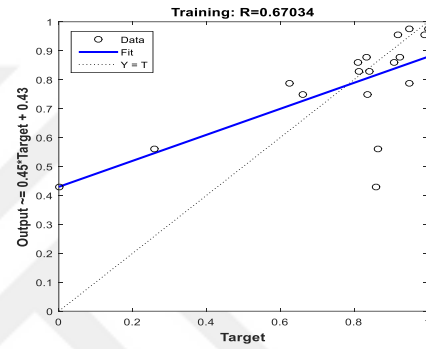
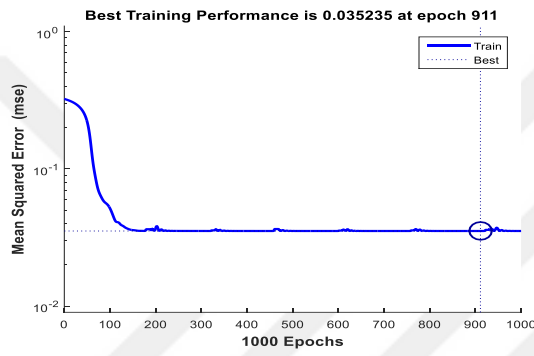
Şekil 3.136. TGA D grubu Kütle %A-B performans ve regresyon grafiği



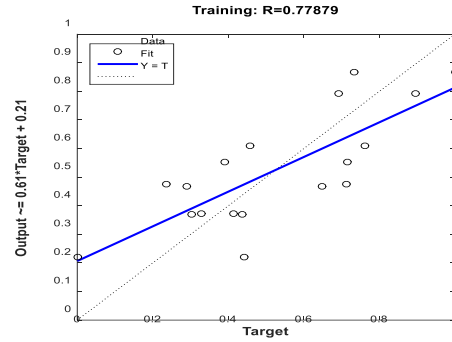
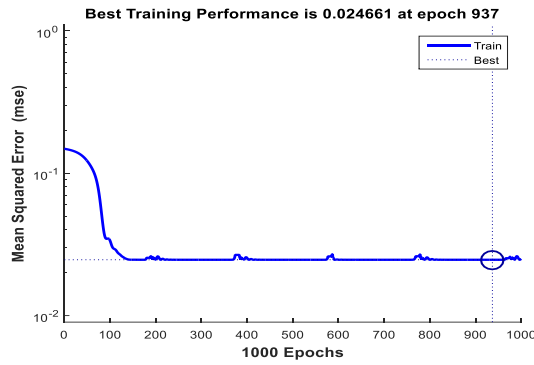
Şekil 3.137. TGA D grubu Kütle %A-C performans ve regresyon grafiği



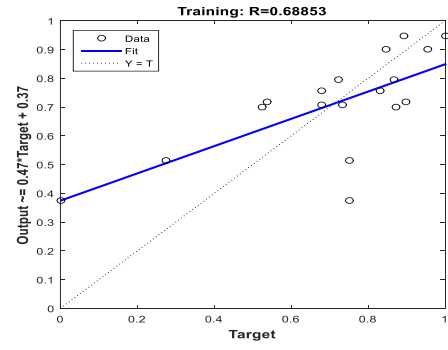
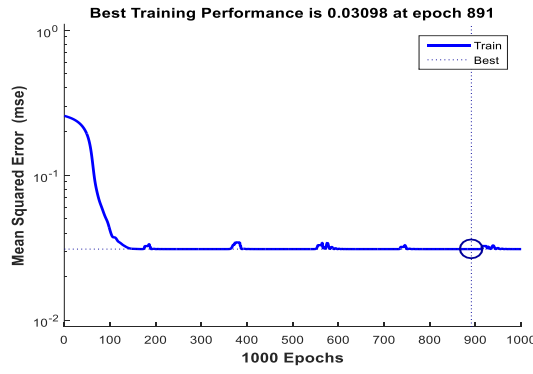
Şekil 3.138. TGA D grubu Kütle % m1 performans ve regresyon grafiği



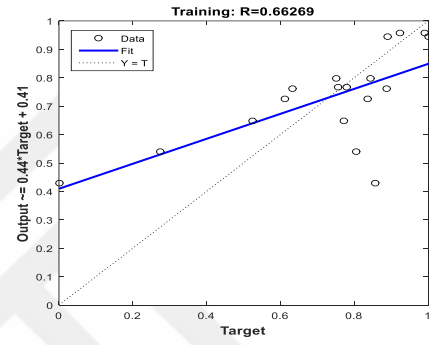
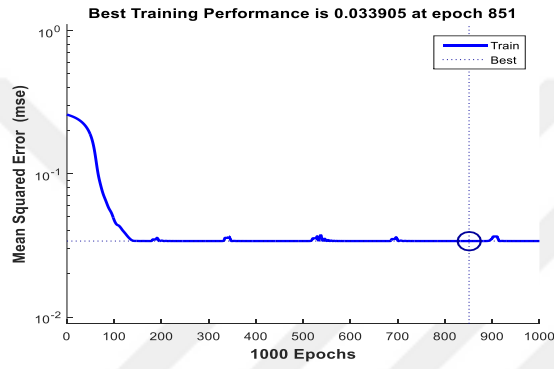
Şekil 3.139. TGA D grubu sıcaklık noktası performans ve regresyon grafiği



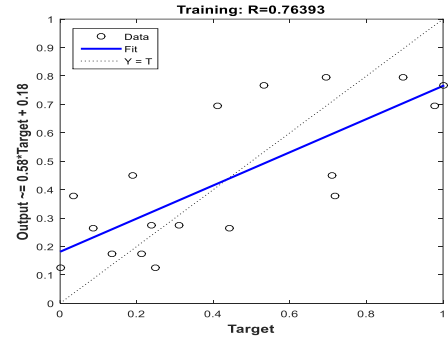
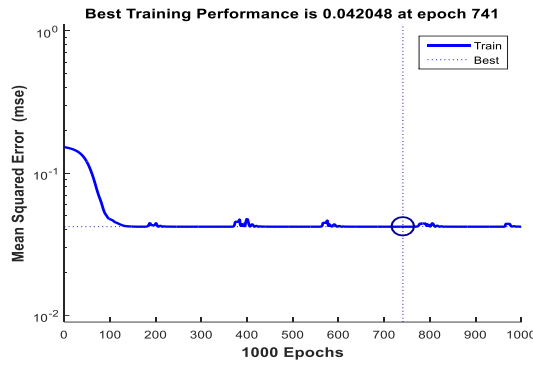
Şekil 3.140. TGA D grubu Sıcaklık B noktası performans ve regresyon grafiği



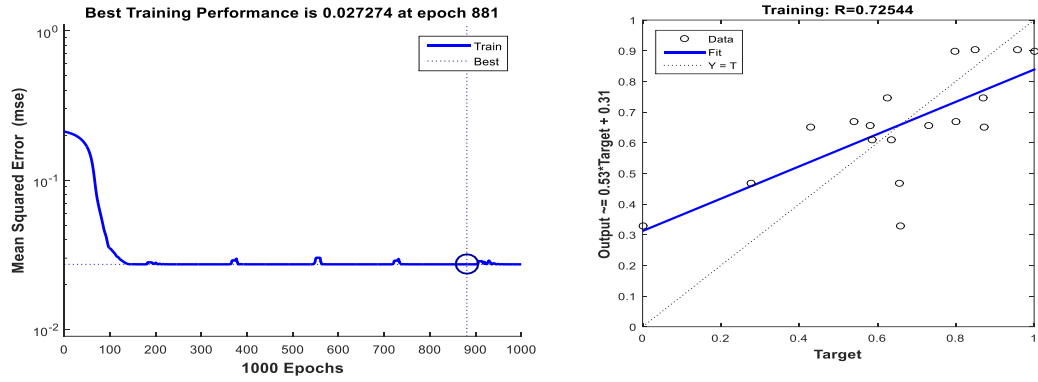
Şekil 3.141. TGA D grubu Sıcaklık C noktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.142. TGA D grubu Zaman A noktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.143. TGA D grubu Zaman B noktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.144. TGA D grubu Zaman C noktası performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağı başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağına çıktılar ile hedeflenen çıktılar kesişimlerini gösteren regresyon grafiğinde ise çıktılar hedef çıktılar ile kesiştiği yani ağı tahminlemede başarılı olduğu görülmektedir.

3.4.3.2. TGA O grubu modelleme sonuçları

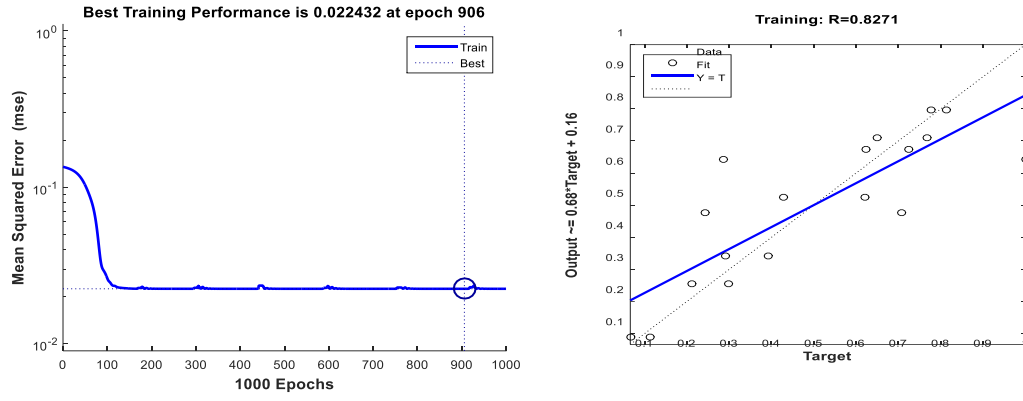
TGA kütle, sıcaklık ve zaman noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

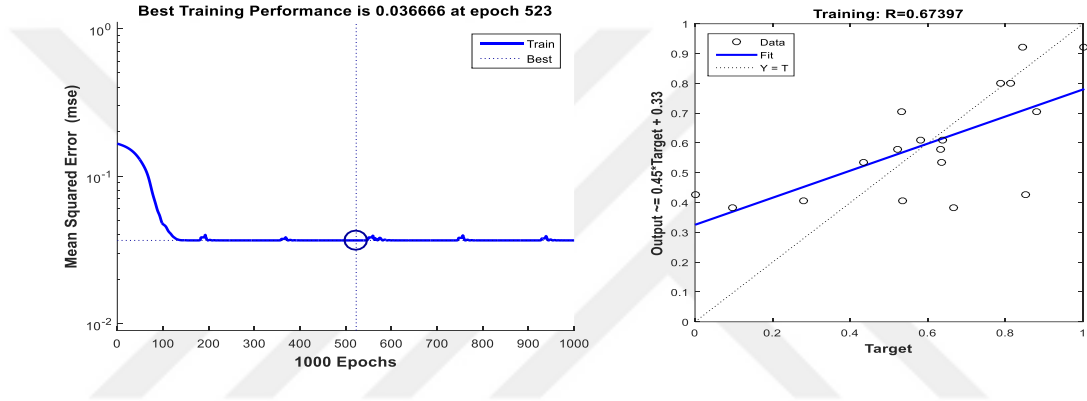
Tablo 3.332. TGA O grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

TGA O GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
KÜTLE % A-B	82,7	64,19	0,466474904
SICAKLIK A NOKTASI	72,4	53,65	2,30578E-10
SICAKLIK B NOKTASI	73,2	54,66	2,82035E-10
ZAMAN A NOKTASI	67,5	45,69	1,29206E-10
ZAMAN B NOKTASI	52,07	43,44	5,26103E-11

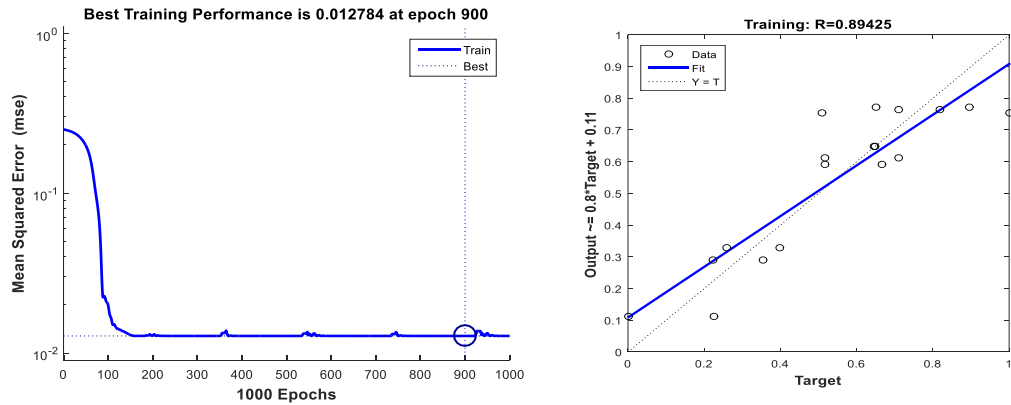
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



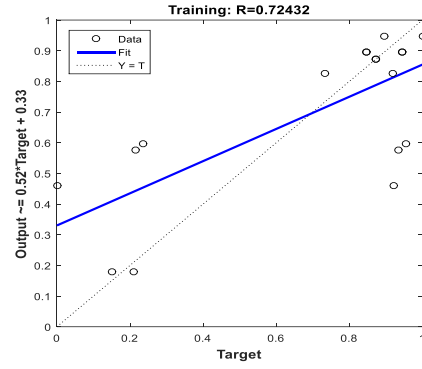
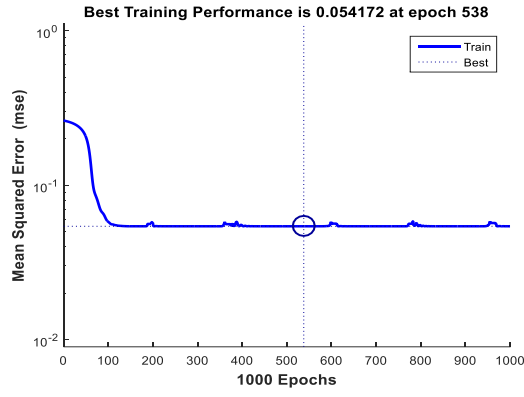
Şekil 3.145. TGA O grubu Kütle %A-B performans ve regresyon grafiği



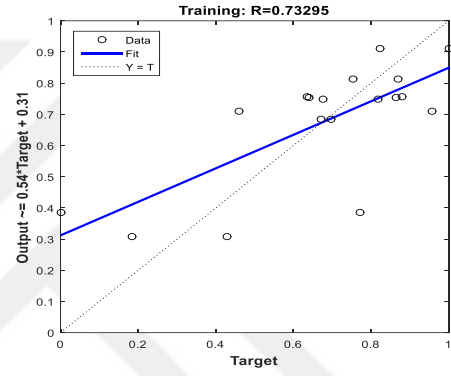
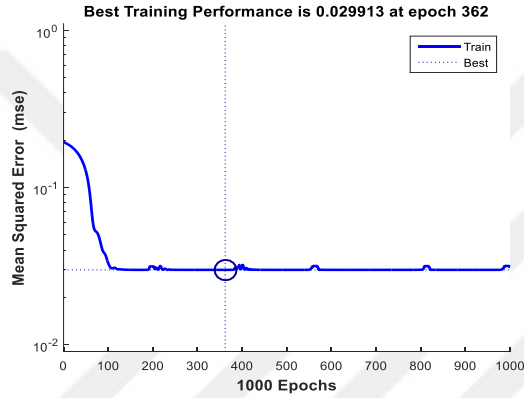
Şekil 3.146. TGA O grubu Kütle %A-C performans ve regresyon grafiği



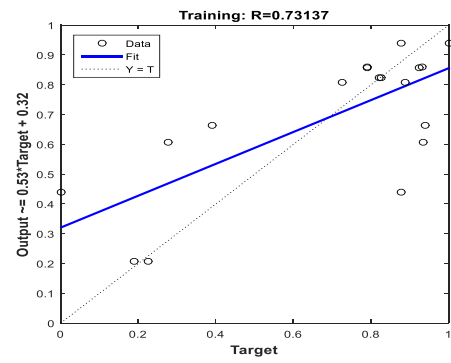
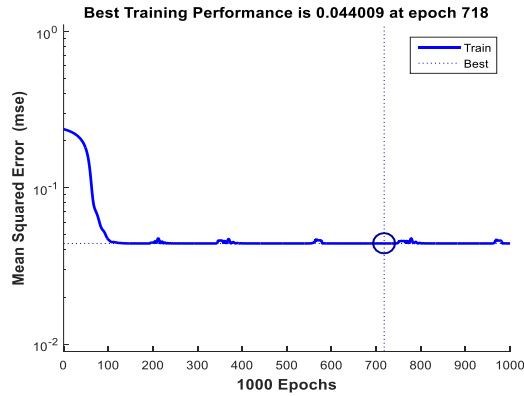
Şekil 3.147. TGA O grubu Kütle % m1 performans ve regresyon grafiği



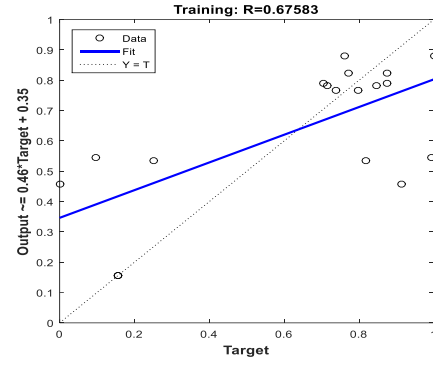
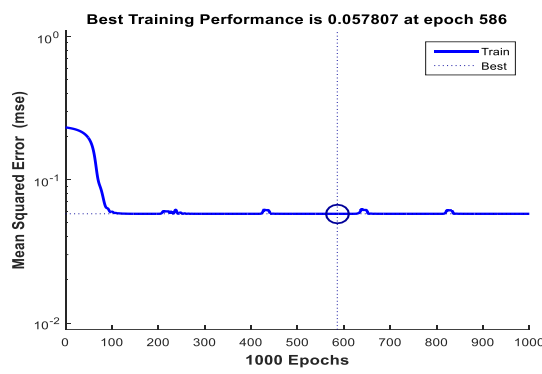
Şekil 3.148. TGA O grubu Sıcaklık A noktası performans ve regresyon grafiği



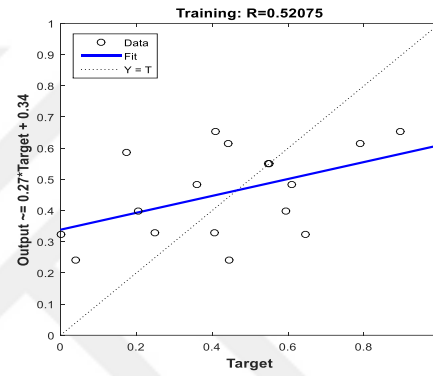
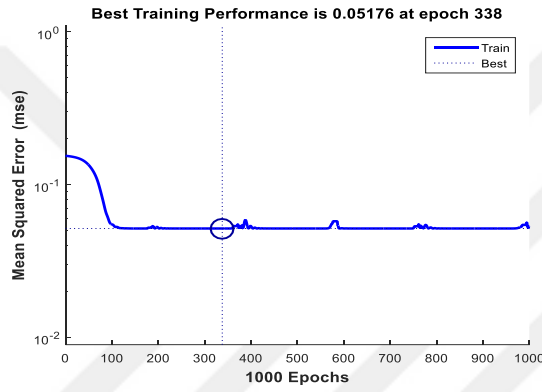
Şekil 3.149. TGA O grubu Sıcaklık B noktası performans ve regresyon grafiği



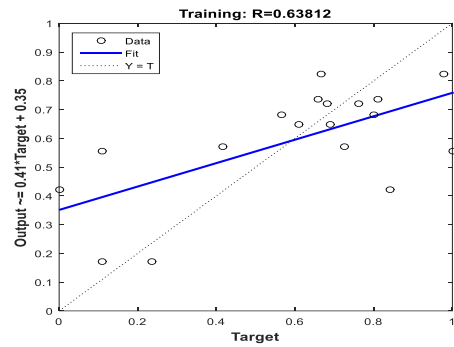
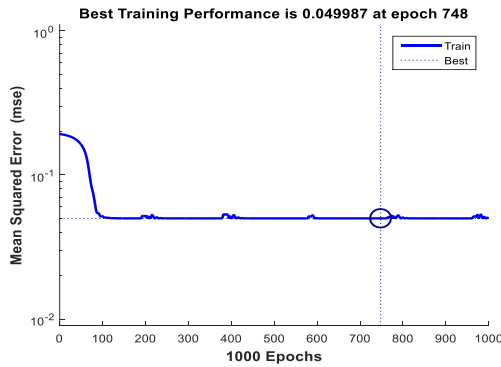
Şekil 3.150. TGA O grubu Sıcaklık C noktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.151. TGA O grubu zamana noktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.152. TGA O grubu Zaman B noktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.153. TGA O grubu Zaman C noktası performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağın başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağının çıktıları ile hedeflenen çıktıların kesişimlerini gösteren regresyon grafiğinde ise çıktıların hedef çıktı ile kesiştiği yani ağı tahminlemede başarılı olduğudur.

3.4.3.3. TGA Y grubu modelleme sonuçları

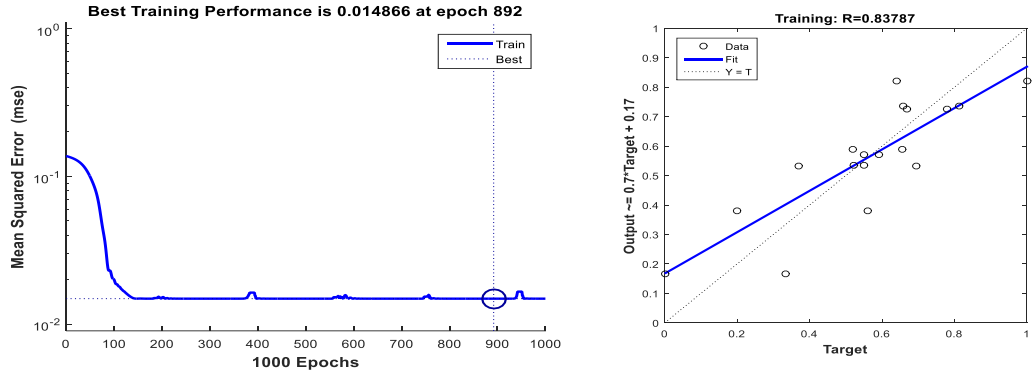
TGA kütle, sıcaklık ve zaman noktalarının özelliklerinin her biri için ayrı geliştirilen yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonucu, en iyi performansın elde edildiği modellere ilişkin değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tüm kalite değişkenleri için yüzde ortalama karasel hataların kabul edilebilir değerlerde olduğu ve dolayısıyla YSA modellerinin eğitiminin başarılı olduğu görülmektedir.

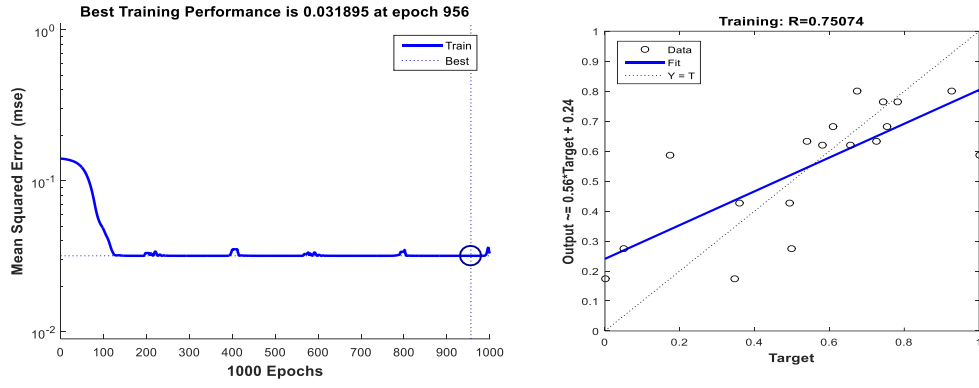
Tablo 3.333. TGA Y grubu en iyileme öncesi ve sonrası başarı değerleri

TGA Y GRUBU	Training R %	R-sq %	Eğitim Hata (MSE) %
KÜTLE % A-B	83,7	71,44	0,284399877
SICAKLIK A NOKTASI	81,9	68,01	1,12231E-10
SICAKLIK B NOKTASI	86,3	74,67	0,000143007
ZAMAN A NOKTASI	82,8	69,93	2,14394E-11
ZAMAN B NOKTASI	84,5	73,2	7,85772E-05

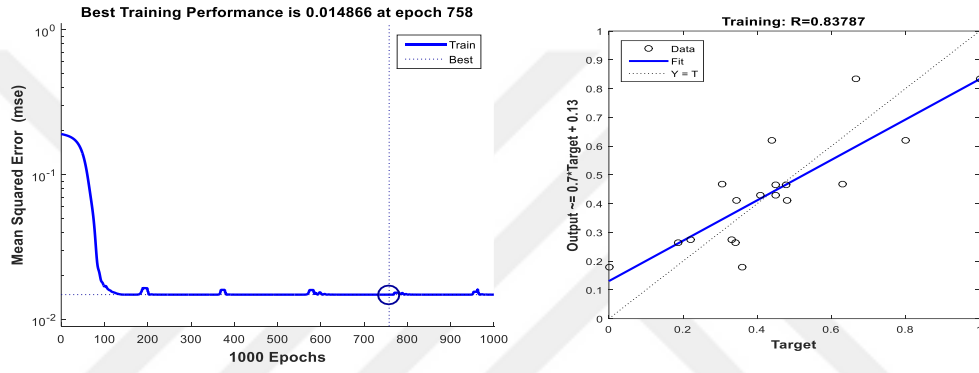
MATLAB programı kullanılarak geliştirilen modeller, yine bu program aracılığıyla üretilen performans grafikleri ve regresyon grafikleri birlikte incelenerek sonuçlar;



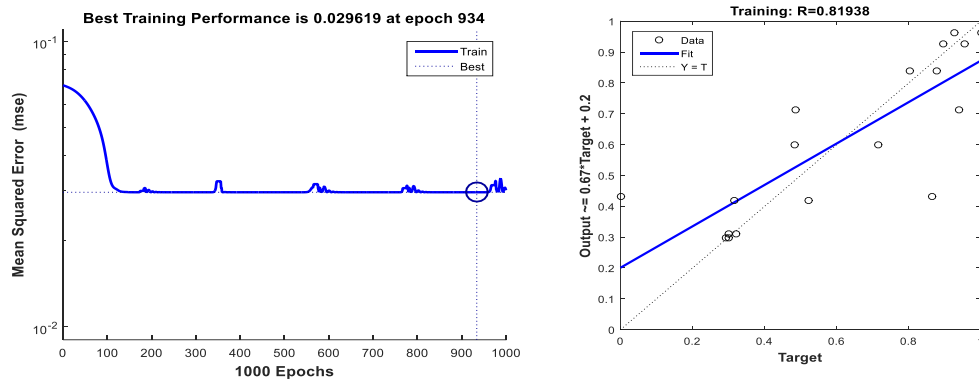
Şekil 3.154.TGA Y grubu Kütle %A-B performans ve regresyon grafiği



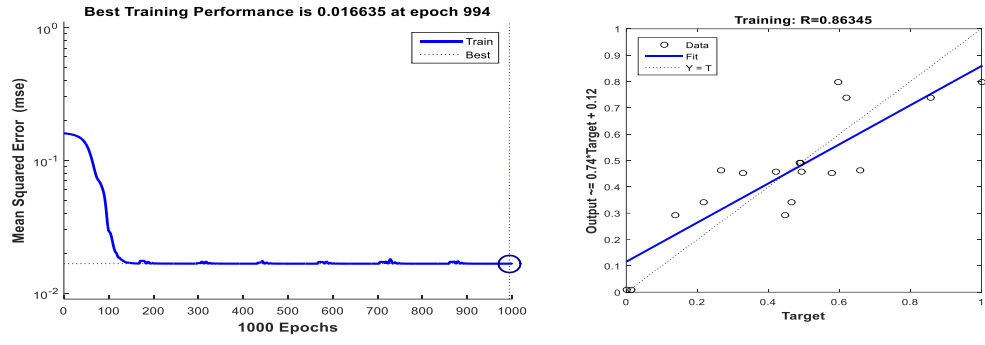
Şekil 3.155. TGA Y grubu Kütle %A-C performans ve regresyon grafiği



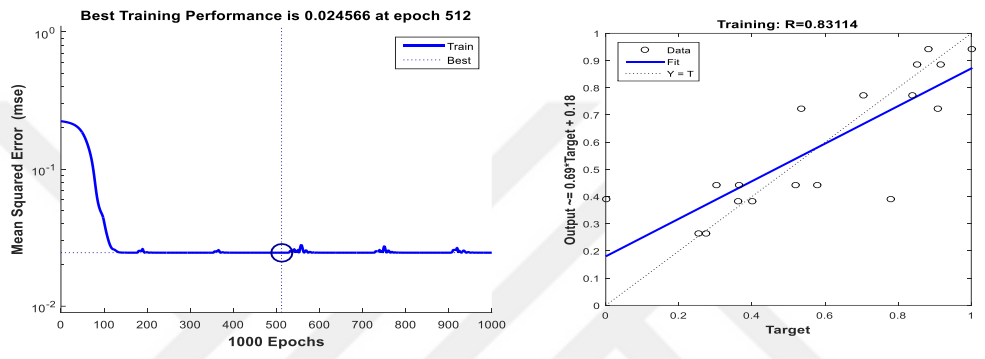
Şekil 3.156. TGA Y grubu Kütle %m1 performans ve regresyon grafiği



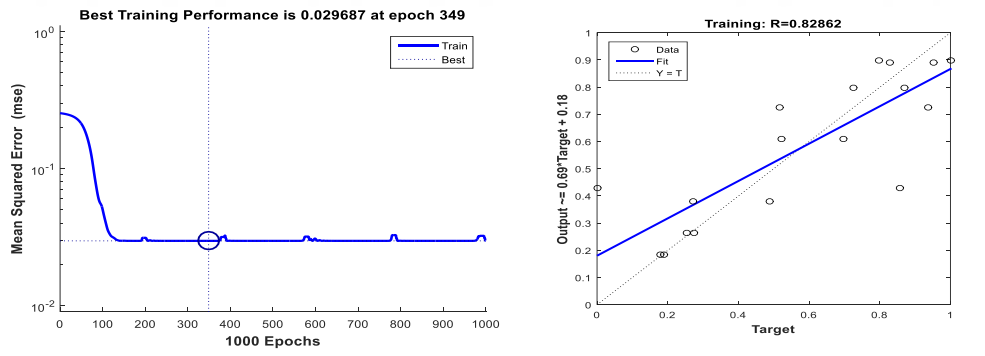
Şekil 3.157. TGA Y grubu Sıcaklık Anoktası performans ve regresyon grafiği



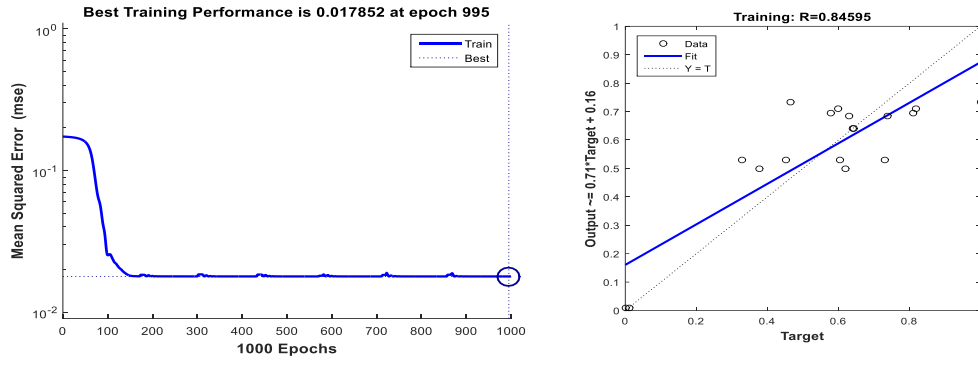
Şekil 3.158. TGA Y grubu Sıcaklık Bnoktası performans ve regresyon grafiği



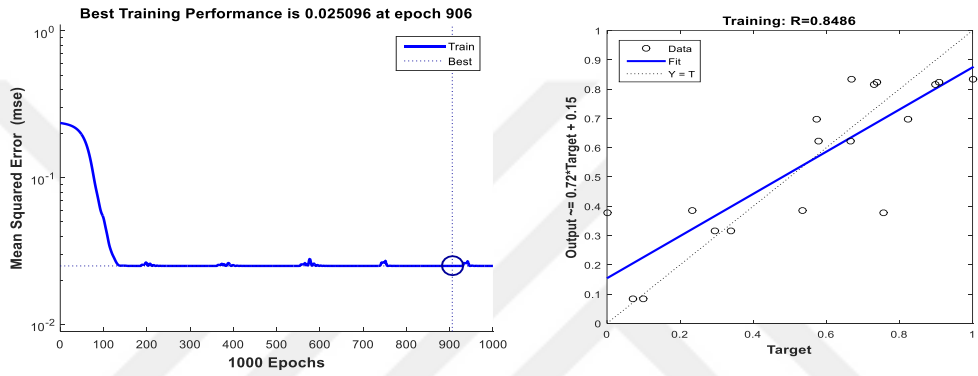
Şekil 3.159. TGA Y grubu Sıcaklık Cnoktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.160. TGA Y grubu zamananoktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.161. TGA Y grubu Zaman B noktası performans ve regresyon grafiği



Şekil 3.162. TGA Y grubu Zaman C noktası performans ve regresyon grafiği

Eğitim devam ettikçe hatanın sürekli azaldığı ve böylece bu süreçte ağı başarılı bir şekilde öğrendiğini performans grafiği üzerinden görmek mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağının çıktıları ile hedeflenen çıktıların kesişimlerini gösteren regresyon grafiğinde ise çıktıların hedef çıktı ile kesiştiği yani ağı tahminlemede başarılı olduğudur.

4. SONUÇLAR

4.1. DSA Sonuçları

4.1.1. D Grubu Sonuçları

DSC D grubu 1. Çekim onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 3., hibrit oranı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC D grubu 1. Çekim peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC D grubu 1. Çekim endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC D grubu 1. çekim analizlerinde dolgu miktarının en etkili parametrenin onset için meme sıcaklığı, peak ve endset için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 1. çekim sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DSC D grubu 2. Çekim onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC D grubu 2. Çekim peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC D grubu 2. Çekim endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC D grubu 2. çekim analizlerinde en etkili parametrenin onset için dolgu miktarı, peak ve endset için meme sıcaklığı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 2. çekim sonuçları bize hibrit kompozit ve malzeme parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

4.1.2. O Grubu Sonuçları

DSC O grubu 1. Çekim onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir

DSC O grubu 1. Çekim peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC O grubu 1. Çekim endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC D grubu 1. çekim analizlerinde dolgu miktarının en etkili parametrenin onset için kalıp sıcaklığı, peak ve endset için enjeksiyon hızı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 1. çekim sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DSC O grubu 2. Çekim onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC O grubu 2. Çekim peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC O grubu 2. Çekim endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC O grubu 2. çekim analizlerinde en etkili parametrenin onset ve peak için meme sıcaklığı, endset için kalıp sıcaklığı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 2. çekim sonuçları bize hibrit kompozit ve malzeme parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

4.1.3. Y Grubu Sonuçları

DSC Y grubu 1. Çekim onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC Y grubu 1. Çekim peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC Y grubu 1. Çekim endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC Y grubu 1. çekim analizlerinde en etkili parametrenin onset, peak için enjeksiyon hızı olduğu endset için meme sıcaklığı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 1. çekim sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DSC Y grubu 2. onset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC Y grubu 2. peak yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC Y grubu 2. endset yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DSC Y grubu 2. çekim analizlerinde en etkili parametrenin onset için meme sıcaklığı, peak için dolgu miktarı, endset için kalıp sıcaklığı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 2. çekim sonuçları bize hibrit kompozit ve malzeme parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

4.2. DMA Sonuçları

4.2.1. D Grubu Sonuçları

DMA D grubu 40C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 40C⁰ kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 40C⁰ stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 40C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü, kayıp modülü ve stres için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 40C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DMA D grubu 60C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 60C⁰ Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 60C⁰ stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 60C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü ve kayıp modülü için dolgu miktarı stres için meme sıcaklığı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 60C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DMA D grubu 100C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 100C⁰ Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 100C⁰ stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA D grubu 100C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü, kayıp modülü ve stres için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 100C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

4.2.2. O Grubu Sonuçları

DMA O grubu 40C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 40C⁰ Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 40C⁰ stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 40C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü ve stres için dolgu miktarı kayıp modülü için meme sıcaklığı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 40C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DMA O grubu 60C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 60C⁰ Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 60C⁰ stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 60C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü, kayıp modülü ve stres için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 60C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DMA O grubu 100C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 100C⁰ Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 100C⁰ stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA O grubu 100C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü ve kayıp modülü için dolgu miktarı stres için kalıp sıcaklığı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 100C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

4.2.3. Y Grubu Sonuçları

DMA Y grubu 40C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 40C⁰ Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 40C⁰ Stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 40C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü, kayıp modülü ve stres için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 40C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DMA Y grubu 60C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 60C⁰ Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 60C⁰ Stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 60C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü, kayıp modülü ve stres için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 60C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

DMA Y grubu 100C⁰ Depolama Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 100C⁰ Kayıp Modülü yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 100C⁰ Stres yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

DMA Y grubu 100C⁰ analizlerinde en etkili parametrenin depolama modülü için enjeksiyon hızı kayıp modülü için dolgu miktarı ve stres için meme sıcaklığı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen 100C⁰ sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

4.3. TGA Sonuçları

4.3.1. D Grubu Sonuçları

TGA D grubu kütle C-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu kütle B-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu kütle m1% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu kütle analizlerinde en etkili parametrenin C-A%, B-A% ve m1% için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen kütle sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

TGA D grubu sıcaklık A noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu sıcaklık B noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu sıcaklık C noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu sıcaklık analizlerinde en etkili parametrenin A noktası için meme sıcaklığı, B noktası ve C noktası için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen sıcaklık sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

TGA D grubu zaman A noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu zaman B noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu zaman C noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 1., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA D grubu zaman analizlerinde en etkili parametrenin A noktası ve C noktası için meme sıcaklığı, B noktası için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen zaman sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

4.3.2. O Grubu Sonuçları

TGA O grubu kütle C-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu kütle B-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu kütle m1% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu kütle analizlerinde en etkili parametrenin C-A%, B-A% ve m1% için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen kütle sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

TGA O grubu sıcaklık A Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu sıcaklık B Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu sıcaklık C Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu sıcaklık analizlerinde en etkili parametrenin A noktası, B noktası ve C noktası için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen sıcaklık sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

TGA O grubu zaman A Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu zaman B Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu zaman C Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA O grubu zaman analizlerinde en etkili parametrenin A noktası, B noktası ve C noktası için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen zaman sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

4.3.3. Y Grubu Sonuçları

TGA Y grubu kütle C-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu kütle B-A% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 2., enjeksiyon hızı için 1. ve kalıp sıcaklığı içinde 3. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu kütle m1% yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 3., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 2. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu kütle analizlerinde en etkili parametrenin C-A% için enjeksiyon hızı, B-A% ve m1% için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen kütle sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

TGA Y grubu sıcaklık A Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu sıcaklık B Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 2., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu sıcaklık C Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu sıcaklık analizlerinde en etkili parametrenin A noktası ve C noktası için meme sıcaklığı, C noktası için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen sıcaklık sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

TGA Y grubu zaman A Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu zaman B Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 2. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu zaman C Noktası yanıt değişkenini en iyileyen parametre seviyeleri hibrit oranı için 1., meme sıcaklığı için 3., enjeksiyon hızı için 3. ve kalıp sıcaklığı içinde 1. seviye olarak belirlenmiştir.

TGA Y grubu zaman analizlerinde en etkili parametrenin A noktası ve C noktası için meme sıcaklığı, C noktası için dolgu miktarı olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen zaman sonuçları bize imalat parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

PPH/TC-KOL hibrit kompozit çalışmalarında; farklı üretim parametreleri tercih edilerek devam ettirilmesinin faydalı olacağı düşünölmektedir. Talk ve kolemanitin ağırlıkça yüzde katkı oranlarında farklı değerler ele alınarak ısıl özelliklere etkisi incelenebilir. Talk ve kolemanit hibrit katkılı PPH kompozitlerin ısıl özelliklerinin, başka bir yapay zeka ürünü ile modellenmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Keskin F.Ş., Perlit ve Taban Külü Katkılı Harç Özelliklerinin Taguchi Deneyisel Tasarım Yöntemi İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2016.
- [2] Şimşek B., Hazır Betonun Optimal Karışım Oranlarının Belirlenmesi İçin Birçok Yanıtlı Modelleme ve Eniyileme Uygulaması: Topsıs Tabanlı Taguchi Yaklaşımı İle Cevap Yüzey Yöntemi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014.
- [3] Koca N., Dolgu Maddeli Polimer Malzemelerin Taguchi Yöntemi İle Performans Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2009.
- [4] *Kocaeli Üniversitesi Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 2016, 14(1), sayfalar.
- [5] Sünkür E., Ekstrüzyon İşleminde Proses Parametrelerinin Etkisinin Sonlu Elemanlar ile Analizi ve Taguchi Yöntemi ile Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 2016.
- [6] Kamber Ö.Ş., Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Basınç ve Sıcaklık Parametrelerinin Ürün Kalitesine Etkileri ve Taguchi Yöntem ile Optimizasyonu, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
- [7] Şahin T. Ve Şahin, Ş., Kalsiyum Karbonat Mineral Dolgu Maddesinin Polipropilen Random Kopolimer Boru Malzemesinin Performansına Etkisi, 8. *Uluslar Aras Klima Konferans Bildiriler Kitabı*, İstanbul, Türkiye, 7–9 Kasım 2007.
- [8] Gökçe B., Taşgetiren S., Kalite İçin Deney Tasarımı, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2009, 6(1), 71-83.
- [9] Güral, G. Gazaltı Kaynağında Proses Parametrelerinin Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2003.
- [10] Baydar S., Çevresel Faktörlerin Pilot Hatalarına Etkilerinin Taguchi Yaklaşımı İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010.

- [11] Yücel E., Yüksek Alaşımli Beyaz Dökme Demirlerin (Ni-Hard) İşlenebilirlik Parametrelerinin Taguchi Yöntemi İle Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2011.
- [12] Durmaz, S., Taguchi Metodunun Kauçuğun Vulkanizasyonu Prosesine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2008.
- [13] Şeker M., Fren Balatalarının Üretim Şartları ve İçeriğinin Performansa Etkisinin Taguchi Yöntemiyle Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 2013.
- [14] Kandemir Y., Kompozit Malzemelerin Enerji Sönümleme Performansına Numune ve Tetikleyici Geometrik Değişkenlerin Etkisinin Taguchi Metodu İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2018.
- [15] Baydar S., Çevresel Faktörlerin Pilot Hatalarına Etkilerinin Taguchi Yaklaşımı İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010.
- [16] Öktem H. ve Erzincanlı F., Bir Dvd-Rom Ön Kapağının Plastik Enjeksiyonla Basılması Sonucunda Oluşan Çekmeye Etki Eden En Uygun İşlem Parametrelerinin Taguchi Yöntemiyle Belirlenmesi, *3.Ulusal Tasarım İmalat Ve Analiz Kongresi*, Balıkesir, 29-30 Kasım 2012.
- [17] KaragözN., Taguchi Metodunun Hava Aracı Kanat Tasarımı Sürecine Uygulanması Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 2014.
- [18] Salkım İ., Taguchi Optimizasyon Yönteminin Anten Tasarım Problemlerine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [19] Çapkurt M., Uçakların Basınçlandırılmış Bölgelerinde Kullanılan Perçin Bağlantılarının Performans Etkenlerinin Taguchi Yöntemi İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2015.
- [20] Taylar, D. Taguchi Deney Tasarımı Uygulaması Süleyman Demirel Yüksek Lisans Tezi, Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.

ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Aydın'da doğdu. Gazipaşa İlköğretim Okulu (2008), Süleyman Demirel Anadolu Lisesi (2012), Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünü (2016) bitirdi. Kasım 2014'ten bu yana, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü bünyesinde faaliyet gösteren Plastik Boru Testi laboratuvarın da yardımcı araştırmacı öğrenci olarak çalışmaktadır.



