

Dilay DURAN AŞKAR



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MARSHALL DENEYİ SONUÇLARI
İÇİN OLUŞTURULAN TAHMİN
MODELLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

Dilay DURAN AŞKAR

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

MAYIS 2018

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

MAYIS 2018



**MARSHALL DENEYİ SONUÇLARI İÇİN OLUŞTURULAN TAHMİN
MODELLERİNİN İNCELENMESİ**

Dilay DURAN AŞKAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2018

Dilay DURAN AŞKAR tarafından hazırlanan “MARSHALL DENEYİ SONUÇLARI İÇİN OLUŞTURULAN TAHMİN MODELLERİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



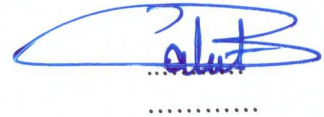
Başkan: Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Doç. Dr. Fatih ÜNEŞ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Doç. Dr. Cahit BİLİM
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 24 / 05 /2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.


Doç. Dr. Tolga DEPCİ
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.


İmza

Dilay DURAN AŞKAR

24 / 05 / 2018

MARSHALL DENEYİ SONUÇLARI İÇİN OLUŞTURULAN TAHMİN MODELLERİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Dilay DURAN AŞKAR

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2018

ÖZET

Günümüzde asfalt kaplamalı yollar son zamanlarda artan trafik yüklerine maruz kalmaktadır. Yük ve yolcu taşımacılığının büyük oranda karayolları ile yapıldığı ülkemiz koşulları düşünüldüğünde kaliteli ve sağlıklı bir yol kaplaması elde etmek önem arz etmektedir. Asfalt yol tasarımında en önemli hususlardan biri optimum bitüm yüzdesi tayinidir. Bitüm yüzdesi tayini için Marshall stabilitesi deneyinden yararlanılmaktadır.

Çalışmamızda uzun ve zahmetli Marshall deneyi süreci yerine, alternatif olarak istatistiki yöntemler ve yapay zeka metotlarından yararlanılmaktadır. Marshall deney sonucu olan Marshall stabilitesi tahmini için modeller oluşturulmaktadır. Tahmin modelleri oluşturulurken önceden yapılmış olan deney verilerden yararlanılmaktadır. Bu veriler; bitümün penetrasyonu (P), numunelerin havadaki ağırlığı (H), sıcaklık (C), bitüm ağırlığı (G), numune yükseklikleri (T), bitüm yüzdesi (W), numunelerin sudaki ağırlığı (S), stabilite (ST) değişkenleridir. Modeller oluşturulurken Regresyon ve Yapay sinir ağları (YSA) tekniklerinden yararlanılmaktadır. Kullanılan tekniklerin performans kıyası için korelasyon katsayısı (R), yüzde hataların ortalaması (YHO) ve hataların karesinin ortalaması (HKO) teknikleri kullanılmaktadır.

Regresyon ile oluşturulan modellerde performans değeri en yüksek olan model HPCYWSST olduğu görülmektedir. HPCYWSST modelinin korelasyon katsayısı 0,57125, hataların karesinin ortalaması 14841,82, yüzde hataların ortalaması 9,5858 değerinde çıktığı görülmektedir. YSA ile veri setleri rasgele seçilerek oluşturulan modellerden performans değeri en yüksek olan model HCPGSST olduğu görülmektedir. HCPGSST modelinin korelasyon katsayısı 0,75168, hataların karesinin ortalaması 9616,43, yüzde hataların ortalaması 7,657227 değerinde çıktığı görülmektedir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda YSA ile oluşturulan modellerin Regresyondan daha küçük hatalarla sonuca ulaştığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler : Yapay Sinir Ağı, Marshall Stabilitesi Deneyi, Regresyon

Sayfa Adedi : 172

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ

INVESTIGATION OF FORECAST MODELS FOR
MARSHALL EXPERIMENTAL RESULTS
(M. Sc. Thesis)

Dilay DURAN AŞKAR

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

May 2018

ABSTRACT

Today, asphalt roads are exposed to increasing traffic loads in recent times. It is important to obtain a quality and healthy road coverage when considering the conditions in which our freight and passenger transportation is carried out by roads. One of the most important aspects of asphalt road design is the determination of the optimum percentage of bitumen. The Marshall stability test is utilized for the percentage of bitumen.

In our work, instead of the long and laborious Marshall experiment process, alternative statistical methods and artificial intelligence methods were used. Models were developed for Marshall stability predictions which are Marshall experiment results. Prediction models are constructed using the results of previous experiments. These parameters are the bitumen penetration (P), weight of the sample in the weather (H), the temperature (C), the bitumen weight (G), the sample heights (Y), the bitumen percentage (W), weight of the sample in water (S), the stability (ST). Regression and Artificial Neural Networks (ANN) techniques are being used when creating models. For the performance comparison of the techniques used the correlation coefficient (R), the mean percentage errors (MPE) and the mean square errors (MSE) are used.

It is seen that the model with regression is the model with the highest performance value HPCYWSST. The correlation coefficient of the HPCYWSST model is 0,57125, the mean square errors is 14841,82, the mean percentage errors is 9,5858 percent. It is seen that HCPGSST is the model with the highest performance value from the models generated by random selection of data sets with ANN. The correlation coefficient of the HCPGSST model is 0,75168. The mean square errors of the HCPGSST model is 9616,43. The mean percentage error of the HCPGSST model is 7,657227. As a result of these comparisons, it can be seen that the models formed by ANN have reached to the results with smaller errors from regression models.

Key Words : Artificial Neural Network, Marshall Stability Experiment, Regression
Page Number : 172
Supervisor : Asist. Prof. Dr. Omer Faruk CANSIZ

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında manevi desteklerini esirgemeyen eşim Erdal AŞKAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşım İbrahim ERGİNER'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu tez çalışması sırasında manevi desteğini esirgemeyen hayatımın her aşamasında bana destek olan annem Necmiye DURAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca deney verilerini temin etmemde yardımcı olan Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xx
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal	7
3.1.1. Tahmin Modellerinde Kullanılacak Veriler	7
3.2. Yöntem.....	7
3.2.1. Marshall Deneyi, Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları	7
3.2.2. Marshall Deneyi.....	8
3.2.3. Regresyon Modellerinin Oluşturulması.....	9
3.2.4. Yapay Sinir Ağları	10
3.2.5. Yapay Sinir Hücrelerini Oluşturan Elemanlar	11
3.2.6. Yapay Sinir Ağının (YSA) Yapısı	13
3.2.7. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme.....	13
3.2.8. YSA Modellerinin Oluşturulması	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	16
4.1. Regresyon Modellerinin Sonuçları.....	16

	Sayfa
4.1.1. Gerçek Değerler Kullanılarak Stabilite Analizi	17
4.1.2. Gerçek Değerler Kullanılarak Oluşturulan Stabilite Modellerinin Katsayıları	32
4.1.3. Gerçek Stabilite Değerleri ile En İyi Tahmin Modeli Sonucunun Karşılaştırılması.....	32
4.2. Yapay Sinir Ağı Tahmin Modellerinin Oluşturulması.....	33
4.2.1. Gerçek Değerler Kullanılarak Oluşturulan YSA Modelleri.....	33
4.2.2. Stabilite Tahmin Modellerinin Sonuç Değerleri.....	66
4.2.3. HPCGWSST Modelinin ST Tahmin Değerlerinin Gerçek ST Değerleri İle Karşılaştırılması.....	68
4.3. YSA ile Rastgele Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan Stabilite Modelleri	68
4.3.1. Rastgele Veri Seti İle Oluşturulan Stabilite Analizleri.....	68
4.3.2. Rastgele Veri Seti İle Oluşturulan Stabilite Modellerinin Sonuç Değerleri.....	101
4.3.3. HCPGSST Modelinin ST Tahmin Değerlerinin Gerçek ST Değerleri İle Karşılaştırılması.....	103
4.4. En İyi YSA Modelleri İle Regresyon Sonuçlarının Karşılaştırılması	103
4.5. Test-Train-Doğrulama Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan HCPGSST Modelinin YSA Denklemi Açılımı	105
4.5.1. Test-Train-Doğrulama Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan HCPGSST Modelinin Açık Denklemi.....	106
4.5.2. Tangent Sigmoid Transfer Fonksiyonu	109
4.5.3. Purelin Transfer Fonksiyonu	109
4.5.4. Mapminmax Normalize Fonksiyonu.....	109
4.6. En İyi YSA Modelinin Excell Programı Yardımı İle Çözümü	109
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	111
KAYNAKLAR	113
EKLER	117

ÖZGEÇMİŞ 171



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. ST Tahmin Modelinin Bir Değişkenliler İçin Farklı Regresyon Teknikleri ile Oluşturulan Performans Değerlerinin Sonuçları	19
Çizelge 4.2. ST Tahmin Modelinin İki Değişkenliler İçin Farklı Regresyon Teknikleri ile Oluşturulan Performans Değerlerinin Sonuçları	20
Çizelge 4.3. ST Tahmin Modelinin Üç Değişkenliler İçin Farklı Regresyon Teknikleri ile Oluşturulan Performans Değerlerinin Sonuçları	22
Çizelge 4.4. ST Tahmin Modelinin Dört Değişkenliler İçin Farklı Regresyon Teknikleri ile Oluşturulan Performans Değerlerinin Sonuçları	25
Çizelge 4.5. ST Tahmin Modelinin Beş Değişkenliler İçin Farklı Regresyon Teknikleri ile Oluşturulan Performans Değerlerinin Sonuçları	28
Çizelge 4.6. ST Tahmin Modelinin Altı Değişkenliler İçin Farklı Regresyon Teknikleri ile Oluşturulan Performans Değerlerinin Sonuçları	31
Çizelge 4.7. ST Tahmin Modelinin Yedi Değişkenliler İçin Farklı Regresyon Teknikleri ile Oluşturulan Performans Değerlerinin Sonuçları	31
Çizelge 4.8. HST Modeli Regresyon Katsayıları.....	117
Çizelge 4.9. PST Modeli Regresyon Katsayıları	117
Çizelge 4.10. CST Modeli Regresyon Katsayıları	117
Çizelge 4.11. GST Modeli Regresyon Katsayıları.....	117
Çizelge 4.12. YST Modeli Regresyon Katsayıları.....	121
Çizelge 4.13. WST Modeli Regresyon Katsayıları	117
Çizelge 4.14. SST Modeli Regresyon Katsayıları	118
Çizelge 4.15. HPST Modeli Regresyon Katsayıları.....	118
Çizelge 4.16. HCST Modeli Regresyon Katsayıları	118
Çizelge 4.17. HGST Modeli Regresyon Katsayıları	118
Çizelge 4.18. HYST Modeli Regresyon Katsayıları	119
Çizelge 4.19. HWST Modeli Regresyon Katsayıları	119

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.20. HSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	119
Çizelge 4.21. PCST Modeli Regresyon Katsayıları.....	119
Çizelge 4.22. PGST Modeli Regresyon Katsayıları.....	120
Çizelge 4.23. PYST Modeli Regresyon Katsayıları.....	120
Çizelge 4.24. PWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	120
Çizelge 4.25. PSST Modeli Regresyon Katsayıları	120
Çizelge 4.26. CGST Modeli Regresyon Katsayıları	121
Çizelge 4.27. CYST Modeli Regresyon Katsayıları	121
Çizelge 4.28. CWST Modeli Regresyon Katsayıları	121
Çizelge 4.29. CSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	121
Çizelge 4.30. GYST Modeli Regresyon Katsayıları	122
Çizelge 4.31. GWST Modeli Regresyon Katsayıları	122
Çizelge 4.32. GSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	122
Çizelge 4.33. YWST Modeli Regresyon Katsayıları	122
Çizelge 4.34. HYSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	123
Çizelge 4.35. WSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	123
Çizelge 4.36. HPCST Modeli Regresyon Katsayıları	123
Çizelge 4.37. HPGST Modeli Regresyon Katsayıları.....	124
Çizelge 4.38. HPYST Modeli Regresyon Katsayıları.....	124
Çizelge 4.39. HPWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	124
Çizelge 4.40. HPSST Modeli Regresyon Katsayıları	125
Çizelge 4.41. HCGST Modeli Regresyon Katsayıları	125
Çizelge 4.42. HCYST Modeli Regresyon Katsayıları.....	125
Çizelge 4.43. HCWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	126

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.44. HCSST Modeli Regresyon Katsayıları	126
Çizelge 4.45. HGYST Modeli Regresyon Katsayıları	126
Çizelge 4.46. HGWST Modeli Regresyon Katsayıları	127
Çizelge 4.47. HGSST Modeli Regresyon Katsayıları	127
Çizelge 4.48. HYWST Modeli Regresyon Katsayıları	127
Çizelge 4.49. HYSST Modeli Regresyon Katsayıları	128
Çizelge 4.50. HWSST Modeli Regresyon Katsayıları	128
Çizelge 4.51. PCGST Modeli Regresyon Katsayıları	128
Çizelge 4.52. PCYST Modeli Regresyon Katsayıları	129
Çizelge 4.53. PCWST Modeli Regresyon Katsayıları	129
Çizelge 4.54. PCSST Modeli Regresyon Katsayıları	129
Çizelge 4.55. CGYST Modeli Regresyon Katsayıları	130
Çizelge 4.56. CGWST Modeli Regresyon Katsayıları	130
Çizelge 4.57. CGSST Modeli Regresyon Katsayıları	130
Çizelge 4.58. GYWST Modeli Regresyon Katsayıları	131
Çizelge 4.59. GYSST Modeli Regresyon Katsayıları	131
Çizelge 4.60. YWSST Modeli Regresyon Katsayıları	131
Çizelge 4.61. HPCGST Modeli Regresyon Katsayıları	132
Çizelge 4.62. HPCYST Modeli Regresyon Katsayıları	132
Çizelge 4.63. HPCWST Modeli Regresyon Katsayıları	133
Çizelge 4.64. HPCSST Modeli Regresyon Katsayıları	133
Çizelge 4.65. HPGYST Modeli Regresyon Katsayıları	134
Çizelge 4.66. HPGWST Modeli Regresyon Katsayıları	134
Çizelge 4.67. HPGSST Modeli Regresyon Katsayıları	135

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.68. HPYWST Modeli Regresyon Katsayıları	135
Çizelge 4.69. HPYSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	136
Çizelge 4.70. HPWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	136
Çizelge 4.71. HCGYST Modeli Regresyon Katsayıları.....	137
Çizelge 4.72. HCGWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	137
Çizelge 4.73. HCGSST Modeli Regresyon Katsayıları	138
Çizelge 4.74. HGYWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	138
Çizelge 4.75. HGYSST Modeli Regresyon Katsayıları	139
Çizelge 4.76. HYWSST Modeli Regresyon Katsayıları	139
Çizelge 4.77. PCGYST Modeli Regresyon Katsayıları	140
Çizelge 4.78. PCGWST Modeli Regresyon Katsayıları	140
Çizelge 4.79. PCGSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	141
Çizelge 4.80. PCYWST Modeli Regresyon Katsayıları	141
Çizelge 4.81. PCYSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	142
Çizelge 4.82. PCWSST Modeli Regresyon Katsayıları	142
Çizelge 4.83. PGYWST Modeli Regresyon Katsayıları	143
Çizelge 4.84. PGYSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	143
Çizelge 4.85. PYWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	144
Çizelge 4.86. CGYWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	144
Çizelge 4.87. CGYSST Modeli Regresyon Katsayıları	145
Çizelge 4.88. HCGWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	145
Çizelge 4.89. GYWSST Modeli Regresyon Katsayıları	146
Çizelge 4.90. HPCGYST Modeli Regresyon Katsayıları	146
Çizelge 4.91. HPCGWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	147

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.92. HPCGSST Modeli Regresyon Katsayıları	148
Çizelge 4.93. HPCYWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	149
Çizelge 4.94. HPCYSST Modeli Regresyon Katsayıları	150
Çizelge 4.95. HPCWSST Modeli Regresyon Katsayıları	151
Çizelge 4.96. HPGYWST Modeli Regresyon Katsayıları	152
Çizelge 4.97. HPGYSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	153
Çizelge 4.98. HPYWSST Modeli Regresyon Katsayıları	154
Çizelge 4.99. HCGYWST Modeli Regresyon Katsayıları	155
Çizelge 4.100. HCGYSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	156
Çizelge 4.101. HGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	157
Çizelge 4.102. PCGYWST Modeli Regresyon Katsayıları.....	158
Çizelge 4.103. PCGYSST Modeli Regresyon Katsayıları	159
Çizelge 4.104. PCGWSST Modeli Regresyon Katsayıları	160
Çizelge 4.105. PCYWSST Modeli Regresyon Katsayıları	161
Çizelge 4.106. CGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	162
Çizelge 4.107. HPCGYWST Modeli Regresyon Katsayıları	163
Çizelge 4.108. HPCGYSST Modeli Regresyon Katsayıları	164
Çizelge 4.109. HPCGWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	165
Çizelge 4.110. HPCYWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	166
Çizelge 4.111. HPGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları	167
Çizelge 4.112. HCGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları	168
Çizelge 4.113. PCGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	169
Çizelge 4.114. HPCGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları.....	170
Çizelge 4.115. YSA İle Rastgele Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan Stabilitte Tahmin Modellerinin Sonuç Değerleri.....	102

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.116. Regresyon ve YSA Teknikleri İle Oluşturulan En İyi Tahmin Modelleri.....	104
Çizelge 4.117. Test-Train-Doğrulama Veri Seti İle Oluşturulan HCPGSST Modeli YSA Parametreleri.....	105



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. YSA Nöron Şekli.....	12
Şekil 3.2. YSA Model Örneği.....	13
Şekil 3.3. Danışmanlı Öğrenme Yapısı.....	14
Şekil 4.1. Gerçek ST değerleri ile en iyi regresyon tahmin modelinin ST değerlerinin karşılaştırılma grafiği.....	32
Şekil 4.2. PSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi.....	34
Şekil 4.3. PSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	35
Şekil 4.4. PSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	36
Şekil 4.5. PHST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	37
Şekil 4.6. PHST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	38
Şekil 4.7. PHST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	39
Şekil 4.8. HGCST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi.....	40
Şekil 4.9. HGCST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	41
Şekil 4.10. HGCST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	42
Şekil 4.11. HPSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi.....	43
Şekil 4.12. HPSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	44
Şekil 4.13. HPSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	45
Şekil 4.14. HCSPST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	46
Şekil 4.15. HCSPST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	47

Şekil	Sayfa
Şekil 4.16. HCSPST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	48
Şekil 4.17. HSPGST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	49
Şekil 4.18. HSPGST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	50
Şekil 4.19. HSPGST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	51
Şekil 4.20. HCPGSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi....	52
Şekil 4.21. HCPGSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	53
Şekil 4.22. HCPGSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	54
Şekil 4.23. HWPSGST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi ..	55
Şekil 4.24. HWPSGST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	56
Şekil 4.25. HWPSGST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	57
Şekil 4.26. HPCGWST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi ..	58
Şekil 4.27. HPCGWST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	59
Şekil 4.28. HPCGWST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	60
Şekil 4.29. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi.	61
Şekil 4.30. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	62
Şekil 4.31. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	63
Şekil 4.32. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	64
Şekil 4.33. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	65

Şekil	Sayfa
Şekil 4.34. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	66
Şekil 4.35. YSA tekniği ile oluşturulan modellerin HKO değerleri	67
Şekil 4.36. Gerçek ST ile HPCGWSST modelinin ST değerlerinin karşılaştırılması ...	68
Şekil 4.37. PSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi.....	69
Şekil 4.38. PSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	70
Şekil 4.39. PSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	71
Şekil 4.40. PHST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	72
Şekil 4.41. PHST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	73
Şekil 4.42. PHST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	74
Şekil 4.43. HGCST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	75
Şekil 4.44. HGCST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	76
Şekil 4.45. HGCST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	77
Şekil 4.46. HPSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	78
Şekil 4.47. HPSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	79
Şekil 4.48. HPSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	80
Şekil 4.49. HCSPST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	81
Şekil 4.50. HCSPST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	82
Şekil 4.51. HCSPST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	83
Şekil 4.52. HSPGST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	84

Şekil	Sayfa
Şekil 4.53. HSPGST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	85
Şekil 4.54. HSPGST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	86
Şekil 4.55. HCPGSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi....	87
Şekil 4.56. HCPGSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	88
Şekil 4.57. HCPGSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	89
Şekil 4.58. HWPSGST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi ..	90
Şekil 4.59. HWPSGST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	91
Şekil 4.60. HWPSGST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	92
Şekil 4.61. HPCGWSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	93
Şekil 4.62. HPCGWSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	94
Şekil 4.63. HPCGWSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	95
Şekil 4.64. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi.	96
Şekil 4.65. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	97
Şekil 4.66. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	98
Şekil 4.67. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi	99
Şekil 4.68. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	100
Şekil 4.69. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	101
Şekil 4.70. YSA tekniği ile oluşturulan modellerin HKO değerleri	102

Şekil	Sayfa
Şekil 4.71. Doğrulamalı HCPGSST modelinin gerçek ST değerleri ile karşılaştırılması	103
Şekil 4.72. En iyi regresyon ve en iyi YSA modellerinin gerçek değerler ile karşılaştırılması	104
Şekil 4.73. HCPGSST Modelinin Matlab'taki Şekli	107
Şekil 4.74. Verilerin (-1 , 1) aralığında Normalize edilmesi ile çözüm	110



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
kg	Kilogram
°C	Santigrat Derece
mm	Yükseklik
g	Gram
cm³	Santimetre Küp
Kısaltmalar	Açıklamalar
HCPGSST	Numunenin havadaki ağırlığı, sıcaklık, penetrasyon, bitüm ağırlığı, numunenin sudaki ağırlığı İle oluşturulan model
HCSPST	Numunenin havadaki ağırlığı, sıcaklık, numunenin sudaki ağırlığı, penetrasyon İle oluşturulan model
HGCST	Numunenin havadaki ağırlığı, bitüm ağırlığı, sıcaklık İle oluşturulan model
HKO	Hataların karesinin ortalaması
HPCGYWSST	Numunenin havadaki ağırlığı, penetrasyon, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numune yüksekliği, bitüm yüzdesi, numunenin sudaki ağırlığı ile oluşturulan model
HPCGWSST	Numunenin havadaki ağırlığı, penetrasyon, sıcaklık, bitüm ağırlığı bitüm yüzdesi, numunenin sudaki ağırlığı İle oluşturulan model
HPSST	Numunenin havadaki ağırlığı, penetrasyon, numunenin sudaki ağırlığı ile oluşturulan model İle oluşturulan model
HPYCGSST	Numunenin havadaki ağırlığı, penetrasyon, numune yüksekliği, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numunenin sudaki ağırlığı İle oluşturulan model

Kısaltmalar**Açıklamalar**

HSPGST	Numunenin havadaki ağırlığı, numunenin sudaki ağırlığı, penetrasyon, bitüm ağırlığı İle oluşturulan model
HWPGSST	Numunenin havadaki ağırlığı, bitüm yüzdesi, penetrasyon, bitüm ağırlığı, numunenin sudaki ağırlığı İle oluşturulan model
PHST	Penetrasyon, numunenin havadaki ağırlığı İle oluşturulan model
PSST	Penetrasyon numunenin sudaki ağırlığı İle oluşturulan model
R	Korelasyon katsayısı
ST	Stabilite
YH	Yüzde Hata
YHO	Yüzde hataların ortalaması
YSA	Yapay Sinir Ağları

1.GİRİŞ

Karayolu ulaşımı tüm dünyada ve ülkemizde nüfusun artması ulaşım taleplerinin artması ve çevresel faktörlerden dolayı gün geçtikçe daha yaygın hale gelmektedir. Bu sebepten dolayı daha kaliteli asfalt yollar elde etmek adına çalışmalar yapılmaktadır. Asfaltın uzun ömürlü olmaması yeni asfalt yol yapımını gerektirmektedir. Yeni yol yapım yeni maliyetler de yaratabilmektedir. Gereksiz maddi maliyeler istenmeyen bir durumdur. Uzun ömürlü asfalt yollar için şartnamelere uygun asfalt dizaynı yapılmaktadır. Asfalt yol yapımında sağlıklı ve kaliteli bir üst yapı elde etmek için bitümlü sıcak karışım kullanılmaktadır. Asfalt yollarda oluşan hasarlar binder ve aşınma tabakalarında temel ve alt temel tabakalarından daha fazla meydana gelmektedir. Asfalt yollarda meydana gelen bozulmalar yüzey çatlakları, çukur, çökme, kırılma gibi bozulmalardır (Özgana, Kapa, Beycioğlu, Emiroğlu, 2009).

Asfaltın dinamik statik yükler altında uzun süreli ve kısa süreli yük geçişlerinde göstereceği stabilite ve esneklik büyük önem taşımaktadır. Karayolu kaplamasının performansı yolun uzun ömürlü olması için önemlidir. Kaplama performansını asfalt betonun stabilitesi belirlemektedir. Kaplamada oluşan birçok bozulmanın nedeni asfalt betonunun düşük stabilitede olmasındandır (Tigdemir, Karasahin ve Sen, 2002; Tigdemir, Kalyoncuoğlu, 2004). Asfalt betonun stabilitesi bitümlü sıcak karışımın özelliklerine, bitüm miktarına, bitüm viskozitesine, yumuşama noktasına, asfalt yapım şartlarına ve iklim gibi özelliklere bağlı olmaktadır (Cooper, K.E ve Pell, 1974). Karayolu kaplamasında tekrar eden yüklerin etkisi ile yorulma çatlakları oluşmaktadır. Bu çatlaklarda önemli bozulmalardan biridir. (Liang, Zhou, 1997).

Günümüzde asfalt bitüm yüzdesi tayini asfalt yollarının sağlıklı dizaynı açısından büyük önem taşımaktadır. Bitümlü sıcak karışım metotlarının kullanımında projeci ve uygulamacı personelin önemi ve mühendislik verileri önem taşımaktadır (Önal, Karaca, 1990). Karayolları genel müdürlüğü bu konuda gerekli çalışmaların yapılması konusunda hassas davranmaktadır. Asfalt dizaynları yapılmakta gerek hesap gerekse deneyler özenle yapıp dizayn deney sonuçları ile şartname sınır değerleri dikkate alınarak asfalt dizaynı yapılmaktadır.

Asfalt dizaynında bitüm yüzdesi tayini asfalt betonunun sağlam ve uzun ömürlü olması için önemli bir husus arz etmektedir. Asfalt tabakaları aşınma binder ayrı ele alınıp ayrı analiz deneyler yapıp en güvenilir bitüm yüzdeleri ele alınmaktadır. Gereğinden az bitüm asfaltın durabilitesinin düşmesine neden olurken, fazla olduğu zaman stabilite problemlerine neden olmaktadır (E.T.A1, 1996). Bitüm yüzdesi tayininde Marshall deneyi kullanılmaktadır. Marshall deneyleri sonucunda şartname sınır değerleri ele alınıp optimum bitüm yüzdesi elde edilmektedir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yıldız ve Gökdemir (2007), asfalt betonu aşınma tabakası optimum karışım dizaynı elde etmek için Marshall dizayn metodu ve SPSS 11.0 paket programı kullanarak regresyon analizleri yapmışlardır. Optimum bitüm yüzdesini belirlemek amacıyla Marshall deneyi yapılmıştır. Aynı zamanda model denklemleri oluşturup optimum bitüm muhtevası belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen optimum bitüm muhtevası ile Marshall ile elde edilen arasında karşılaştırma yapılmıştır. SPSS 11.0 paket programı kullanılarak, verilere ilişkin serpmme grafikleri çizilmiştir. Serpmme grafiklerine bağlı olarak regresyon analizleri yapılmış ve matematiksel model denklemleri oluşturmuşlardır. Bu denklemlerle bitüm yüzdesi tayini yapmış ve Marshall ile elde edilen optimum yüzdeyle karşılaştırma yapmışlardır. Sonuç olarak bu iki yöntemle de elde edilen sonuçlar Marshall deneyinin şartnamelere uygun şekilde yapılması koşuluyla uyumlu çıkmıştır.

Sinecen ve Makinacı (2009), asfalt beton karışımında kullanılan agregaların yapay sinir ağları kullanarak sınıflandırmayı amaçlamışlardır. Farklı şekil, özelliklere sahip agregaların farklı açı ve farklı fotoğraf makineleriyle elde edilen görüntüleri, matlab programı kullanarak ön işlemden geçirmiş ve yapay sinir ağı ile sınıflandırmışlardır. Sonuç olarak görüntü işleme ve yapay sinir ağının agrega sınıflandırması için etkili olduğunu göstermişlerdir.

Namlı, Kuloğlu (2005) Superpave ve Marshall deneylerini karşılaştırmıştır. Asfalt beton numuneleri hazırlanmış ve her iki deney için şartnamelere uygun biçimde uygulanmıştır. Bu hazırlanan numuneler stabilite, birim ağırlık, boşluk yüzdesi, akma değerleri, agregalar arası boşluk değerlerine göre karşılaştırma yapılmıştır. Bu yapılan karşılaştırma sonucunda bu deneylerin avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Bu işlemler sonucunda superpave numunelerinin bitüm yüzdesi Marshall numunelerinin bitüm yüzdesinden daha düşük çıkmıştır. Superpave deneyinin Marshall'a göre daha hassas olduğu belirlenmiştir. Superpave coğrafi enlem ve iklim koşullarını da ele almaktadır.

Özgan, Serin, Kap (2011), sıcak karışım parametrelerinin Marshall Stabilesine etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada toplam 60 adet (BSK) karot numunesi verileri kullanılmıştır. Bitümlü sıcak karışım karot numuneleri aşınma tabakasına aittir.

Numunelerin fiziksel özellikleri belirlendikten itibaren farklı sıcaklık ve sürelerde bekletilmişlerdir. 60 adet karot numunesinin agrega granülometri, bitüm yüzdesi, deplasman miktarları ve Marshall stabiliteyi farklı deney sıcaklıkları ve farklı bekleme süreleri belirlenerek tablo haline getirilmiştir. Bu veriler kullanılarak SPSS programı ile istatistiksel analizler yapılmıştır. Karot numunelerinde stabilite ile agrega çapı bitüm miktarı, sıcaklık ve sıcaklığa maruz kalma süreleri arasındaki ilişki belirlenebilmesi için korelasyon analizi yapılmıştır. Marshall stabilitesi ile en fazla pozitif ilişkinin olduğu parametrenin bitüm oranının olduğu, sıcaklığın ise en az ilişkili olan parametre olduğu görülmüştür. Agrega çapının ise stabiliteyi olumlu ya da olumsuz şekilde etkileyebileceği görülmüştür. Bu nedenle agrega çapının mümkün olduğunca stabiliteyi olumlu etkileyen çap aralığında seçilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Özgana, Kapa, Beycioğlu (2009), asfalt betonunda Marshall stabilitesinin uyarlamalı sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile tahmini üzerinde çalışma yapmışlardır. Asfalt betonunun Marshall stabilitesi farklı bekleme ve sıcaklığa göre deneysel olarak belirlenmiştir. D100-11 Devlet Karayollarından 65 adet asfalt karot numuneleri alınmıştır. Marshall stabilite deneyleri karot numunelerin 17, 30, 40 ve 50 °C sıcaklıklarda 1.5, 3, 4.5 ve 6 saat bekletilerek yapılmıştır. Deney sonucu elde edilen Marshall stabilite değerinin numune temel fiziksel özellikleri, bitüm miktarı, sıcaklık ve sıcaklıklara maruz kalma sürelerine bağlı olarak sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile tahmin modeli oluşturulmuştur. Deney sonucu elde edilen veriler ile tahmin modeli sonucu elde edilen değerler karşılaştırılmış ve bu değerlerin yakın olduğu görülmüştür.

Konak (2012), farklı darbe sayıları ile hazırlanan sıcak asfalt karışımlarda Marshall oranının belirlenmesi ve regresyon analizi ile belirlenen sonuçların değerlendirmesini yapmıştır. Marshall stabilitesinin, Marshall akmasına oranına Marshall oranı (MQ) denmektedir. Bu Marshall oranı asfalt betonunun deformasyona karşı direnç ve rijitliğini göstermektedir. Daha yüksek MQ değeri daha rijit karışımı belirtmektedir. Konak'ın yaptığı çalışmada Marshall yöntemiyle 75 darbe kullanılarak optimum bitüm belirlenmiştir. Optimum bitümü, farklı darbe sayıları (her iki yüzde 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 darbe) ile karışım hazırlanarak Marshall oranları belirlenmiştir. Stabilite değerleri yapılan vuruşlar sonucunda, 45 vuruştan 65 vuruşa kadar artmakta, 65 vuruştan sonra 75 vuruşa kadar kademeli olarak azalmakta olduğu görülmüştür. Karışımların akma değerleri ise 65 vuruşa kadar artma gösterirken, 65-75 arası vuruşlarda azalmaktadır. Bunlara bağlı

olarak MQ değerleri 45 vuruştan 65 vuruşa kadar azalmakta olup 65-75 vuruş arasında ise MQ oranında artma görülmektedir. MS Excell programı kullanılarak R2 değerleri bulunmuş. Bağıntılar kullanarak elde edilen MQ değeri ile deney ile belirlenen MQ değerleri karşılaştırılmıştır.

Battal (2012), beton yollarda yüzeydeki sürtünme katsayısı kaybının yapay sinir ağlarıyla belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmıştır. Karayolu için en önemli performans kriterlerinden biri de belirli bir hızla seyreden taşıtın tekerlek lastiği ile yolun yüzeyi arasında oluşan kayma-sürtünme katsayısıdır. Kayma-sürtünme katsayısı araçların seyir güvenliği için önem arz etmektedir. Yol yüzeyi oluşturulmadan önce mevcut malzeme ile zamanla oluşabilecek sürtünme katsayısı kaybının gerçeğe mümkün olduğunca yakın oranda önceden bilinmesi önemlidir. Battal'ın çalışmasında laboratuvarıda üretilmiş farklı ince agrega özelliklerine sahip betonlardan elde edilmiş numunelere, uygulanmış olan hızlandırılmış cilalanma deneyinin farklı aşamalarında ölçülmüş ıslak sürtünme katsayısı değerleri kullanılarak YSA ile iki farklı tahmin modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan modellerden elde edilen sürtünme katsayısı sonuçları ile laboratuvarıda elde edilmiş sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Deniz, Lav (2010), asfaltlarda bitümle birlikte granüler sülfür kullanımının stabiliteye etkisini incelemişlerdir. Kaliteli asfalt karışımları elde edebilmek için, kaliteli malzemelerle birlikte, katkı maddeleriyle glendirilmış modifiye bağlayıcının kullanılması da önemli olmaktadır. Malzemenin ve bağlayıcının seçiminin doğru yapılması asfalt kaplama direnci için önem taşımaktadır. Son zamanlarda bozulma probleminin araştırılması ve çözüm üretilmesi amacıyla, değişik modifiye katkı maddeleri kullanılmıştır. Modifiye katkı maddeleri bir yandan karışımın özelliklerini iyileştirirken, diğer yandan maliyetini yükseltmektedir. Modifiye edici katkı maddeleri arasında yer alan sülfür maliyeti ykseltmemektedir. Sülfür, diğer katkı maddelerinin aksine karışımın özelliklerini iyileştirirken maliyetini düşürmektedir. Bu çalışmada bağlayıcı olarak kullanılan Granüler Sülfür (GSF)'n karışım üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Silindirik Marshall numuneleri hazırlanmış ve bu numunelere stabilite-akma deneyleri uygulanmıştır. Bitümlü Sıcak Karışım (BSK)'ın optimum bağlayıcı miktarını belirleyebilmek için Marshall deneyi kullanılmıştır. Laboratuvarıda, %10, %20, %30, %40 ve %50 GSF malzemesi bağlayıcı olarak B50/70 bitüm yerine karışıma ilave edilmiştir. Geleneksel karışımla GSF karışımına Marshall stabilitesi deneyleri yapılmıştır. Sonuç

olarak karışımlarda kullanılan Granüler Sülfür (GSF) bitümle uyum sağlayarak bağlayıcı özellik göstermiştir. Bitümle birlikte bağlayıcı olarak kullanılan GSF miktarı %50'ye kadar yükseltildiği halde deney sonuçları şartname sınırları içinde kalmıştır.

Kök, Yılmaz, Kuloğlu, Şengör (2011) değişik şartlarda hazırlanmış SBS modifiyeli bitümün viskozitesinin yapay sinir ağları ile modellemişlerdir. Yapılan çalışmada üç farklı karıştırma sıcaklığı, üç farklı karıştırma hızı ve üç farklı karıştırma süresi olmak üzere toplam 27 farklı kombinasyon denenmektedir. Deneyler sonucunda ele alınan veriler neticesinde viskozite üzerinde en etkili parametrenin karıştırma hızı daha sonra ise karıştırma süresinin olduğu görülmüştür. Sıcaklık artışının yüksek devir ve karıştırma süresinde etkin olduğu tespit edilmiştir. Karıştırma hızı, süresi ve sıcaklık giriş parametreleri; viskozite ise çıkış parametresi olarak belirlenmiştir. Matlab ortamında oluşturulan model sonucu elde edilen verilerin, gerçek değerlere çok yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızın bu bölümde materyal olarak kullanılan veriler, Marshall deneyi ve stabilite tahmin modellerinin oluşturulmasına yardımcı olan metotlardan Regresyon ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri hakkında bilgi verilecektir.

3.1. Materyal

3.1.1 Tahmin Modellerinde Kullanılacak Veriler

Bu çalışmada Marshall Stabilite deneyinde kullanılan bazı parametreler derlenip çizelge haline getirilmektedir. 1050 adet olan bu veriler Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü'nden alınan verilerdir. Bu veriler; bağımsız değişken olarak kullandığımız numunelerin havadaki ağırlığı, bitümün penetrasyonu, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numune yükseklikleri, bitüm yüzdesi, numunelerin sudaki ağırlığı ve bu parametrelerle ilişkili olduğunu düşündüğümüz bağımlı değişken olarak stabilite ele alınmaktadır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Marshall Deneyi, Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları

Çalışmamızın bu bölümünde Marshall deneyi, regresyon yöntemleri ve yapay sinir ağları anlatılmaktadır. Doğrusal, etkileşimli, ikinci dereceden ve basit ikinci dereceden regresyon yöntemlerinin tanımları yapılmaktadır.

Çalışmamızda yer alan veriler ve bunlardan oluşan oranlar ilk olarak tablolar haline getirilmektedir

Regresyon analizi yapılırken Marshall stabilitesini makro değişkenlerle tahmininde bulunan Smeed'in (1949) geliştirdiği lojistik regresyon modeli örnek alınarak analizler yapılmaktadır. Tahmin modelleri Matlab programından yararlanılarak oluşturulmaktadır. Üçüncü veri analizi olarak YSA teknikleri kullanılmaktadır. Yapay Zekâ Tekniklerinden biri olan YSA kolay ve daha kısa sürede tahminlerde bulunmaktadır. YSA güçlü tahmin yeteneği olan bir tahmin modelidir.

3.2.2. Marshall Deneyi

Kaplama karışımlarının dizaynında istenilen asfalt içeriği ve kıvamın elde edilebilmesi için Marshall Metodu geliştirilmiştir. Marshall Metodu, bitüm mühendisi olan Bruce Marshall tarafından formüle edilmiştir. Karışım dizayn kriterlerini ise U.S. Corps of Engineers geniş araştırma ve çalışmalarıyla geliştirmiştir. Marshall metodu "American Society for Testing and Materials" tarafından standart hale getirilmiştir (Karakaş, 2014).

Marshall deneyi prensip olarak bitümle kaplanan agrega numunesinin yanal yüzeylerine yükleme yapılarak plastik akma karşı gösterdiği direnci ölçmektedir. Deneyde kullanılan agregaların maksimum dane çapı 25 mm olmaktadır (Mutlugeldi, 2015).

Marshall metodunda deney numuneleri hazırlanır. Numunelerin hazırlanmasından önce aşağıdaki işlemler yapılmaktadır.

- 1) Karışımda kullanılacak malzemelerin kalite açısından şartnamede istenilen özelliklere uygunluğunun kontrol edilmesi.
- 2) Agrega karışım gradasyonunun şartname gradasyonuna uygun olması sağlanmalıdır.
- 3) Yoğunluk ve boşluk analizinde kullanılmak için, karışımda kullanılan asfalt çimentosunun özgül ağırlığının ve agreganın hacim özgül ağırlığı tayini.

Bu belirtilen işlemler şartnamelerin ve laboratuvar tekniğinin gereklilikleridir. Birçok karışım dizaynında yapılması gereken işlemlerdendir (Öksüz, 2011). Çalışmada, BSK Marshall numunelerine uygulanan stabilite ve akma deneyi TS EN12697-34 standardına göre yapılmaktadır (Cominsky, Huber, Kennedy, Anderson 1994).

BSK'da kullanılacak agregalar, şartnamede belirtilen özellikleri sağlayacak şekilde granülometrik oranlarda belli ağırlıklarda alınmaktadır. Daha sonra 40/60, 50/70 penetrasyonlu bitüm ile hazırlanan karışımlar 150-165 °C'de 3 saat ısıtılır. 70/100 penetrasyonlu bitüm ile hazırlanan karışımlarda ise 145-160 °C'de hazırlanmış etüvde 3 saat ısıtılmaktadır. Agrega ile karıştırılacak olan bağlayıcı malzeme, şartnameye uygun olacak şekilde belli oranlarda alınarak 40/60, 50/70 penetrasyonlu bitüm kullanılması halinde 145-160 °C, 70/100 penetrasyonlu bitüm kullanılarak hazırlanan karışımlarda ise 140-155 °C'lik etüvde 30 dakika bekletilmektedir (Karayolu Teknik Şartnamesi, 2006). Etüvde ısıtılan malzemeler hassas terazide 1200 gr. Marshall briketi ağırlığını oluşturacak şekilde tartılmaktadır. Tartılan malzemeler mikserde karıştırılarak numune kalıplarına

yerleştirilmektedir. Üç farklı numune hazırlanır. Numuneler sıkıştırma aletinde 4.5 kg. ağırlığındaki tokmak 45 cm. yükseklikten numunenin her iki yüzüne 50 veya 75'er defa düşürülerek sıkıştırılmaktadır. Tokmaklama işlemleri biten numuneler kalıptan çıkartılıp soğumaya bırakılmaktadır. Her numunenin üzerine ilgili numuneye ait etiket yapıştırılır, ağırlığı ve yüksekliği ölçülen numuneler kaydedilmektedir. Bu numuneler bir gece oda sıcaklığında bekletilip dayanımlarını kazanmaları sağlanmaktadır. Ertesi gün numuneler 1 saat süre ile 60 derecedeki suda bekletilmektedir. Sonrasında numuneler Marshall stabilite aletine yerleştirilmektedir. Numunenin kırılmaya başladığı andaki yük ve deformasyon değerleri tespit edilmektedir. Basınç uygulandıkça aletten okunan değer artarak maksimuma ulaşmaktadır. Daha sonra bu değer düşmeye başlar ve o anda numune kırılır. Okunan maksimum değer yardımıyla bitümlü karışımın stabilitesi saptanmış olmaktadır. Marshall stabilitesi değeri numunenin kırılmasını sağlayan kg cinsinden toplam yük miktarıdır.

3.2.3. Regresyon Modellerinin Oluşturulması

Araştırmalarda değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için en çok kullanılan tekniklerden biri regresyon analizi olmaktadır. Bilim adamlarının çoğu sinir ağlarını daha iyi özümseyebilmek için regresyon ile sinir ağlarındaki ilişki üzerinde incelemelerde bulunmuşlardır. Regresyonun birçok çeşidi bulunmaktadır. Doğrusal, doğrusal olmayan, basit, çoklu, parametrik, parametrik olmayan, lojistik, vb regresyon modelleri bulunmaktadır (Güneri ve Apaydın, 2004; Cansız, 2011; Cansız ve Easa, 2011). Araştırmalarda değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için en çok kullanılan tekniklerden biri regresyon analizi olmaktadır (Cansız, Çalışıcı ve Mirioğlu, 2009).

Regresyon iki ve ikiden daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi kurmak için kullanılan bir tekniktir (Cansız, Çalışıcı, Duran, Ünsalan, 2017). Regresyon analizinde oluşturulan modellerde bağımlı değişken y ile, bağımsız değişkenler x_i ve x_j ($i = 1, \dots, N$) ($j = 1, \dots, N$) ile gösterilir. Amaç bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasında kurulan modeldeki parametreleri tahmin ederek, bağımsız değişken değeri için bağımlı değişkenin alacağı değeri tahmin etmektir (Tolon, Güneri ve Tosunoğlu, 2008). Çoklu regresyon modeli denklem 3.1'de gösterilmektedir.

$$y(x) = \beta_0 + \sum_{i=0}^N \beta_i x_i + \sum_{i < j}^N \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=0}^N \beta_{ii} x_i^2 + \varepsilon \quad (3.1)$$

olarak tanımlanır. Bu formülde x_i ve x_j ($i = 1, \dots, N$) ($j = 1, \dots, N$) bağımsız değişkenleri temsil etmektedir. Denklemdaki y bağımlı değişkeni temsil eder, β regresyon katsayılarını gösterir, ε hatayı temsil eder. Bağımlı değişken olan y , yardımcı değişkenlerden oluşan sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimlerin bir kombinasyonu olarak modellenmektedir. Regresyon modeli katsayıları tahmin eder (Dogan, Cansız, Ünsalan, Karaca, 2017; Öztürk, Cansız, Sevim, Bankir, 2018). Çalışmamızda bir, iki, üç, dört, beş, altı, yedi değişkenli gruplarla modeller oluşturulmakta ve regresyon analizi yardımıyla tahminlerde bulunmaktadır.

3.2.4. Yapay Sinir Ağları

YSA genel anlamda beynin bir işlevi yerine getirmek için uyguladığı yöntemi modellemek için tasarlanmış bir sistemdir (Cansız, 2007). Yapay sinir ağlarının çeşitli şekillerde birbirleriyle bağlanmasından YSA oluşur. YSA genellikle katmanlar halinde düzenlenir. YSA bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip bir işlemcidir (Çalışıcı, Cansız, Erginer, Ünsalan 2017).

Bir sinir ağı, bilgiyi depolamak ve onu kullanışlı hale getirmek için doğal eğilimi olan basit birimlerden oluşan paralel dağıtılmış bir işlemcidir. İnsan beynine iki şekilde benzerlik göstermektedir:

1. Bilgi, öğrenme süreci yoluyla ağ tarafından elde edilir.
2. Sinaptik ağırlıklar olarak bilinen nöronlar arası bağlantı kuvvetlerini, bilgiyi depolamak için kullanır (Haykin, 1999).

Yapay sinir ağlarının yapay sinir hücreleri vardır (Cansız, Çalışıcı, Erginer, Ünsalan 2017). Tıpkı biyolojik sinir ağlarının sinir hücreleri olduğu gibi. Bunlar; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılardır. Yapay sinir ağları, yapay sinir hücrelerinin katmanlar şeklinde bağlanmasıyla oluşturulan veri tabanlı sistemlerdir (Kasaplı, 2014). İnsan beyninin öğrenme ve değişik koşullar altında çok hızlı karar verebilme gibi yeteneklerinin basitleştirilmiş modeller yardımıyla karmaşık problemlerin çözülmesinde yapay sinir ağlarının kullanılması amaçlanmaktadır (Koç, Balas ve Arslan, 2004).

Yapay sinir ağıları paralel olarak çalışabilen ve birbirine hiyerarşik olarak bağlı olan hücrelerden oluşur. Yapay Sinir Ağları beyin fonksiyonlarının ürünü olan örnekleri kullanarak olayları öğrenebilen, dışarıdan gelen olaylarda nasıl tepkiler üretilebileceğini bilen bilgisayar sistemleridirler (Cansız, Göçmen, 2018)

Yapay Sinir Ağlarının genel özelliklerini ve avantajlarını şöyle sıralayabiliriz;

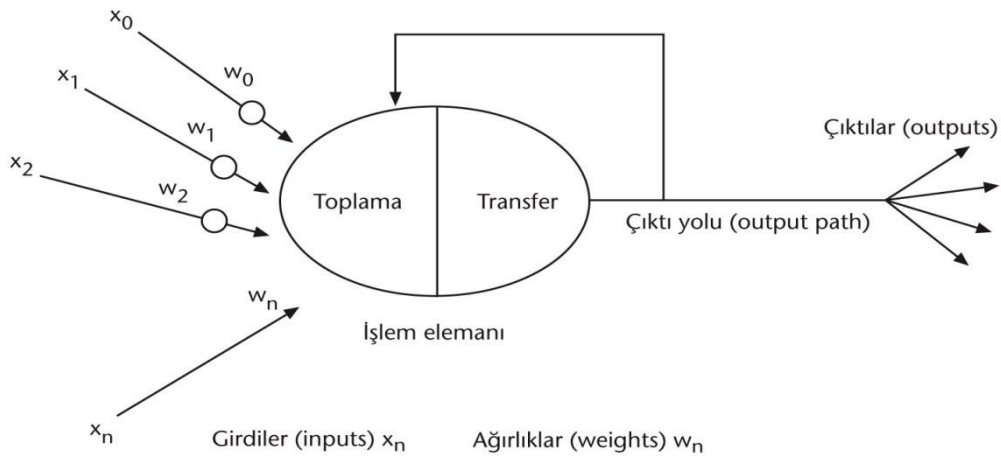
- YSA olayları öğrenme yaparak benzer başka olayda benzer kararlar verir. Bir örnekten hareket ederek diğer örnekleri de açıklayabilir.
- Veri işleme sistemi tek ağ üzerinde kurulur.
- Yapay Sinir Ağlarının eğitim için eğitim seti ve eğitimden sonra performansını ölçmek için test seti vardır.
- Veriler arasında sınıflandırma ve ilişkilendirme yapılabilmektedir.
- Eksik verileri tamamlayabilir.
- Eksik bilgi ile de çalışabilmektedir. eksik bilgi ile çalışabildiğinde hata toleransına sahiptir. Hataya toleranslı olmalarından dolayı ağlar ani bozulma göstermez dereceli bozulma gösterir (Can, 2012; Önalp ve Arel, 2011).

Yapay Sinir Ağlarının dezavantajlarını şöyle sıralayabiliriz;

- Yapay Sinir Ağlarının nasıl oluşturulması gerektiğine ilişkin kurallar mevcut değildir.
- Yapay Sinir Ağları paralel çalışan işlemcilerin varlığına bağlıdır. İşlemleri seri makineler ile yapmak zaman kaybına neden olmaktadır.
- YSA da uygun ağ yapısının belirlenmesi deneme yanılma yolu ile olduğundan her zaman doğru sonuca ulaşmak mümkün olmayabilir.
- Sadece nümerik bilgiler ile çalıştığı için her probleme adapte edilemez (Can, 2012; Öztemel, 2003).

3.2.5. Yapay Sinir Hücresini Oluşturan Elemanlar

Yapay Sinir Ağlarını oluşturan sinir hücreleri 5 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar: girdiler, ağırlıklar, birleştirme fonksiyonu, transfer fonksiyonu ve çıktılardır (Lazarevska, Knezevic, Cvetkovska, Trombeva, 2014).



Şekil 3.1. YSA nöron şekli (Demirhan, Kılıç, Güler, 2010)

Girdiler: Yapay sinir ağına dış dünyadan gelen bilgilerdir.

Ağırlıklar: Yapay hücreye gelen bilinin önemini gösterir. Ayrıca hücre üstündeki etkisini de göstermektedir.

Birleştirme fonksiyonu: Bir hücreye giren net bilgiyi hesaplar, değişik fonksiyonlar kullanılmaktadır. En yaygın olan fonksiyon ağırlıklı toplamdır. Her gelen bilgi kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanır.

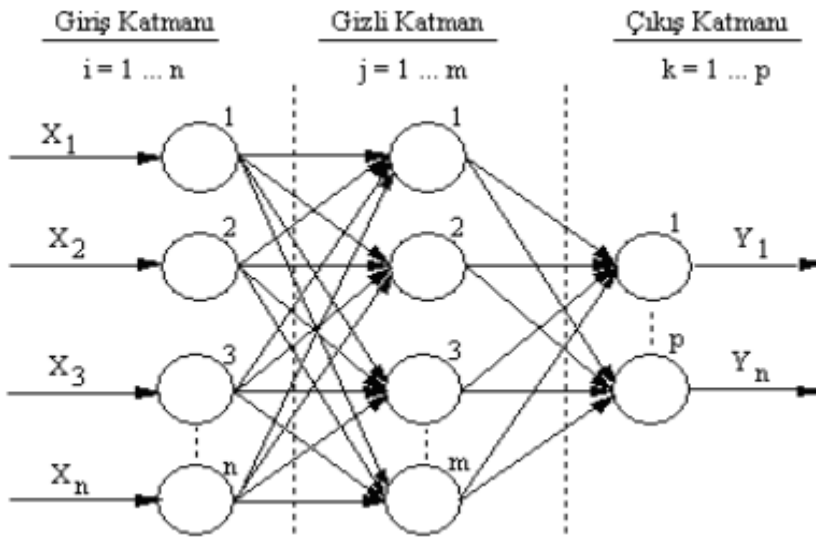
Transfer fonksiyonu: Burada hücreye gelen net girdi işlenerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktı belirlenir.

Hücrenin çıktısı: Her bir sinir hücresinde bir çıkış işaretine izin verilir ve bu işaret dış dünyaya, diğer sinir hücrelerine veya kendi sinir hücresine tekrar giriş olarak gönderilebilir.

YSA yapay nöronlardan oluşmaktadır. Nöronlar matematiksel işlemlerin yapıldığı yer olup birbirlerine ağırlıklar ile bağlanmaktadır (Erginer, 2018). Bazı nöronlar girdileri iletmek üzere bazı nöronlar ise çıktıları iletmek üzere dış mekan ile bağlantı halinde bulunurlar. Geri kalan tüm nöronlar ise gizli tabakalardadırlar (Anderson, McNeill, 2006). Şekil 3.1'de bulunan X girdi değerleri ağırlıklar ile çarpılıp toplanmaktadır. Daha sonra Bias değeri eklenmektedir. Bu değer transfer fonksiyonundan geçirilip çıktı değerine ulaşılmaktadır. Gizli katmanda kaç tane nöronun bulunacağı hususunda herhangi matematiksel bir işlem ve test bulunmamaktadır. Nöron sayısına deneme ve yanılma yöntemi uygulanarak karar verilmektedir (Detienne, Joshi, 2003).

3.2.6. Yapay Sinir Ağının (YSA) Yapısı

Yapay sinir ağı şekil 3.2’de görüldüğü gibi basit ve yönlü bir ağ biçimindedir. YSA giriş katmanı, ara katmanlar ve çıktı katmanlarından oluşur. Giriş katmanında işlem elemanları, dış dünyadan alınan bilgileri ara katmanlara transfer etmektedir. Giriş katmanından transfer edilen bilgiler ara katmanlarda işlenerek çıktı katmanına gönderilir. Çıktı katmanına ara katmanlardan gelen bilgiler burada tekrar işlenerek, veri seti için gerekli sonucu verir. Karmaşık problemlerin çözümünde genel tek gizli katman kullanılması çözüme ulaşılabilmesi için yeterli olmaktadır (Cybenko, 1989; Hornik, 1989).



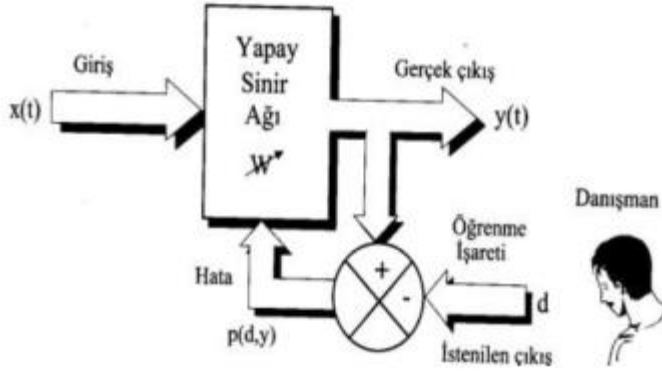
Şekil 3.2. YSA model örneği (Can, 2012)

3.2.7. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme

Yapay sinir ağının en önemli özelliklerinden biri de öğrenme yeteneğine sahip olmasıdır. Öğrenme elde bulunan örnekler arasındaki yapının iyi bir davranış sergilemesini sağlayabilecek olan bağlantı ağırlıklarının hesaplanması olarak tanımlanmaktadır. Yapay sinir ağlarını öğrenme sırasında elde ettiği bilgileri, sinir hücreleri arasındaki bağlantı ağırlıkları şeklinde saklanmaktadır. Bu ağırlık değerleri yapay sinir ağı için verileri başarılı işleyebilmesi için gerekli olan bilgilerdir (Şen, 2004).

Yapay sinir ağlarında öğrenme örnekler ile olmaktadır. Örneklerden öğrenme bir olayla ilgili gerçekleşmiş örnekleri kullanarak olayların girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi öğrenmek ve bu ilişkilere göre daha sonradan oluşacak yeni örneklerin çıktılarını belirlemektir.

Yapay sinir ağlarının öğrenmesi için iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar danışmanlı (supervised) ve danışmansız (unsupervised) öğrenmedir. Yapay sinir ağlarında en fazla kullanılan öğrenme metodu olan metod danışmanlı öğrenmedir. Danışmanlı öğrenmede, yapay sinir ağında eğitimin bulunması gerekmektedir. Eğitime işleminde sinir ağına giriş ve çıkış bilgileri sunulur. Yapay sinir ağına her bir giriş kümesi için çıkış kümesi sağlanmaktadır (Elmas, 2003).



Şekil 3.3. Danışmanlı Öğrenme Yapısı (Sağiroğlu, Beşdok , Erler, 2003).

Şekil 3.3'te danışmanlı öğrenme gösterilmektedir. Danışmanlı öğrenmede öğrenmeye dışarıdan müdahale eden danışman bulunmaktadır. Danışman hata değeri ve eğitim kümesini belirler ve eğitimin ne kadar devam edeceğine karar vermektedir. Eğitim esnasında gerçek çıkış giriş değerleri kullanılmaktadır.

Danışmanlı öğrenme kuralları aşağıda gösterilmektedir (Şen, 2004).

1. Algılayıcı (Perceptron) Öğrenme Kuralı
2. Delta Öğrenme Kuralı
3. Genişletilmiş Delta Öğrenme Kuralı
4. Geri Yayılımlı Öğrenme Kuralı

Yapay sinir ağları biçimlerine göre ikiye ayrılır. Bunlar ileri ve geri beslemeli ağlardır. İleri beslemelide sinyaller girdi katmanından çıktı katmanına ilerler bu yalnızca bir yönde olmaktadır. İleri beslemeli ağlarda çıktı değerleri aynı katmanda bulunan başka sinirleri etkilemez, sinirler sadece bir sonraki katmanda bulunan sinirlerle bağlantı içinde olurlar. İleri beslemeli ağlar doğrusal ve doğrusal olmayan problemlerde kullanılabilirler (Güneri, Apaydın, 2004; Cichocki, Unbehaven, 1993).

Geri beslemeli ağlarda geri besleme işlemi vardır (Alataş, 2006). Burada sinyal yn girdi katmanından çıktı katmanına doğru olmaktadır. Geri beslemeli ağlarda bir katman üzerinde bulunan sinirler kendi katmanında bulunan sinirlerden veya diğer katmanlarda bulunan sinirlerden sinyal alabilmektedir. Bu sebeple bir sinirin o anki girdileri, ıktıları ve ağrılık değerleri belirlenirken, bazı sinirler bir önceki sredeki çıkış değerlerinden de etkilenebilmektedir (Güneri, Apaydın, 2004; Elmas, 2003).

3.2.8. YSA Modellerinin Oluşturulması

YSA modelleri oluşturulurken en sık kullanılan çok katmanlı ve ileri beslemeli ağlardır. İleri beslemeli ağlara örnek verilecek olursa çok katmanlı algılayıcılar (Multilayered Perceptrons-MLP) ve öğrenme vektör nicelendirmesi (Learning Vector Quantization-LVQ) ağları verilebilmektedir (Sağıroğlu, Beşdok, Erler, 2003). YSA modelleri girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanından oluşmaktadır. Tek gizli katman karmaşık problemlerin çözümünde yeterli olabilmektedir.

Bizim alışmamızda stabilite tahmin modelleri oluşturulurken ileri beslemeli ve tek gizli katman kullanılmıştır. Modellerin eğitiminde en çok kullanılan öğrenim algoritmaları: Gradient Descent(GD), Gradient descent moment (GDM) ve Levenverg-Marquardth (LM) ğrenim algoritmalarıdır. Bu ğrenim algoritmaları kullanılarak farklı YSA modelleri oluşturulmuştur. En iyi sonucu veren öğrenim algoritması seçilmiştir. Traingdm ğrenim algoritması kullanılıp transfer fonksiyonu olarak da tansig ve purelin kullanılmıştır. Adaptasyon fonksiyonu learngdm olan model oluşturulmuş.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Regresyon Modellerinin Sonuçları

Çalışmamızda numunelerin havadaki ağırlığı, bitümün penetrasyonu, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numune yükseklikleri, bitüm yüzdesi, numunelerin sudaki ağırlığı bağımsız değişkenleri ile aralarında ilişki bulunan bağımlı değişken olan stabilite kullanılarak regresyon modelleri oluşturulmaktadır. Linear, Interaction, Quadratic ve Purequadratic Regresyon kullanılmaktadır. Oluşturulan modeller arasında en iyi modelin HPCYWSST olduğu görülmektedir. Modelin beta katsayıları Matlab programında yaptığımız analiz sonunda elde edilmektedir (Matlab, 2016). Bu modelin linear regresyon modeli denklem 4.1’de gösterilmektedir.

$$ST = -905,2378314 + 5,388874025 * H - 4,342171288 * P + 9,301123242 * C - 33,57871985 * Y - 72,1825 * W - 4,429639906 * S \quad (4.1)$$

İnteraction regresyon modeline ait denklem 4.2’de gösterilmektedir.

$$\begin{aligned} ST = & -1076,034481 - 11,51577899 * H + 92,69293196 * P - \\ & 143,0209243 * C - 282,6862705 * Y + 220,8074527 * W + 69,30927451 * \\ & S + 0,276126182 * H * P - 0,042548775 * H * C + 0,401606147 * H * Y - \\ & 1,251214819 * H * W - 0,018546838 * H * S - 0,329144805 * P * C - \\ & 1,253213817 * P * Y - 0,60228875 * P * W - 0,424118338 * P * S + \\ & 2,317337895 * C * Y + 1,416000019 * C * W + 0,102508531 * C * S + \\ & 5,295628482 * Y * W - 0,737332781 * Y * S + 0,977486549 * W * S \end{aligned} \quad (4.2)$$

Quadratic regresyona ait denklem 4.3'te gösterilmektedir.

$$\begin{aligned}
ST = & +18054,48354 - 9,067259718 * H + 29,37620757 * P - \\
& 346,8691251 * C - 63,91968259 * Y + 898,8133477 * W + 33,5450474 * \\
& S + 0,338978055 * H * P - 0,060892258 * H * C + 0,741417288 * H * \\
& Y + 0,173132269 * H * W - 0,029464774 * H * S - 0,189360359 * P * \\
& C - 1,649029683 * P * Y - 1,407600681 * P * W - 0,487389052 * P * \\
& S + 1,95442971 * C * Y + 1,241707794 * C * W + 0,227220653 * C * S - \\
& 8,24161665 * Y * W - 0,965717554 * Y * S - 0,76027346 * W * S - \\
& 0,010074251 * H^2 + 0,347384307 * P^2 + 0,532139852 * C^2 - \\
& 2,570864781 * Y^2 - 24,91495593 * W^2 + 0,04086942 * S^2
\end{aligned} \tag{4.3}$$

Pure quadratic regresyona ait denklem 4.4'te gösterilmektedir.

$$\begin{aligned}
ST = & -1507,569095 + 10,98246856 * H - 66,05557092 * P - \\
& 108,2193999 * C - 177,1409938 * Y + 92,71018452 * W + 30,01804932 * \\
& S - 0,002177812 * H^2 + 0,512588536 * P^2 + 0,403104664 * C^2 + \\
& 1,139821409 * Y^2 - 17,69735793 * W^2 - 0,025567309 * S^2
\end{aligned} \tag{4.4}$$

4.1.1. Gerçek Değerler Kullanılarak Stabilite Analizi

Regresyon teknikleri ile oluşturulan ST tahmin modelleri Çizelge 4.1'den 4.7'ye kadar olan çizelgelerde verilmektedir. Burada modeller için Lineear, Interaction, Quadratic ve Purequadratic regresyon analizleri yapılmaktadır. Yapılan analizler sonucunda; Korelasyon Katsayısı, Hataların Karesinin Ortalaması ve Yüzde Hata değerleri bulunmaktadır. Bu bulunan değerler arasında yapılan kıyas ile modellerin performansları ölçülebilmektedir. Bağımsız değişken olarak numunelerin havadaki ağırlığı, numunelerin sudaki ağırlığı, bitümün penetrasyonu, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numune yükseklikleri, bitüm yüzdesi kullanılarak bir değişkenli, iki değişkenli, üç değişkenli dört değişkenli, beş değişkenli, altı değişkenli ve yedi değişkenli toplam 107 adet ST tahmin modelleri oluşturulmaktadır. Modeller 4 farklı regresyon tekniğine tabi tutularak (Lineear, Interaction, Quadratic ve Purequadratic) 428 adet farklı model sonucunun performans değerleri elde edilmektedir. Oluşturulan tahmin modellerinin arasında hataların karesinin ortalamasının en iyi

performansta olan modelin altı değişkenli HPCYWSST olduğu belirlenmektedir. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,57 oranı ile çıktığı görölmektedir. HPCYWSST tahmin modelinin hataların karesinin ortalamasının 14842, yüzde hata ortalaması ise 9,58 oranında çıktığı görölmektedir. Tüm modeller arasında en iyi ikinci tahmin modeli olan altı değişkenli HCGYWSST modelinin olduğu görölmektedir. Bu modelin korelasyon değeri 0,57 oranında çıkmaktadır. Hataların karesinin ortalamasının değeri 14927, yüzde hata değeri ise %9,56 olduğu görölmektedir. Tüm modeller arasında en kötü HKO performansı SST olduğu görölmektedir. Korelasyon Katsayı değeri 0,11, hataların karesinin ortalamasının 21767 ve yüzde hata ortalamasının 11,75 oranında olduğu belirlenmektedir. Bir değişkenli modelde en iyi model WST, İki değişkenli tahmin modelinde en iyi performans gösteren model CWST, üç değişkenli modelde CGSST, dört değişkenlide HCGYST, beş değişkenli modelde ise HCGYSST tahmin modelinin olduğu görölmektedir. Sonuç itibariyle Çizelge 4.6'da göröldüğü gibi en iyi performans sonucu veren tahmin modelinin HPCYWSST olduğu görölmektedir.

Çizelge 4.1. ST tahmin modelinin bir değişkenliler için farklı regresyon teknikler ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HST Interaction	0,153708131	21510,95993	11,69226476
HST Linear	0,153708131	21510,95993	11,69226476
HST Purequadratic	0,162053239	21452,90561	11,68260917
HST Quadratic	0,162053239	21452,90561	11,68260917
PST Interaction	0,183052579	21293,24359	11,61335916
PST Linear	0,183052579	21293,24359	11,61335916
PST Purequadratic	0,213254213	21029,54633	11,50542856
PST Quadratic	0,213254213	21029,54633	11,50542856
CST Interaction	0,283404499	20261,95303	11,35781215
CST Linear	0,283404499	20261,95303	11,35781215
CST Purequadratic	0,290667974	20170,08703	11,29782746
CST Quadratic	0,290667974	20170,08703	11,29782746
GST Interaction	0,259127354	20552,1324	11,37481711
GST Linear	0,259127354	20552,1324	11,37481711
GST Purequadratic	0,284950379	20242,59598	11,23828813
GST Quadratic	0,284950379	20242,59598	11,23828813
YST Interaction	0,131329946	21651,4907	11,71918888
YST Linear	0,131329946	21651,4907	11,71918888
YST Purequadratic	0,132638784	21643,879	11,70914151
YST Quadratic	0,132638784	21643,879	11,70914151
WST Interaction	0,277319055	20337,12998	11,26856606
WST Linear	0,277319055	20337,12998	11,26856606
WST Purequadratic	0,305186823	19979,48993	11,10114074
WST Quadratic	0,305186823	19979,48993	11,10114074
SST Interaction	0,109518303	21767,22859	11,75343591
SST Linear	0,109518303	21767,22859	11,75343591
SST Purequadratic	0,12481461	21688,25833	11,71833751
SST Quadratic	0,12481461	21688,25833	11,71833751

Çizelge 4.2. ST Tahmin modelinin iki değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPST Interaction	0,235328146	1024256,426	11,48939203
HPST Linear	0,234276093	1024245,697	11,50311059
HPST Purequadratic	0,253509721	1024473,14	11,43043237
HPST Quadratic	0,254655696	1024484,43	11,42336701
HCST Interaction	0,378390905	18877,01968	10,9432593
HCST Linear	0,357453028	19216,45892	11,0246065
HCST Purequadratic	0,36747142	19056,45359	10,96623999
HCST Quadratic	0,397571507	18549,11579	10,83564995
HGST Interaction	0,323895704	19720,19196	11,05511575
HGST Linear	0,314809716	19848,04658	11,04814751
HGST Purequadratic	0,342307015	19449,96119	10,95050953
HGST Quadratic	0,35352249	19278,02625	10,93105639
HYST Interaction	0,323895704	19720,19196	11,05511575
HYST Linear	0,314809716	19848,04658	11,04814751
HYST Purequadratic	0,342307015	19449,96119	10,95050953
HYST Quadratic	0,35352249	19278,02625	10,93105639
HWST Interaction	0,32653263	19682,40508	11,02398513
HWST Linear	0,316855693	19819,5737	11,02583484
HWST Purequadratic	0,343582837	19430,68204	10,91712545
HWST Quadratic	0,363146197	19126,07492	10,86172598
HSST Interaction	0,193361357	21207,75335	11,63945577
HSST Linear	0,182990507	21293,74417	11,6607119
HSST Purequadratic	0,195994065	21185,16978	11,60738639
HSST Quadratic	0,196187648	21183,49716	11,60850852
PCST Interaction	0,334874893	19560,8434	11,05677245
PCST Linear	0,312010765	19886,69949	11,2242054
PCST Purequadratic	0,347438324	19371,98525	10,99402572
PCST Quadratic	0,358157572	19205,3511	10,91550151
PGST Interaction	0,321639368	19752,28177	11,11064606
PGST Linear	0,320837297	19763,63486	11,12951805
PGST Purequadratic	0,353953105	19271,31435	10,93210903
PGST Quadratic	0,354296663	19265,95355	10,92198404
PYST Interaction	0,23710027	20792,94633	11,46349264
PYST Linear	0,21167563	21044,32476	11,53218953
PYST Purequadratic	0,238570117	20777,54274	11,41922751
PYST Quadratic	0,251802162	20634,58867	11,38341127
PWST Interaction	0,337253428	19525,62209	11,00506212

Çizelge 4.2. (Devam) ST tahmin modelinin iki değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
PWST Linear	0,336336427	19539,23056	11,0287021
PWST Purequadratic	0,368294564	19043,1104	10,80808879
PWST Quadratic	0,36842805	19040,9438	10,8031711
PSST Interaction	0,221704026	20948,57368	11,49625253
PSST Linear	0,218487966	20979,76329	11,53327051
PSST Purequadratic	0,239330595	20769,53577	11,44619934
PSST Quadratic	0,243813958	20721,81312	11,41860791
CGST Interaction	0,371649213	18988,42273	10,98282751
CGST Linear	0,369756205	19019,34361	11,00735662
CGST Purequadratic	0,394438616	18603,78208	10,79411182
CGST Quadratic	0,395299898	18588,79655	10,78293817
CYST Interaction	0,356615517	19229,63462	11,07246769
CYST Linear	0,318199075	19800,77817	11,21296993
CYST Purequadratic	0,323774062	19721,92768	11,15217133
CYST Quadratic	0,360625341	19166,27187	11,00933281
CWST Interaction	0,388727357	18702,32588	10,86285714
CWST Linear	0,385216418	18762,19135	16,98372402
CWST Purequadratic	0,411429655	18302,11518	10,68518697
CWST Quadratic	0,413343939	18267,33077	10,65815457
CSST Interaction	0,362460675	19137,0338	11,03005303
CSST Linear	0,338855642	19501,75603	11,10872543
CSST Purequadratic	0,348774831	19351,4851	11,04748828
CSST Quadratic	0,384075661	18781,52564	10,90350753
GYST Interaction	0,261635594	20523,35491	11,34244066
GYST Linear	0,261595814	20523,81348	11,34471658
GYST Purequadratic	0,289584067	20183,94349	11,19468941
GYST Quadratic	0,292313735	20148,94896	11,20376869
GWST Interaction	0,312560249	19879,13847	11,07234921
GWST Linear	0,2919795	20153,25151	11,17670903
GWST Purequadratic	0,313904867	19860,58011	11,05744326
GWST Quadratic	0,322925654	19734,01559	10,95693036
GSST Interaction	0,288812451	20193,77613	11,1929574
GSST Linear	0,288812451	20193,77613	11,18546367
GSST Purequadratic	0,319615761	19780,87089	11,04503072
GSST Quadratic	0,328099978	19659,79996	11,0290158

Çizelge 4.2. (Devam) ST tahmin modelinin iki değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
YVST Interaction	0,277494673	20334,98334	11,26064472
YVST Linear	0,277423903	20335,84856	11,26495143
YVST Purequadratic	0,308056748	19940,71533	11,06618237
YVST Quadratic	0,313457038	19866,76987	11,06546696
YSST Interaction	0,158954816	21474,81853	11,65500652
YSST Linear	0,143021724	21580,82123	11,68388981
YSST Purequadratic	0,153977834	21509,13168	11,63959479
YSST Quadratic	0,17149087	21383,55345	11,61644207
WSST Interaction	0,300804724	20037,99485	11,13989045
WSST Linear	0,295574557	20106,71462	11,13770402
WSST Purequadratic	0,326997887	19675,70619	10,9703262
WSST Quadratic	0,343625669	19430,03356	10,92628866

Çizelge 4.3. ST tahmin modelinin üç değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPCST Interaction	0,40078805	18492,53987	10,80121722
HPCST Linear	0,374658719	18938,93963	10,98380146
HPCST Purequadratic	0,398584061	18531,35509	10,79709571
HPCST Quadratic	0,422211952	18104,08365	10,66930295
HPGST Interaction	0,369605884	19021,79223	10,86306994
HPGST Linear	0,363751736	19116,37743	10,85428282
HPGST Purequadratic	0,391951629	18646,86998	10,70145365
HPGST Quadratic	0,399189998	18520,70506	10,71668579
HPYST Interaction	0,262541343	20512,89496	11,41396587
HPYST Linear	0,235545353	20809,13781	11,49634247
HPYST Purequadratic	0,256665712	20580,10572	11,39266967
HPYST Quadratic	0,272239558	20398,63045	11,35239088
HPWST Interaction	0,373110442	18964,44666	10,82088972
HPWST Linear	0,366442546	19073,08967	10,82024552
HPWST Purequadratic	0,393300963	18623,52612	10,6488704
HPWST Quadratic	0,407151983	18379,26113	10,64907173

Çizelge 4.3. (Devam) ST tahmin modelinin üç değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPSST Interaction	0,249790596	20656,81814	11,46012565
HPSST Linear	0,240580253	20756,32296	11,50064711
HPSST Purequadratic	0,273450618	20384,07065	11,33473395
HPSST Quadratic	0,27981983	20306,43398	11,30834234
HCGST Interaction	0,454029326	17489,85268	10,47383261
HCGST Linear	0,439397004	17777,86805	10,57529409
HCGST Purequadratic	0,487787242	17281,85765	10,3955876
HCGST Quadratic	0,487787242	16789,38901	10,22437263
HCYST Interaction	0,395613502	18583,332	10,87334128
HCYST Linear	0,357932262	19208,90571	11,02191672
HCYST Purequadratic	0,367949384	19048,70942	10,96031005
HCYST Quadratic	0,405821762	18403,08675	10,78572497
HCWST Interaction	0,456652717	17437,21782	10,44800556
HCWST Linear	0,440720765	17752,19994	10,56860801
HCWST Purequadratic	0,464553392	17276,86941	10,38204169
HCWST Quadratic	0,494126926	16652,24248	10,16777629
HCSST Interaction	0,387966376	18715,34758	10,9310095
HCSST Linear	0,360980698	19160,6224	11,00450413
HCSST Purequadratic	0,371401873	18992,47181	10,9439552
HCSST Quadratic	0,401748615	18475,55605	10,81554951
HGYST Interaction	0,346104799	19392,36123	10,95510677
HGYST Linear	0,335921134	19545,3814	10,97023631
HGYST Purequadratic	0,365982757	19080,50901	10,84797462
HGYST Quadratic	0,373687025	18954,96011	10,8199274
HGWST Interaction	0,37137783	18992,86526	10,80636242
HGWST Linear	0,345044715	19408,50318	10,91707384
HGWST Purequadratic	0,316855736	19819,57309	11,02581132
HGWST Quadratic	0,354700887	19259,63947	10,91692993
HGSST Interaction	0,355142902	19252,72684	10,92746715
HGSST Linear	0,335114268	19557,31003	10,94185229
HGSST Purequadratic	0,367733267	19052,21227	10,7914102
HGSST Quadratic	0,381809371	18819,76607	10,7647571
HYWST Interaction	0,350451088	19325,66239	10,9085214
HYWST Linear	0,340635017	19475,11845	10,9313112
HYWST Purequadratic	0,370704001	19003,88181	10,77798057

Çizelge 4.3. (Devam) ST tahmin modelinin üç değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HYWST Quadratic	0,383955912	18783,5519	10,74309308
HYSST Interaction	0,21032187	21056,91098	11,59323498
HYSST Linear	0,18348494	21289,75212	11,65451039
HYSST Purequadratic	0,1966314	21179,65676	11,60005557
HYSST Quadratic	0,218871678	20976,06597	11,53549509
HWSST Interaction	0,358737364	19196,19371	10,89948884
HWSST Linear	0,338580602	19505,86098	10,91461603
HWSST Purequadratic	0,368641763	19037,47336	10,76085118
HWSST Quadratic	0,390421038	18673,25252	10,69630681
PCGST Interaction	0,409761375	18332,29779	10,7354976
PCGST Linear	0,395386211	18587,29297	10,83376541
PCGST Purequadratic	0,435272605	17857,34632	10,51935841
PCGST Quadratic	0,442052793	17726,29358	10,4830157
PCYST Interaction	0,383305691	18794,54318	10,86863483
PCYST Linear	0,336487783	19536,98696	11,10023862
PCYST Purequadratic	0,368529356	19039,29895	10,87565291
PCYST Quadratic	0,397107431	18557,24081	10,74993566
PCWST Interaction	0,422979924	18089,78338	10,64968352
PCWST Linear	0,41007306	18326,66809	10,7488377
PCWST Purequadratic	0,448021038	17609,25841	10,42955798
PCWST Quadratic	0,454101123	17488,4162	10,38242448
PCSST Interaction	0,391408989	18656,23518	10,82312565
PCSST Linear	0,363416758	19121,74398	11,06014439
PCSST Purequadratic	0,38538993	18759,24554	10,86952307
PCSST Quadratic	0,41328547	18268,39558	10,69720914
CGYST Interaction	0,43499075	18323,65853	10,83132826
CGYST Linear	0,399141022	18945,45385	10,96449123
CGYST Purequadratic	0,374263915	18521,56646	10,77178793
CGYST Quadratic	0,410239585	17862,75037	10,60803606
CGWST Interaction	0,441694144	17733,27656	10,55849523
CGWST Linear	0,405353948	18411,44724	10,78170899
CGWST Purequadratic	0,423907128	18072,48344	10,62618006
CGWST Quadratic	0,467306041	17220,35685	10,31654387
CGSST Interaction	0,434127414	17879,28151	10,58961417
CGSST Linear	0,419433184	18155,60948	10,68663206
CGSST Purequadratic	0,444360661	17681,22322	10,49216763

Çizelge 4.3. (Devam) ST tahmin modelinin üç değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
CGSST Quadratic	0,469558909	17173,85647	10,32766773
GYWST Interaction	0,325066037	19703,45902	11,02601673
GYWST Linear	0,294388698	20122,12814	11,18142249
GYWST Purequadratic	0,319020655	19789,24409	11,01327213
GYWST Quadratic	0,346031459	19393,47957	10,83783532
GYSST Interaction	0,305817663	19970,99797	11,14888716
GYSST Linear	0,290875723	20167,42529	11,18441088
GYSST Purequadratic	0,324649179	19709,426	11,00510576
GYSST Quadratic	0,339507395	19492,01535	10,97086341
YWSST Interaction	0,312390584	19881,47451	11,09407401
YWSST Linear	0,299538143	20054,7472	11,12643655
YWSST Purequadratic	0,335533337	19551,11812	10,9055599
YWSST Quadratic	0,356142935	19237,05564	10,86183779

Çizelge 4.4. ST tahmin modelinin dört değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPCGST Interaction	0,47154901	17132,59374	10,34961951
HPCGST Linear	0,455688467	17456,59946	10,47725865
HPCGST Purequadratic	0,486665273	16813,47612	10,2216536
HPCGST Quadratic	0,50485658	16416,09261	10,10253732
HPCYST Interaction	0,417794147	18185,8421	10,75080082
HPCYST Linear	0,374680037	18938,58768	10,98216082
HPCYST Purequadratic	0,399045455	18523,24704	10,78593132
HPCYST Quadratic	0,428901264	17978,65046	10,64958309
HPCWST Interaction	0,473839617	17084,88425	10,33056754
HPCWST Linear	0,457443707	17421,28816	10,46741598
HPCWST Purequadratic	0,486579286	16815,31986	10,21216025
HPCWST Quadratic	0,510294685	16294,46784	10,06033726
HPCSST Interaction	0,411000505	18309,89111	10,74117624
HPCSST Linear	0,375439736	18926,03272	10,97198175

Çizelge 4.4. (Devam) ST tahmin modelinin dört değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPCSST Purequadratic	0,403585317	18442,96801	10,75799472
HPCSST Quadratic	0,431206495	17934,96762	10,62499522
HPGYST Interaction	0,40952095	18336,63746	10,70446585
HPGYST Linear	0,39500811	18593,87706	10,73768268
HPGYST Purequadratic	0,42131873	18120,68349	10,58008806
HPGYST Quadratic	0,431430139	17930,71722	10,55574524
HPGWST Interaction	0,397307243	18553,74367	10,68739055
HPGWST Linear	0,366551465	19071,33074	10,81823609
HPGWST Purequadratic	0,394296482	18606,25194	10,65095264
HPGWST Quadratic	0,413083481	18272,07302	10,60437002
HPGSST Interaction	0,385712476	18753,76595	10,80953539
HPGSST Linear	0,370329872	19009,98987	10,76459846
HPGSST Purequadratic	0,408526897	18354,55309	10,54039169
HPGSST Quadratic	0,422172066	18104,82565	10,50622856
HPYWST Interaction	0,414771669	18241,28237	10,6410237
HPYWST Linear	0,401393352	18481,84222	10,68336674
HPYWST Purequadratic	0,427008649	18014,33944	10,49107801
HPYWST Quadratic	0,440366238	17759,08189	10,46893253
HPYSST Interaction	0,297031273	20087,69577	11,30689191
HPYSST Linear	0,240637694	20755,71397	11,49882795
HPYSST Purequadratic	0,273803673	20379,81393	11,32676446
HPYSST Quadratic	0,311716445	19890,74392	11,20806326
HPWSST Interaction	0,38938981	18690,96941	10,72572508
HPWSST Linear	0,373777278	18953,47385	10,770358
HPWSST Purequadratic	0,40878887	18349,83582	10,51051033
HPWSST Quadratic	0,428799202	17980,57907	10,46340391
HCGYST Interaction	0,488481639	16774,45345	10,26854636
HCGYST Linear	0,461587486	17337,38649	10,43071251
HCGYST Purequadratic	0,488785628	16767,90838	10,2541816
HCGYST Quadratic	0,515696723	16172,35958	10,03594003
HCGWST Interaction	0,477143397	17015,6649	10,3030607
HCGWST Linear	0,440721474	17752,18616	10,56858049
HCGWST Purequadratic	0,466065229	17245,87236	10,38089572
HCGWST Quadratic	0,503977945	16435,62124	10,05404728
HCGSST Interaction	0,468305173	17199,76184	10,41859667
HCGSST Linear	0,444542329	17677,66546	10,55869536

Çizelge 4.4. (Devam) ST tahmin modelinin dört değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HCGSST Purequadratic	0,47102438	17143,48834	10,1806726
HCGSST Quadratic	0,493521749	16665,41074	10,1806726
HGYWST Interaction	0,372473263	18974,91316	10,83148783
HGYWST Linear	0,340847933	19471,92171	10,92753305
HGYWST Purequadratic	0,371558916	18989,90125	10,76789323
HGYWST Quadratic	0,39300643	18628,62848	10,66595854
HGYSST Interaction	0,425096718	18050,23238	10,55272787
HGYSST Linear	0,389403064	18690,74199	10,66569089
HGYSST Purequadratic	0,426357896	18026,57419	10,50483355
HGYSST Quadratic	0,440796158	17750,73572	10,49194872
HYWSST Interaction	0,435159279	17859,51956	10,45659565
HYWSST Linear	0,400850258	18491,4412	10,58863163
HYWSST Purequadratic	0,433525588	17890,78582	10,41387922
PCGWST Interaction	0,465983992	17247,5405	10,37661108
PCGWST Linear	0,428565425	17984,99489	10,64423334
PCGWST Purequadratic	0,455565051	17459,07719	10,38997656
PCGWST Quadratic	0,490183177	16737,76585	10,15184614
PCGSST Interaction	0,457506319	17420,02604	10,42413357
PCGSST Linear	0,442600201	17715,62447	10,58010234
PCGSST Purequadratic	0,472342069	17116,10181	10,32595973
PCGSST Quadratic	0,490971432	16720,72671	10,15751807
PCYWST Interaction	0,449474834	17580,51228	10,50642386
PCYWST Linear	0,410081072	18326,52331	10,74846584
PCYWST Purequadratic	0,448740982	17595,03449	10,41932095
PCYWST Quadratic	0,478484504	16987,42937	10,25638046
PCYSST Interaction	0,416314691	18213,02955	10,70864823
PCYSST Linear	0,366287903	19075,58608	11,0218951
PCYSST Purequadratic	0,388978247	18698,02714	10,83122204
PCYSST Quadratic	0,426952508	18015,39567	10,60389795
PCWSST Interaction	0,461080746	17347,68738	10,39074707
PCWSST Linear	0,445942386	17650,19816	10,54439583
PCWSST Purequadratic	0,475299875	17054,34888	10,28389906
PCWSST Quadratic	0,498669268	16552,88887	10,10060908
PGYWST Interaction	0,388274428	18710,07936	10,7713037
PGYWST Linear	0,357705485	19212,48119	10,93270291
PGYWST Purequadratic	0,380960358	18834,03368	10,73194696

Çizelge 4.4. (Devam) ST tahmin modelinin dört değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
PGYWST Quadratic	0,404065101	18434,43086	10,58571193
PGYSST Interaction	0,382566961	18266,55686	10,81763481
PGYSST Linear	0,35842746	18661,37996	10,93262111
PGYSST Purequadratic	0,387318757	18159,07153	10,73030754
PGYSST Quadratic	0,409578906	17759,90041	10,6252573
PYWSST Interaction	0,38916998	18694,74012	10,7505184
PYWSST Linear	0,367248103	19060,06841	10,8683977
PYWSST Purequadratic	0,397218884	18555,29035	10,60819001
PYWSST Quadratic	0,42243398	18099,95198	10,53082795
CGYWST Interaction	0,498170566	16563,8413	10,06053275
CGYWST Linear	0,425706035	18038,81107	10,61881933
CGYWST Purequadratic	0,406433485	18392,13985	10,77124451
CGYWST Quadratic	0,46386411	17290,96825	10,40743846
CGYSST Interaction	0,457859898	17412,89545	10,49323261
CGYSST Linear	0,422432894	18099,97219	10,6813365
CGYSST Purequadratic	0,448542892	17598,95043	10,46723871
CGYSST Quadratic	0,485624826	16835,76353	10,25732223
CGWSST Interaction	0,460988736	17349,55652	10,37366354
CGWSST Linear	0,424111717	18068,66108	10,64421165
CGWSST Purequadratic	0,448574154	17598,33254	10,44686092
CGWSST Quadratic	0,494387474	16646,56814	10,09986888
GYWSST Interaction	0,344831843	19411,73861	10,95312019
GYWSST Linear	0,303852977	19997,38753	11,10627085
GYWSST Purequadratic	0,337467228	19522,44394	10,88258734
GYWSST Quadratic	0,383113063	18797,79576	10,66844361

Çizelge 4.5. ST tahmin modelinin beş değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPCGYST Interaction	0,512063021	16254,63774	10,09693255
HPCGYST Linear	0,484675523	16856,05694	10,29944652
HPCGYST Purequadratic	0,513481173	16222,59564	10,06093336
HPCGYST Quadratic	0,536416791	15692,07633	9,898026641

Çizelge 4.5. (Devam) ST tahmin modelinin beş değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPCGWST Interaction	0,493171035	16673,03466	10,17967142
HPCGWST Linear	0,457492909	17420,29636	10,46652871
HPCGWST Purequadratic	0,488182622	16780,88752	10,20629098
HPCGWST Quadratic	0,518165664	16116,12324	9,967672393
HPCGSST Interaction	0,485290141	16842,92269	10,23636221
HPCGSST Linear	0,457431019	17421,54389	10,46844962
HPCGSST Purequadratic	0,492947424	16677,89277	10,14498419
HPCGSST Quadratic	0,513616453	16219,53447	9,990791236
HPCYWST Interaction	0,516098902	16163,21725	10,05522134
HPCYWST Linear	0,489551437	16751,40196	10,26195869
HPCYWST Purequadratic	0,51644821	16155,27102	10,03358056
HPCYWST Quadratic	0,542769672	15541,02976	9,835212994
HPCYSST Interaction	0,43415135	17878,82362	10,6277383
HPCYSST Linear	0,375470837	18925,51818	10,97222913
HPCYSST Purequadratic	0,404020041	18435,23307	10,74990619
HPCYSST Quadratic	0,447054061	17628,32704	10,56291763
HPCWSST Interaction	0,486894394	16808,56173	10,22196891
HPCWSST Linear	0,459542523	17378,8867	10,45716724
HPCWSST Purequadratic	0,492319582	16691,52126	10,14418276
HPCWSST Quadratic	0,518260068	16113,96761	9,947771721
HPGYWST Interaction	0,430377737	17950,69908	10,55952908
HPGYWST Linear	0,402262959	18466,44519	10,67342982
HPGYWST Purequadratic	0,427472476	18005,60767	10,47413054
HPGYWST Quadratic	0,44575361	17653,90675	10,41543915
HPGYSST Interaction	0,471203454	17139,77101	10,27897791
HPGYSST Linear	0,425678897	18039,32011	10,50239622
HPGYSST Purequadratic	0,462973949	17309,145	10,26553982
HPGYSST Quadratic	0,48470482	16855,43124	10,19662876
HPYWSST Interaction	0,480496843	16944,91311	10,18453813
HPYWSST Linear	0,437261659	17819,1103	10,4051822
HPYWSST Purequadratic	0,469368398	17177,79739	10,18182318
HPYWSST Quadratic	0,494713945	16639,4539	10,11132329
HCGYWST Interaction	0,509773762	16306,17487	10,07239547
HCGYWST Linear	0,465509006	17257,28826	10,4001408
HCGYWST Purequadratic	0,492164006	16694,89564	10,21518915
HCGYWST Quadratic	0,532690238	15779,8516	9,822793542

Çizelge 4.5. (Devam) ST tahmin modelinin beş değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HCGYSST Interaction	0,525948849	15937,08362	10,01614713
HCGYSST Linear	0,486883649	16808,79225	10,22453792
HCGYSST Purequadratic	0,519229354	16091,81222	10,01252866
HCGYSST Quadratic	0,544724027	15494,20519	9,840712317
HGYWSST Interaction	0,452058702	17529,19117	10,40204434
HGYWSST Linear	0,40427234	18430,74016	10,5888301
HGYWSST Purequadratic	0,433972152	17882,25096	10,42095581
HGYWSST Quadratic	0,465191212	17263,80452	10,26462225
PCGYWST Interaction	0,488264333	16779,12971	10,23099524
PCGYWST Linear	0,432769461	17905,21707	10,62062805
PCGYWST Purequadratic	0,458410564	17401,77928	10,37548153
PCGYWST Quadratic	0,518155182	16116,36257	9,928841081
PCGYSST Interaction	0,488368917	16776,8794	10,26614015
PCGYSST Linear	0,450334518	17563,46979	10,55873075
PCGYSST Purequadratic	0,479057182	16975,34813	10,30173759
PCGYSST Quadratic	0,511952249	16257,13683	10,06427131
PCGWSST Interaction	0,483522984	16880,64156	10,22821026
PCGWSST Linear	0,446814389	17633,04696	10,52740685
PCGWSST Purequadratic	0,475558393	17048,93322	10,28134616
PCGWSST Quadratic	0,511735295	16262,02986	9,989443278
PCYWSST Interaction	0,493285437	16670,54834	10,21533517
PCYWSST Linear	0,456356782	17443,17054	10,50401643
PCYWSST Purequadratic	0,48518325	16845,20811	10,24498207
PCYWSST Quadratic	0,521183302	16047,02418	9,977490825
CGYWSST Interaction	0,483678226	16877,33353	10,24655763
CGYWSST Linear	0,430171432	17954,61044	10,61370564
CGYWSST Purequadratic	0,456109951	17448,13259	10,3916825
CGYWSST Quadratic	0,516221554	16160,42771	9,907183723

Çizelge 4.6. ST tahmin modelinin altı değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPCGYWST Interaction	0,530731869	15825,73375	9,945230817
HPCGYWST Linear	0,490203782	16737,3208	10,25902464
HPCGYWST Purequadratic	0,516923372	16144,45313	10,02485654
HPCGYWST Quadratic	0,550545586	15353,72856	9,727567658
HPCGYSST Interaction	0,547088108	15437,33901	9,762016766
HPCGYSST Linear	0,50199716	16479,52162	10,10522796
HPCGYSST Purequadratic	0,538847474	15634,49427	9,801061313
HPCGYSST Quadratic	0,5640628	15021,79347	9,649064558
HPCGWSST Interaction	0,516923372	16144,45313	10,02485654
HPCGWSST Linear	0,550545586	15353,72856	9,727567658
HPCGWSST Purequadratic	0,547088108	15437,33901	9,762016766
HPCGWSST Quadratic	0,50199716	16479,52162	10,10522796
HPCYWSST Interaction	0,553507581	15281,68122	9,706886893
HPCYWSST Linear	0,510562538	16288,44356	10,04527305
HPCYWSST Purequadratic	0,542675299	15543,28659	9,762998233
HPCYWSST Quadratic	0,571258146	14841,81771	9,585848867
HPGYWSST Interaction	0,495139125	16630,18161	10,13281933
HPGYWSST Linear	0,441115755	17744,526	10,39726351
HPGYWSST Purequadratic	0,469735667	17170,19865	10,18882633
HPGYWSST Quadratic	0,500868938	16504,44926	10,03408421
HCGYWSST Interaction	0,549199826	15386,33501	9,824887105
HCGYWSST Linear	0,497249049	16584,05069	10,17746514
HCGYWSST Purequadratic	0,523898894	15984,49845	9,973472719
HCGYWSST Quadratic	0,567858079	14927,14723	9,56470165
PCGYWSST Interaction	0,513742271	16216,68669	10,06569384
PCGYWSST Linear	0,459285544	17384,08874	10,46811595
PCGYWSST Purequadratic	0,486082703	16825,96125	10,23597001
PCGYWSST Quadratic	0,53769305	15661,87463	9,774328025

Çizelge 4.7. ST tahmin modelinin yedi değişkenliler için farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

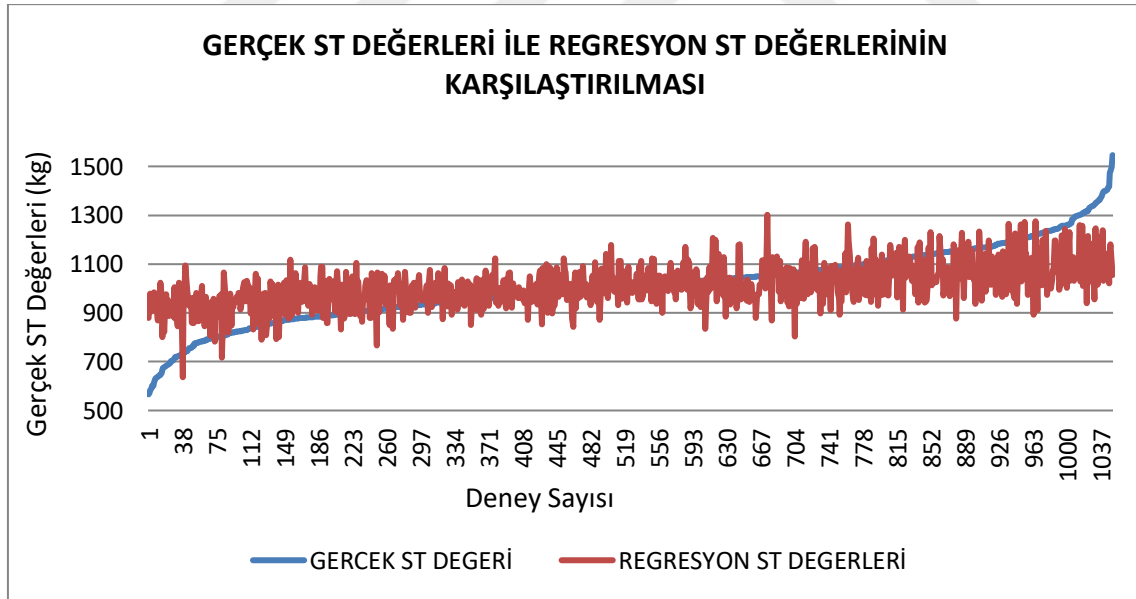
MODELLER	KORELASYON KATSAYISI	HATALARIN KARESİNİN ORTALAMASI	YÜZDE HATA
HPCGYWSST Interaction	0,556573827	15206,69085	9,759964336
HPCGYWSST Linear	0,500884168	16504,11313	10,14307708
HPCGYWSST Purequadratic	0,537848715	15658,18604	9,812773207
HPCGYWSST Quadratic	0,579192683	15658,18604	9,485385267

4.1.2. Gerçek Değerler Kullanılarak Oluşturulan Stabilite Modellerinin Katsayıları

Oluşturulan tahmin modellerinin katsayıları Matlab programı kullanılarak elde edilmektedir. Bu bölümde HPCYWSST modeline ait regresyon katsayıları ekler kısmında çizelge 4.8’de verilmiştir. Bu katsayılar ile regresyon denklemleri oluşturulmaktadır.

4.1.3. Gerçek Stabilite Değerleri İle En İyi Tahmin Modeli Sonucunun Karşılaştırılması

Çalışmamızda 107 adet tahmin modeli kullanılmaktadır. Linear, Interaction, Quadratic ve Purequadratic regresyon teknikleri kullanılarak, 428 adet tahmin sonucuna ulaşılmaktadır. Performans değerleri sonucunda en iyi sonuç değerlerini Quadratic regresyon tekniği ile elde edilmiş olan altı değişkenli HPCYWSST tahmin modelinin verdiği görülmektedir. Bu modelin stabilite tahmin sonuçlarının gerçek değerler ile karşılaştırılması Şekil 4.1’de bulunmaktadır.



Şekil 4.1. Gerçek ST değerleri ile en iyi regresyon tahmin modelinin ST değerleri karşılaştırılma grafiği

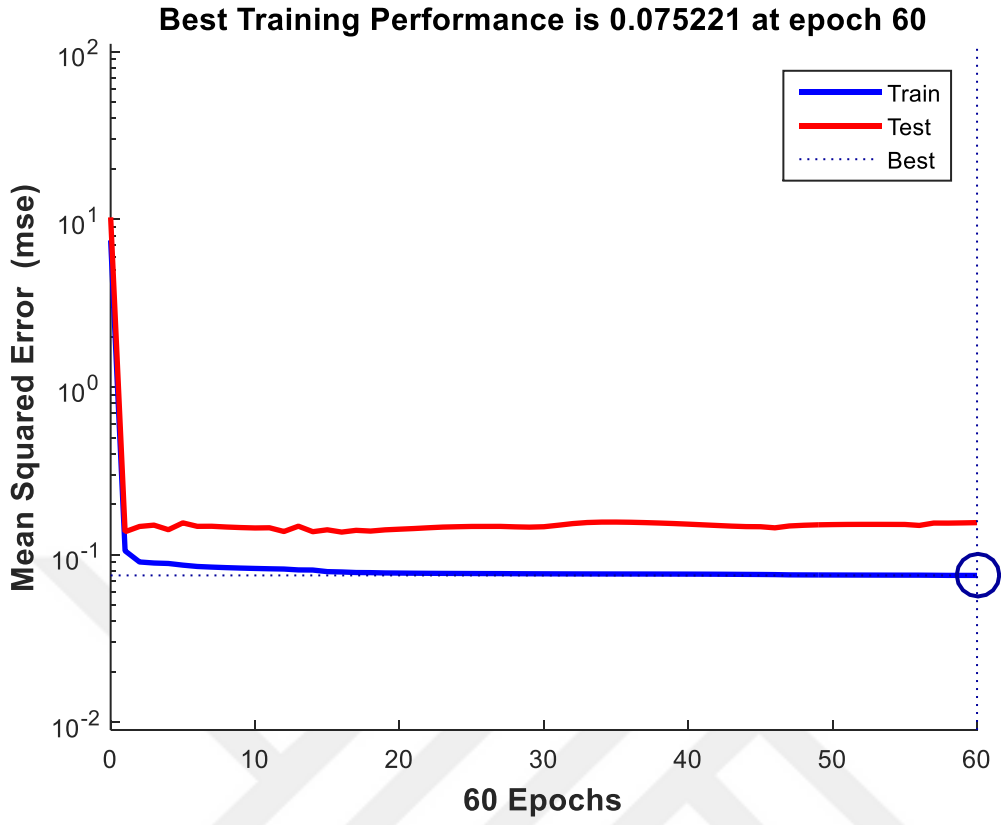
4.2. Yapay Sinir Ağı Tahmin Modellerinin oluşturulması

YSA tahmin modelleri oluşturulurken, bağımsız değişken olarak numunelerin havadaki ağırlığı, sudaki ağırlığı, bitümün penetrasyonu, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numune yükseklikleri, bitüm yüzdesi kullanılarak stabilite tahmin modelleri oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu modellerde daha önceden yapılmış olan Marshall deney sonuç verileri kullanılmaktadır. Bu veriler 1050 adet olup, bu verilerle YSA tahmin modelleri oluşturulmaktadır. 1050 adet veriden 735 deney verisi eğitim 315 tanesi ise test verisi olarak kullanılmaktadır. Tahmin modelleri modelin yapısındaki gizli katmanlarda farklı nöron sayılarına sahiptir. Modeller farklı öğrenim algoritmaları ile eğitilmekte ve farklı transfer fonksiyonlarından geçirilmektedir. Oluşturulan bu modeller arasında performans kıyası yapılmakta ve en iyi model belirlenmektedir. Performans kıyası, hataların karelerinin ortalaması (HKO) belirlenerek yapılmaktadır. YSA tekniği ile oluşturulan tahmin modelleri aşağıda belirtilmektedir.

4.2.1. Gerçek Değerler Kullanılarak oluşturulan YSA Modelleri

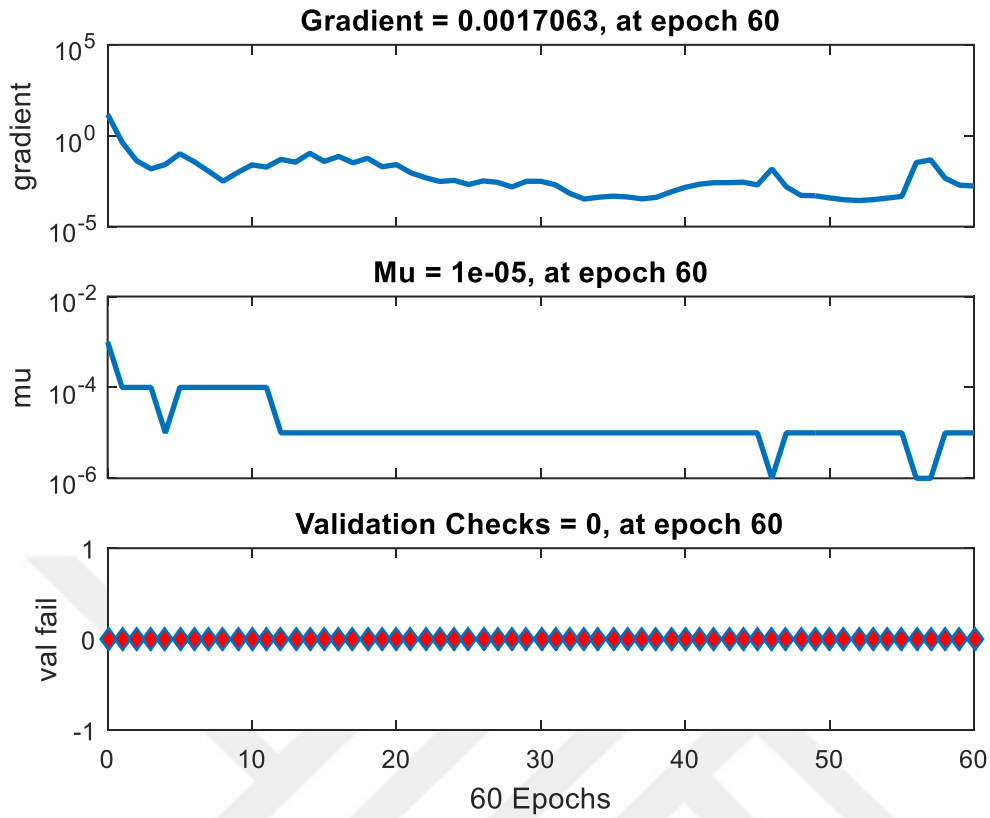
a) PSST MODELİ

Penetrasyon ve numunelerin sudaki ağırlığı ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.2'de görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. PSST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 17378,31 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



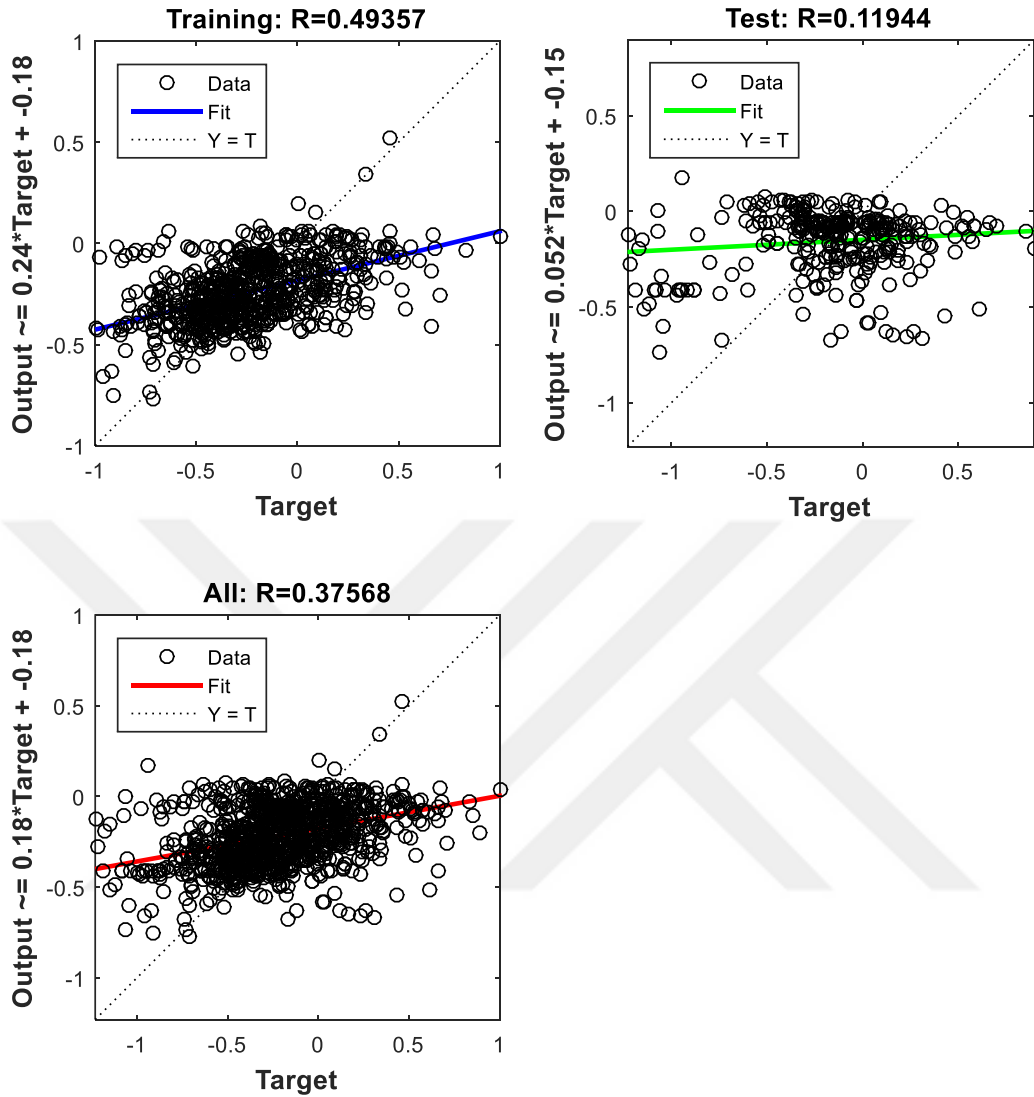
Şekil 4.2. PSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.3’de PSST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir (Miriöglü, 2010).



Şekil 4.3. PSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.4'te eğitilen PSST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.4'te eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. PSST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,49357$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=0,11944$ toplamdaki katsayı ise $R=0,37568$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 10,31 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.4. PSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

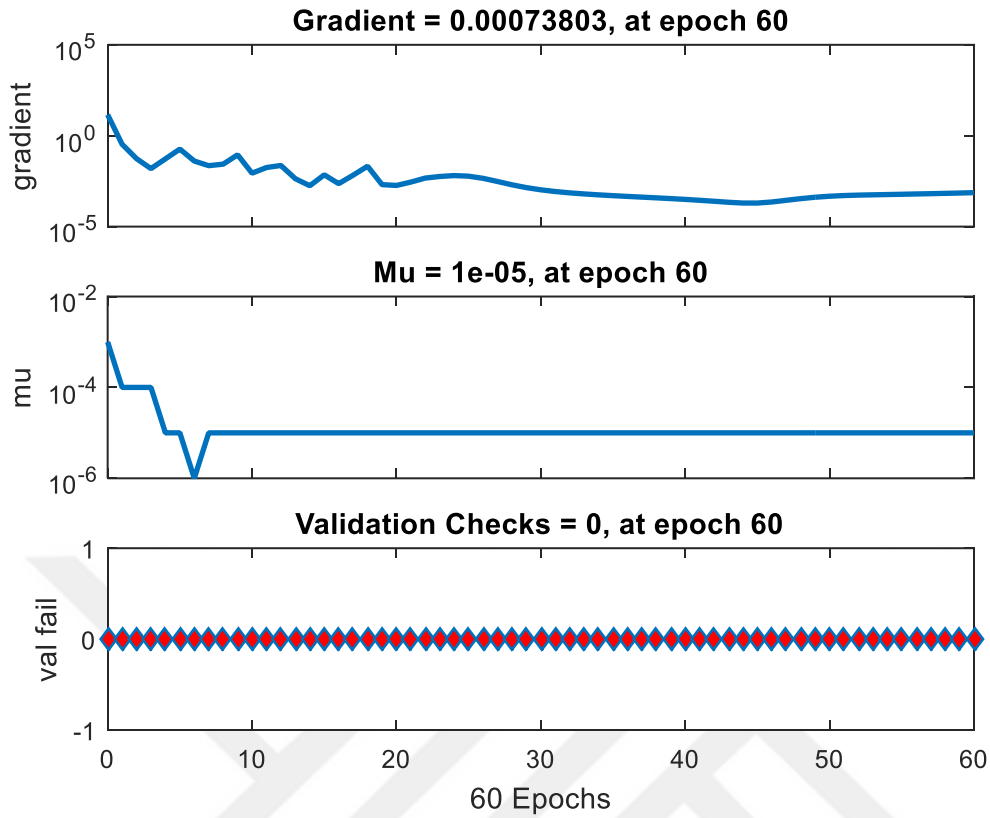
b) PHST MODELİ

Penetrasyon ve numunelerin havadaki ağırlığı ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.5'te görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. PHST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 17345,96 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



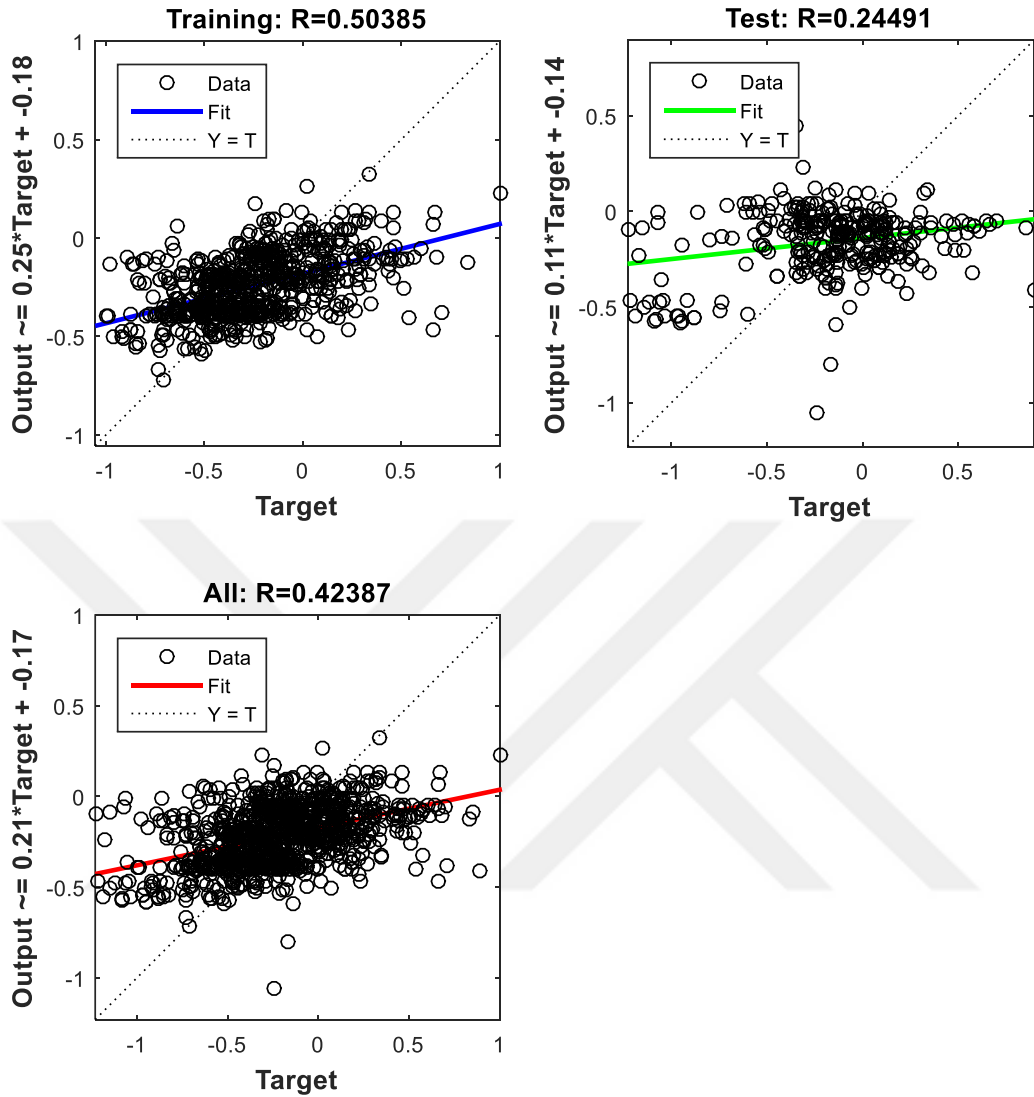
Şekil 4.5. PHST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.6'da PHST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.6. PHST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

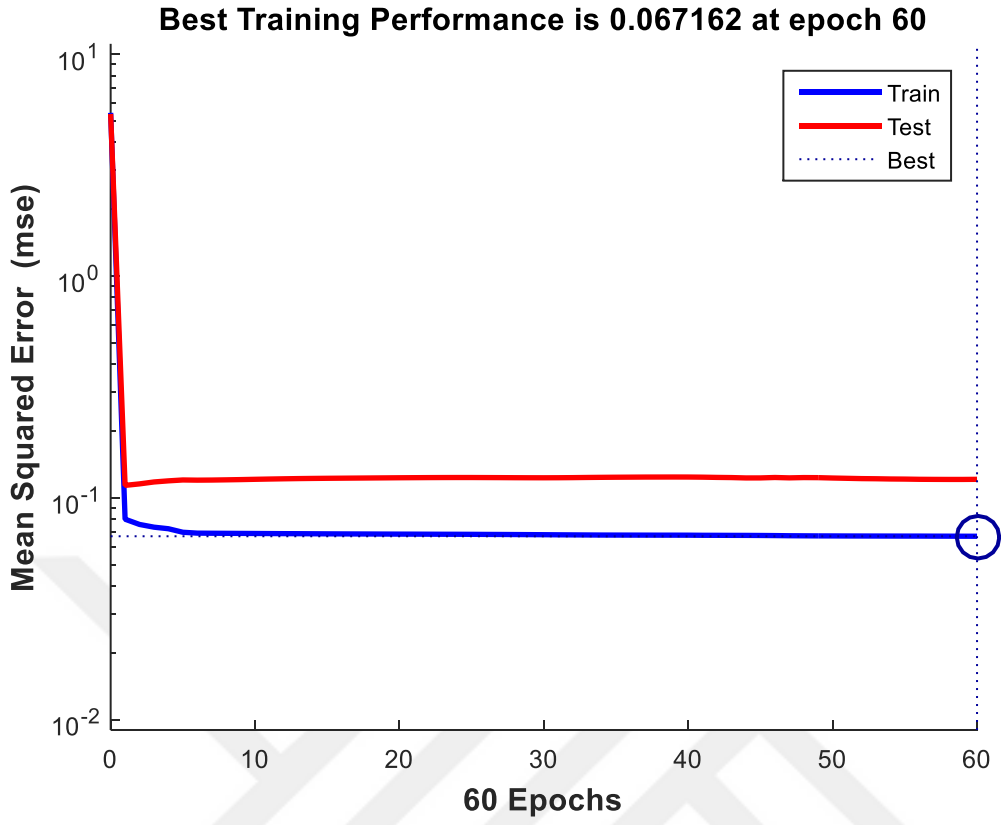
Şekil 4.7’de eğitilen PHST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.7’de eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. PHST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,50385$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=0,24491$ toplamdaki katsayı ise $R=0,42387$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 10,20 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.7. PHST modelinin Stabilité değeri için gerçék değérler ile tahmin değérlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

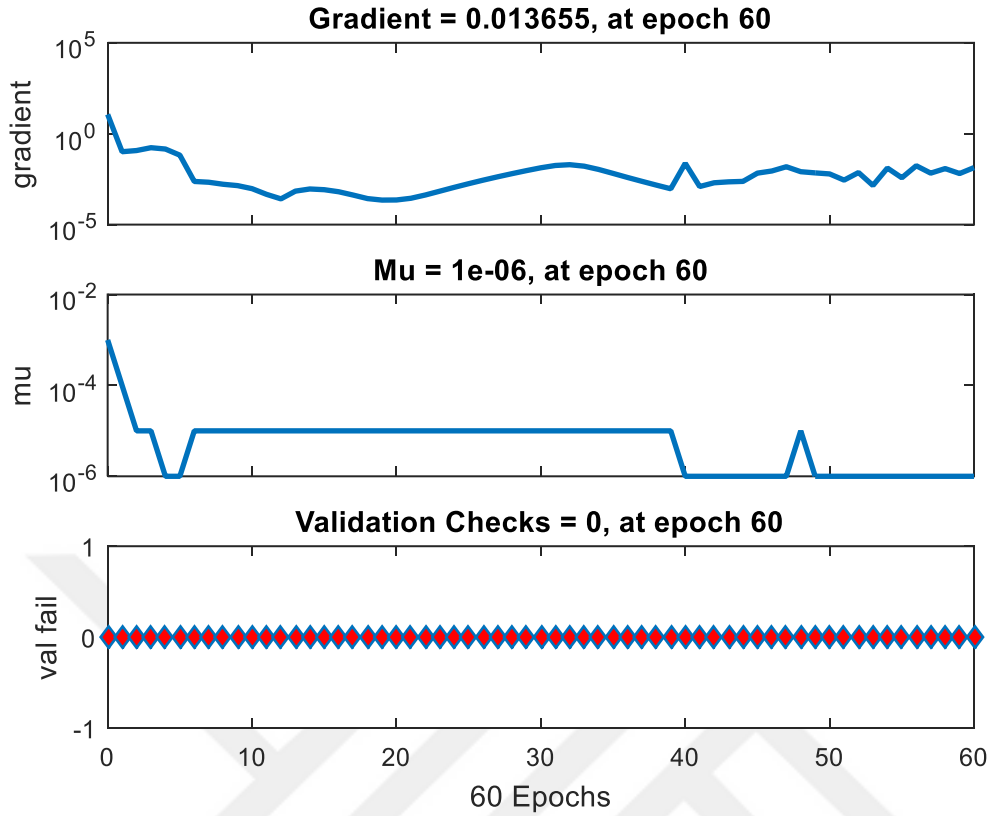
c) HGCST MODELİ

Numunelerin havadaki ağırlığı, bitüm ağırlığı, sıcaklık ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.8’de görülmektedir. Modellerin performans değérleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HGCST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 15549,44 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



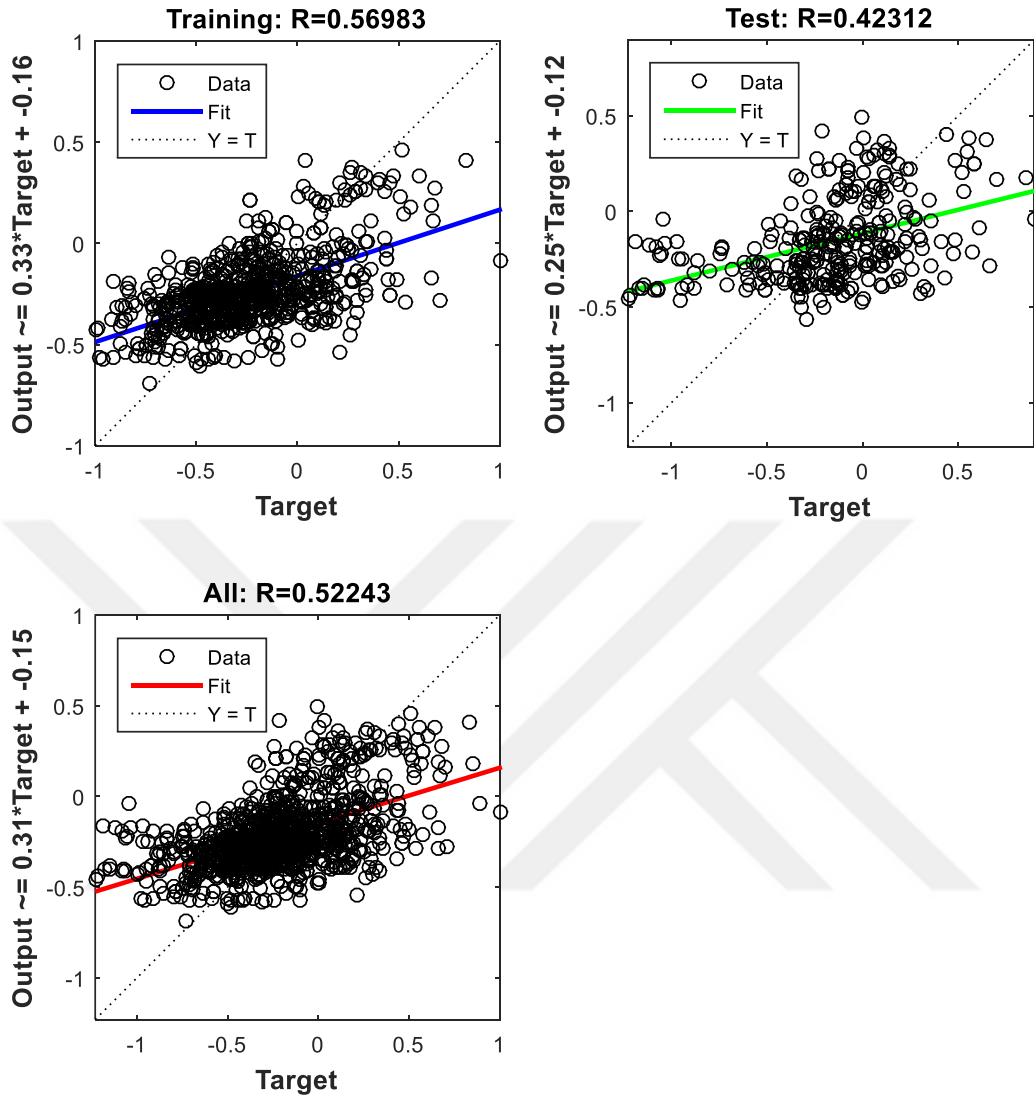
Şekil 4.8. HGCST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.9’da HGCST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.9. HGCST modelinin Stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

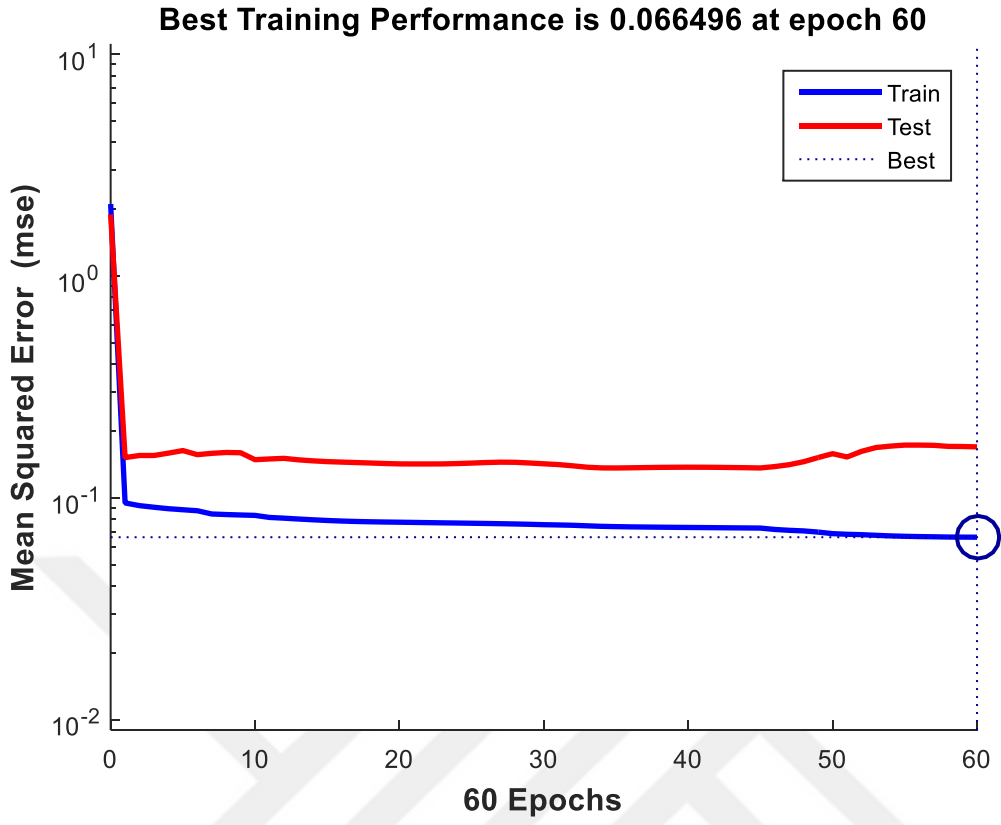
Şekil 4.10'da eğitilen HGCST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.10'da eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HGCST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,56983$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=0,42312$ toplamdaki katsayı ise $R=0,52243$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 9,84 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.10. HGCST modelinin Stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

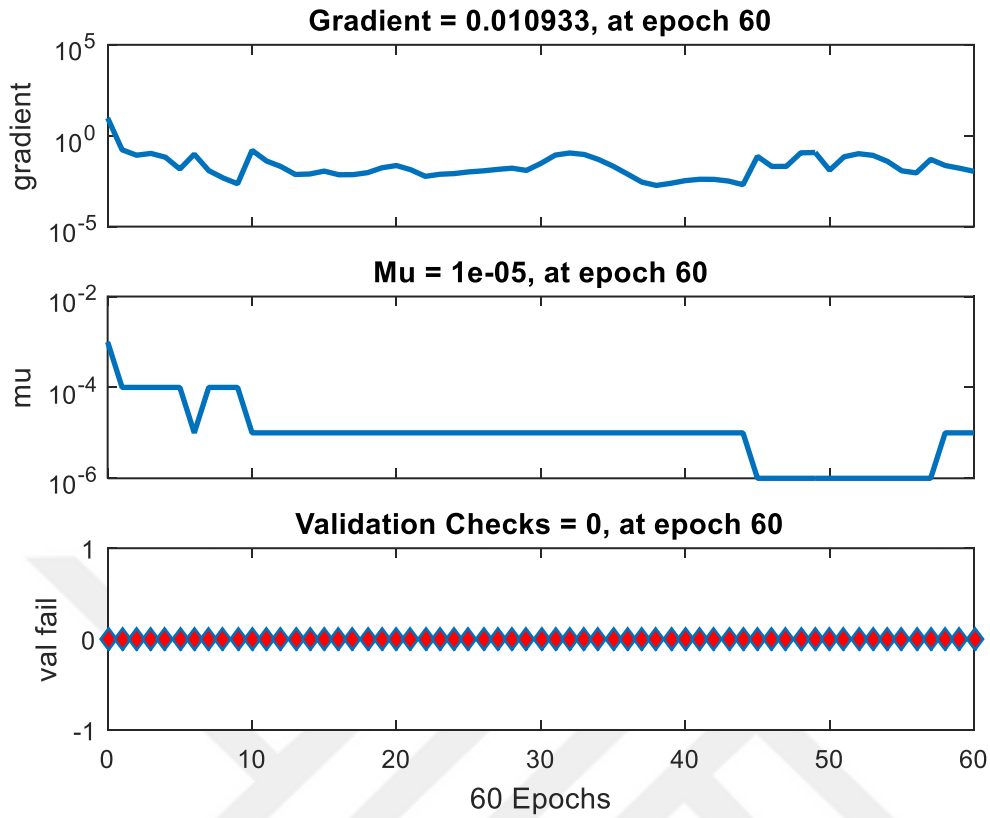
d) HPSST MODELİ

Numunelerin havadaki ağırlığı, penetrasyon ve numunelerin sudaki ağırlığı ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.11’de görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HPSST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 16071,22 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



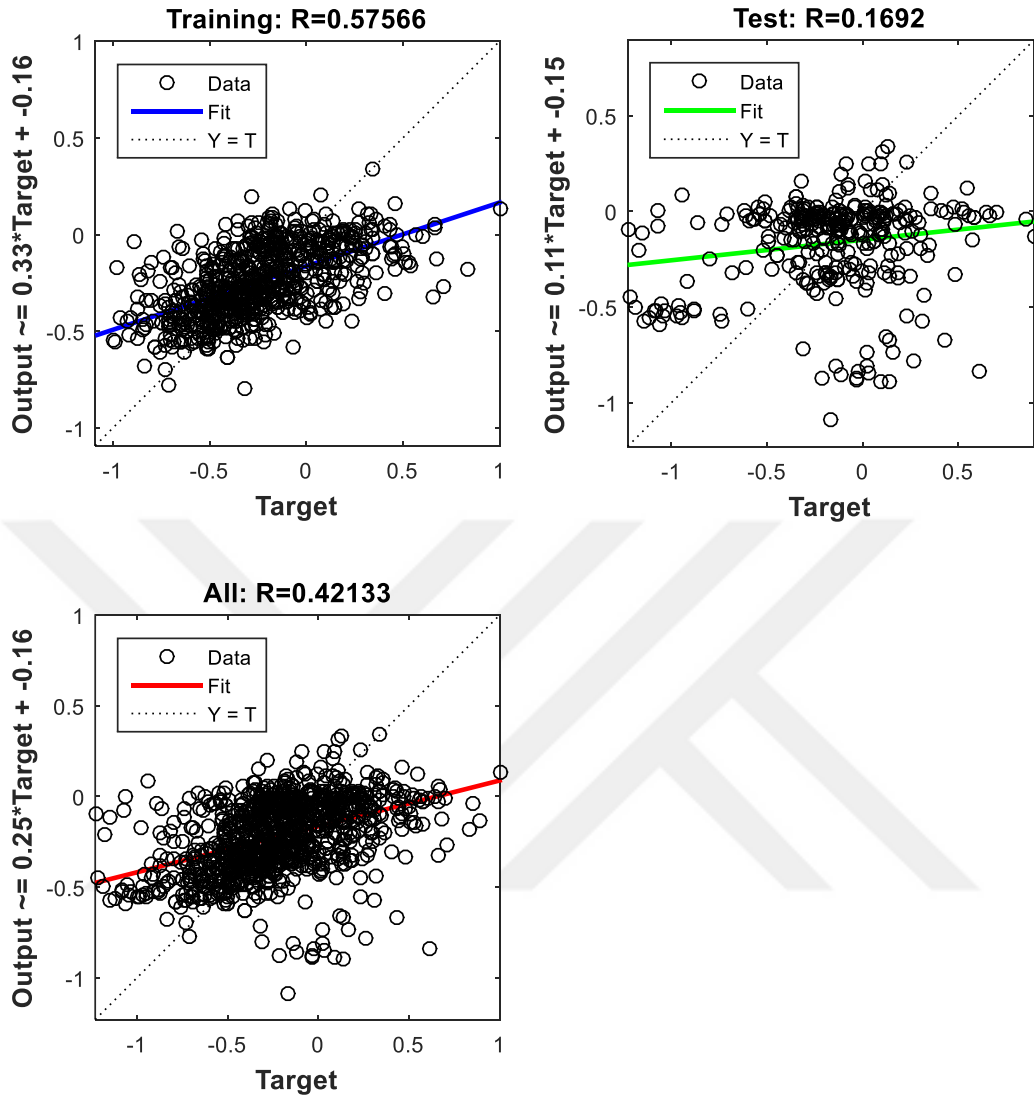
Şekil 4.11. HPSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.12’de HPSST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.12. HPSST modelinin Stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

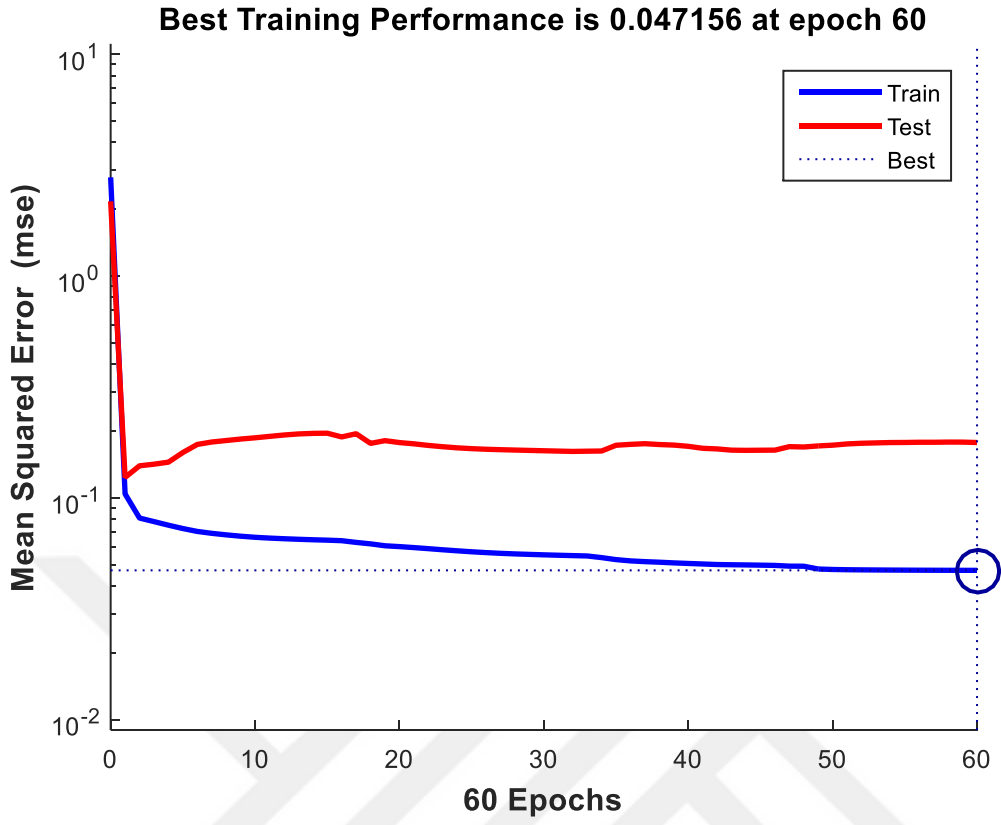
Şekil 4.13’de eğitilen HPSST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.13’de eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HPSST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,57566$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=0,1692$ toplamdaki katsayı ise $R=0,42133$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 9,78 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.13. HPSST modelinin Stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

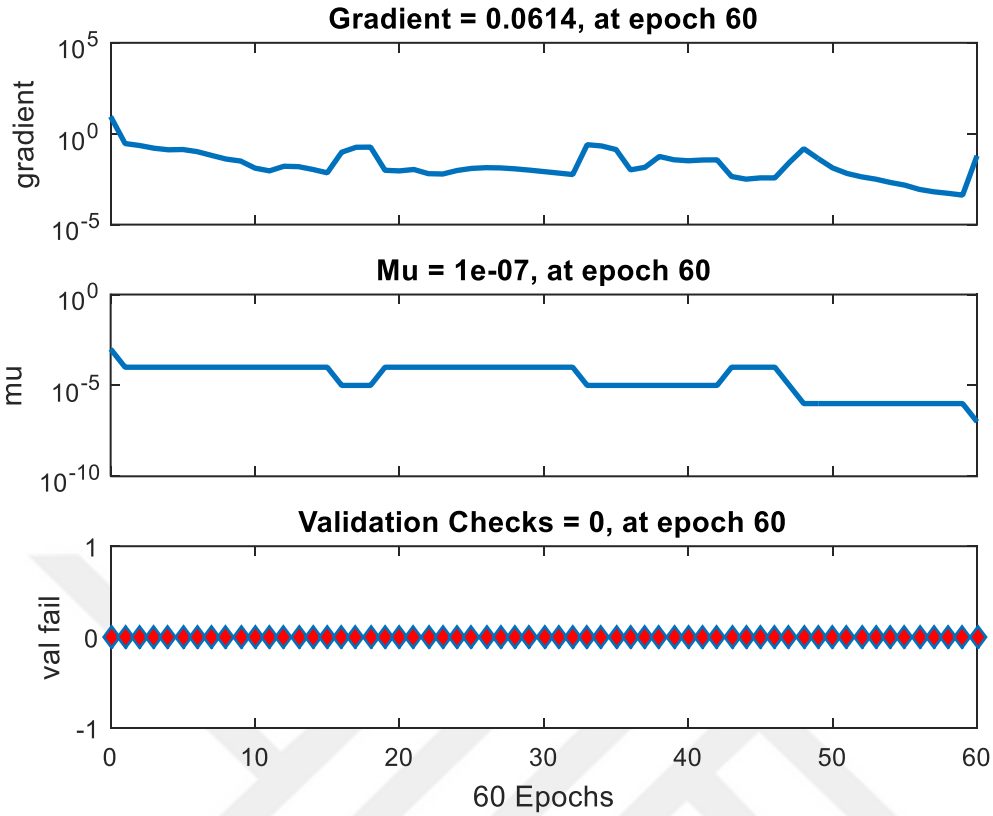
e) HCSPST MODELİ

Numunelerin havadaki ağırlığı, sıcaklık, numunelerin sudaki ağırlığı, penetrasyon ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.14'te görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HCSPST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 14149,48 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



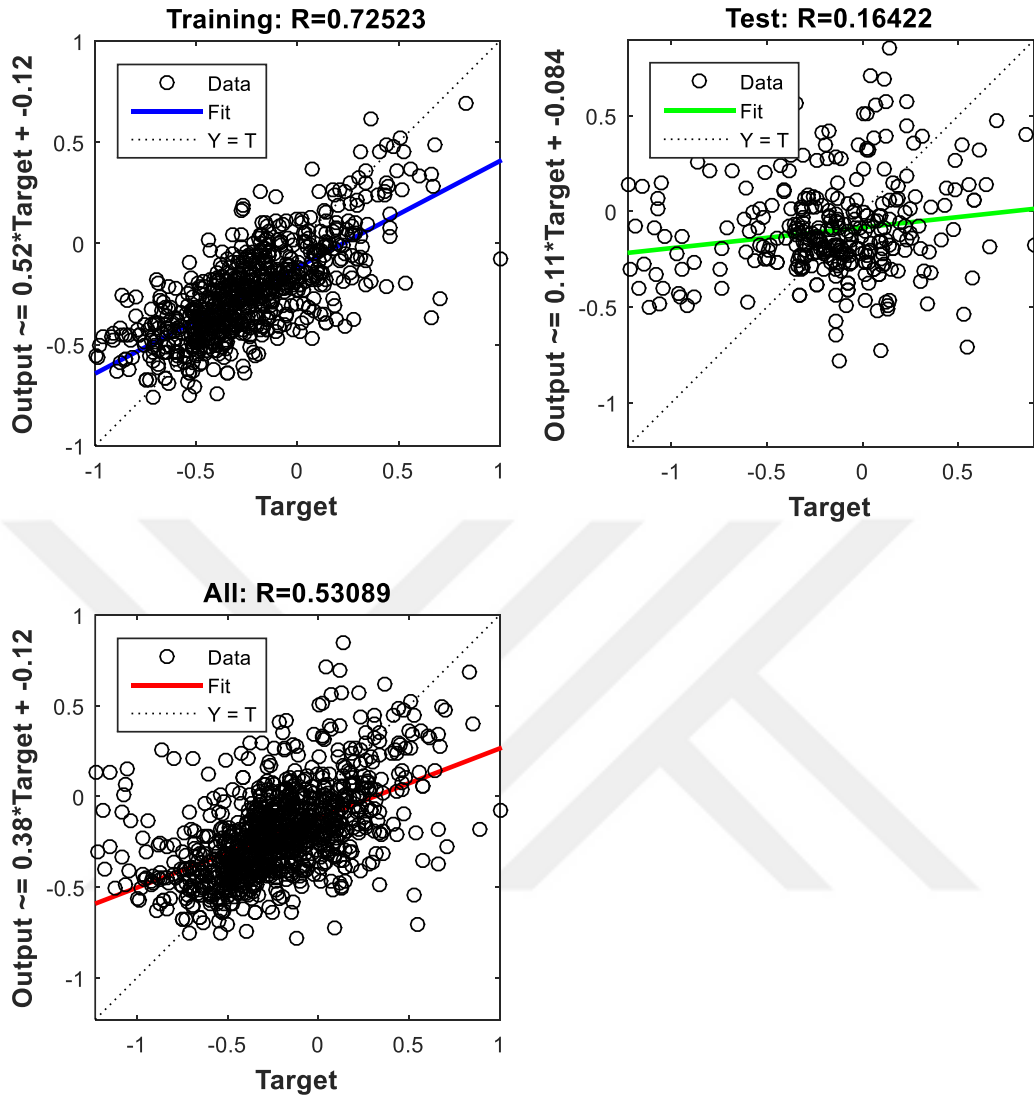
Şekil 4.14. HCSPST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.15'te HCSPST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.15. HCSPST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

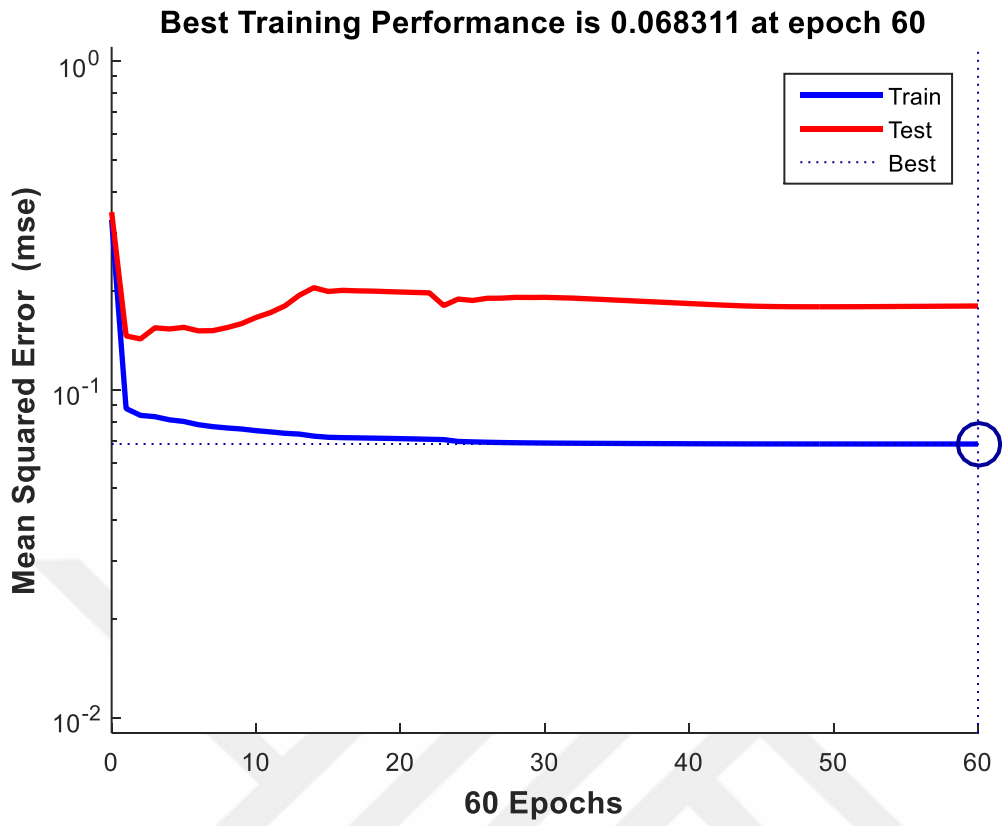
Şekil 4.16'da eğitilen HCSPST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.16'da eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HCSPST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,72523$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=0,16422$ toplamdaki katsayı ise $R=0,53089$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 9,06 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.16. HCSPST modelinin Stabilité değeri için gerçék değérler ile tahmin değérlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

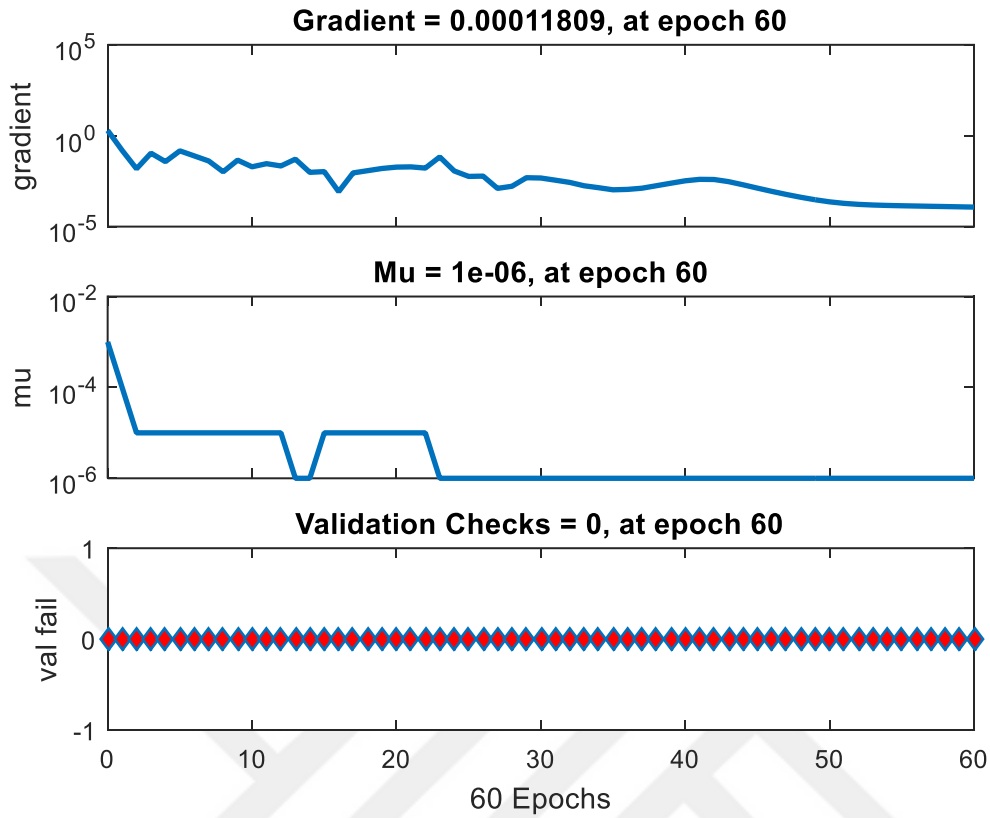
f) HSPGST MODELİ

Numunelerin havadaki ağırlığı, numunelerin sudaki ağırlığı, penetrasyon, bitüm ağırlığı ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.17’de görülmektedir. Modellerin performans değérleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HSPGST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 15009,81 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



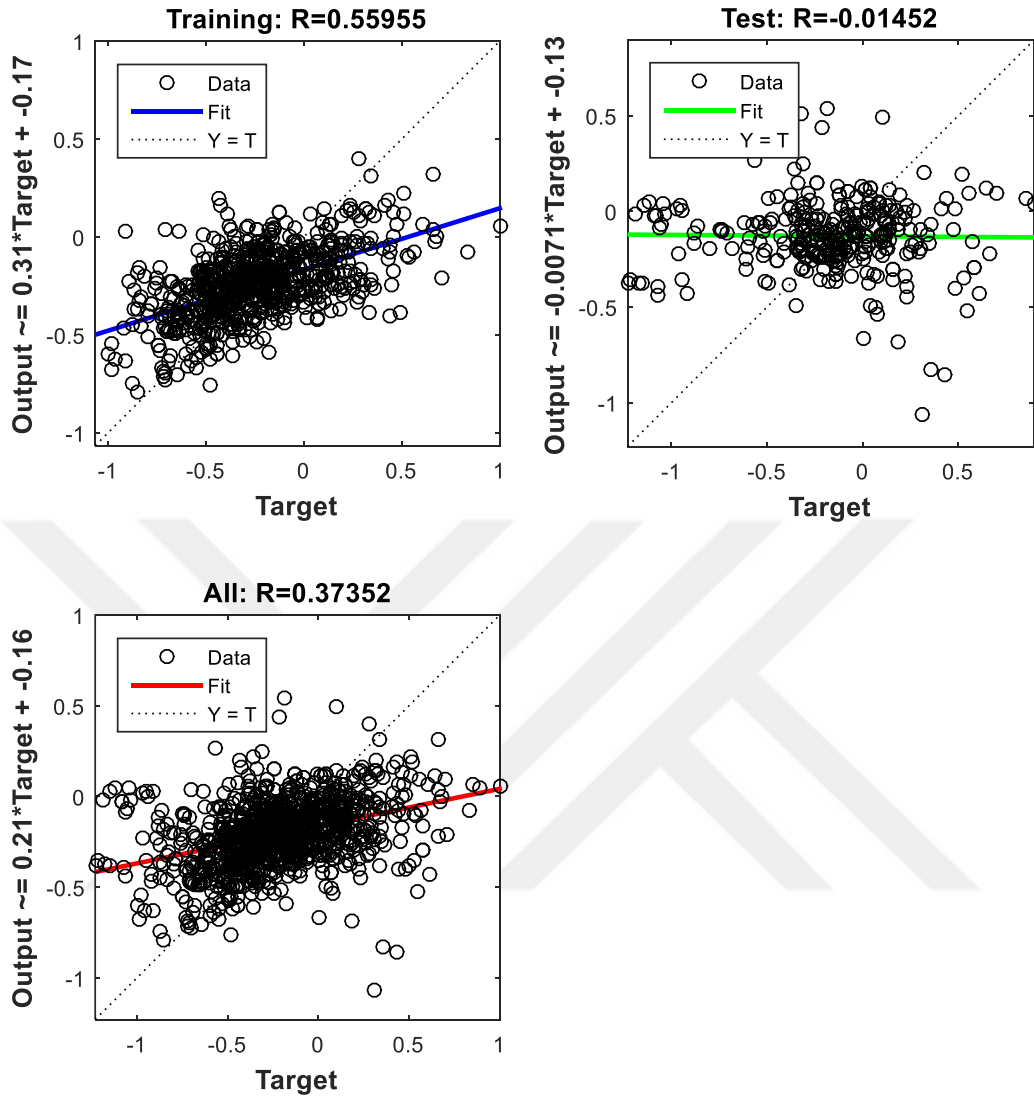
Şekil 4.17. HSPGST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.18'de HSPGST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.18. HSPGST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

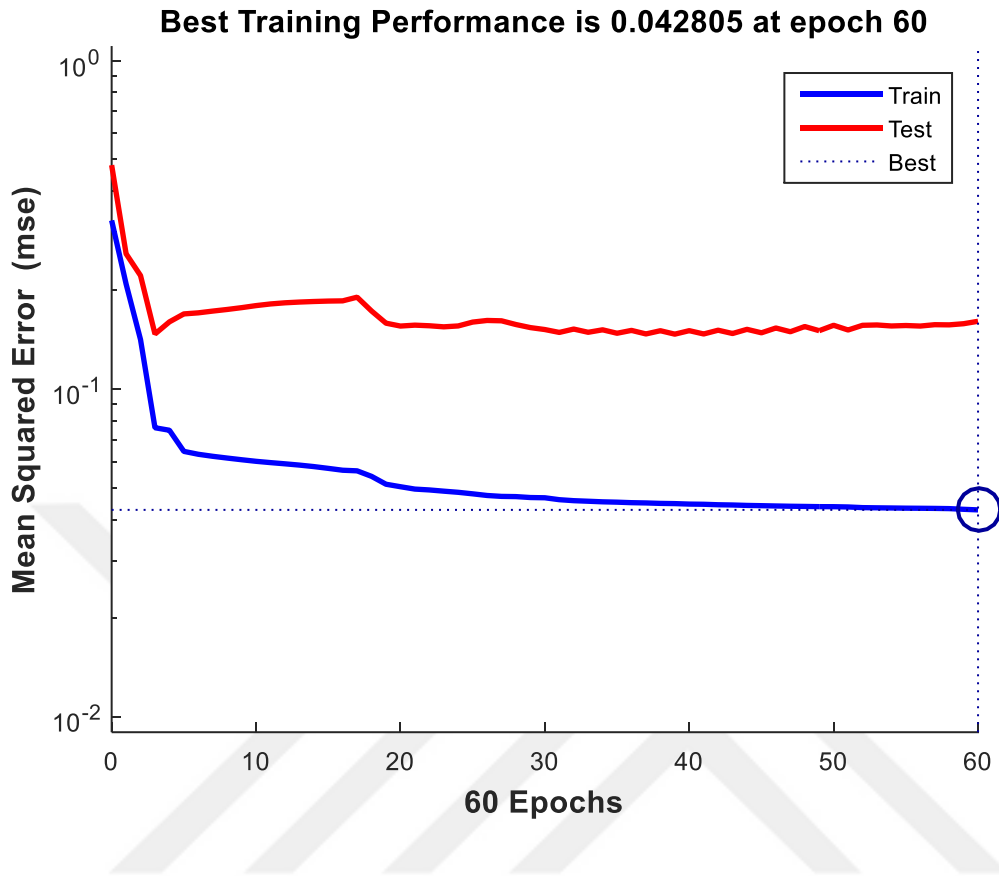
Şekil 4.19’da eğitilen HSPGST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.19’da eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HSPGST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,55955$ test setindeki korelasyon katsayısı $R= -0,01452$ toplamdaki katsayı ise $R=0,37352$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 9,53 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.19. HSPGST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

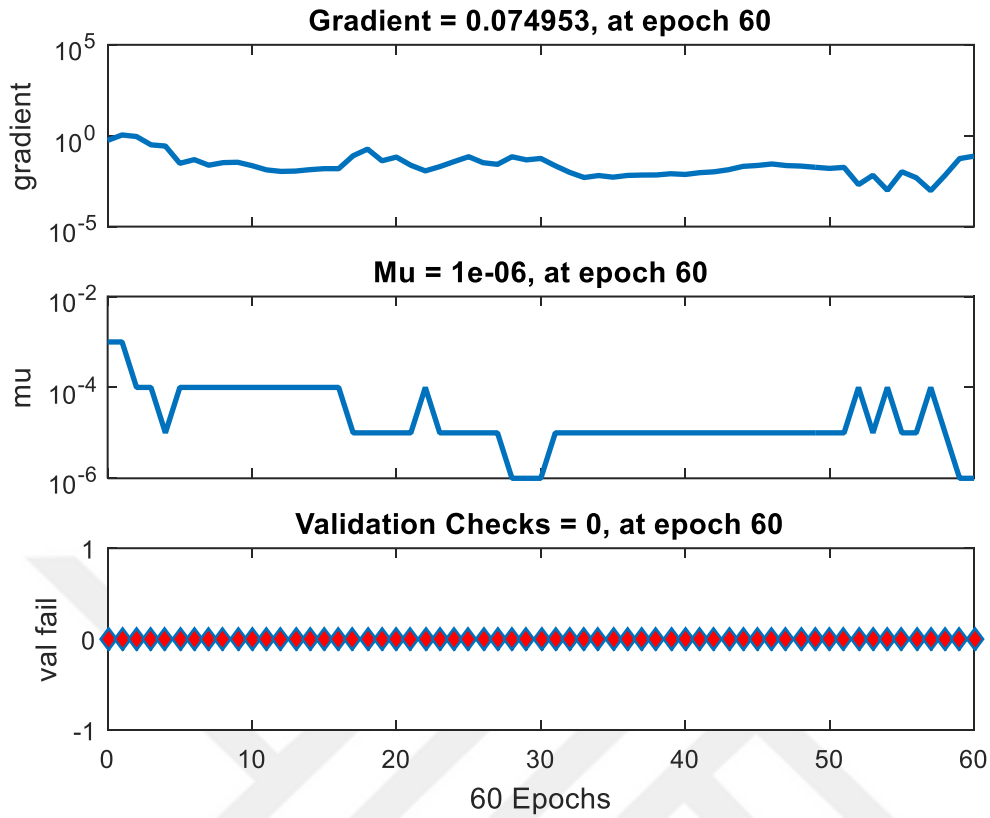
g) HCPGSST MODELİ

Numunelerin havadaki ağırlığı, sıcaklık, penetrasyon, bitüm ağırlığı ve numunelerin sudaki ağırlığı ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.20’de görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HCPGSST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 13205,9 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



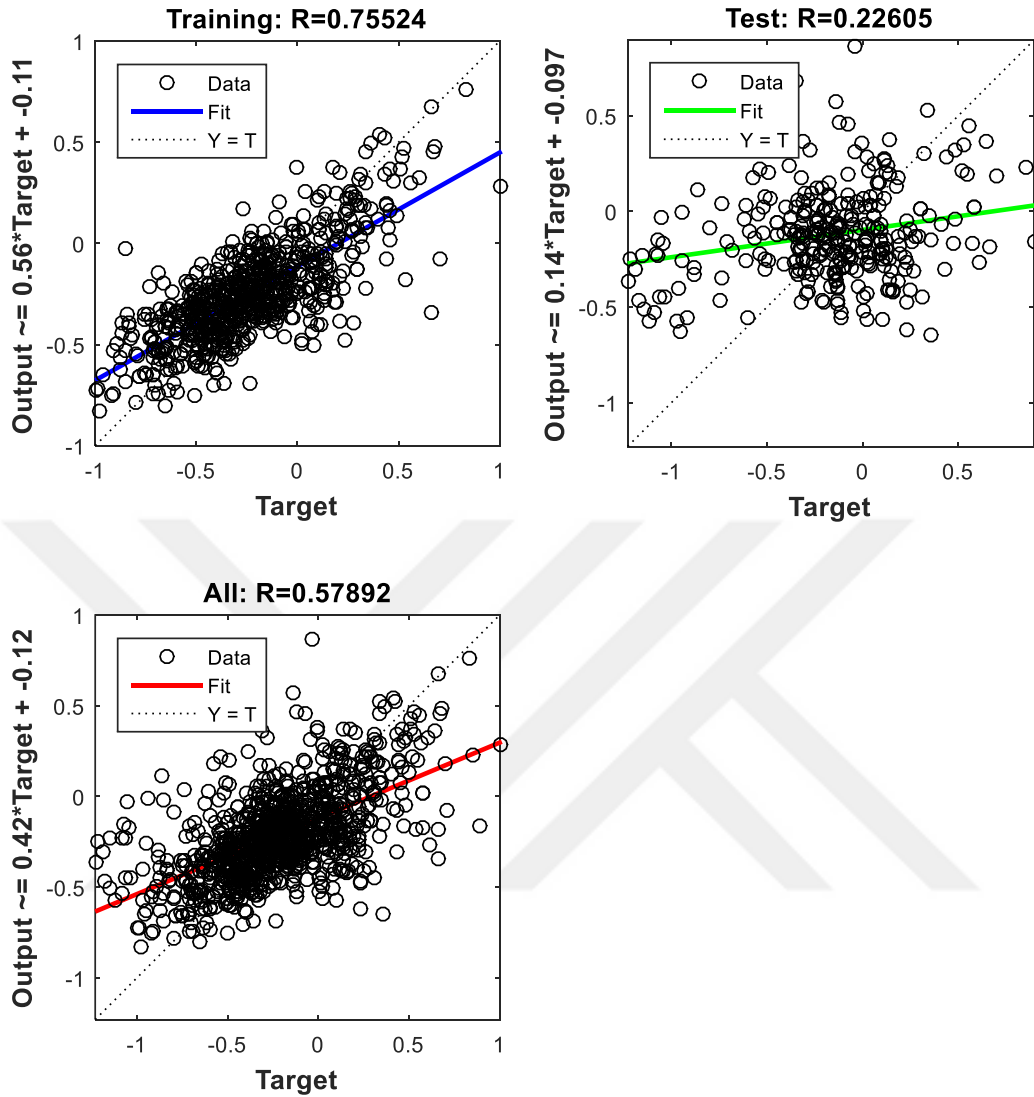
Şekil 4.20. HCPGSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.21’de HCPGSST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.21. HCPGSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

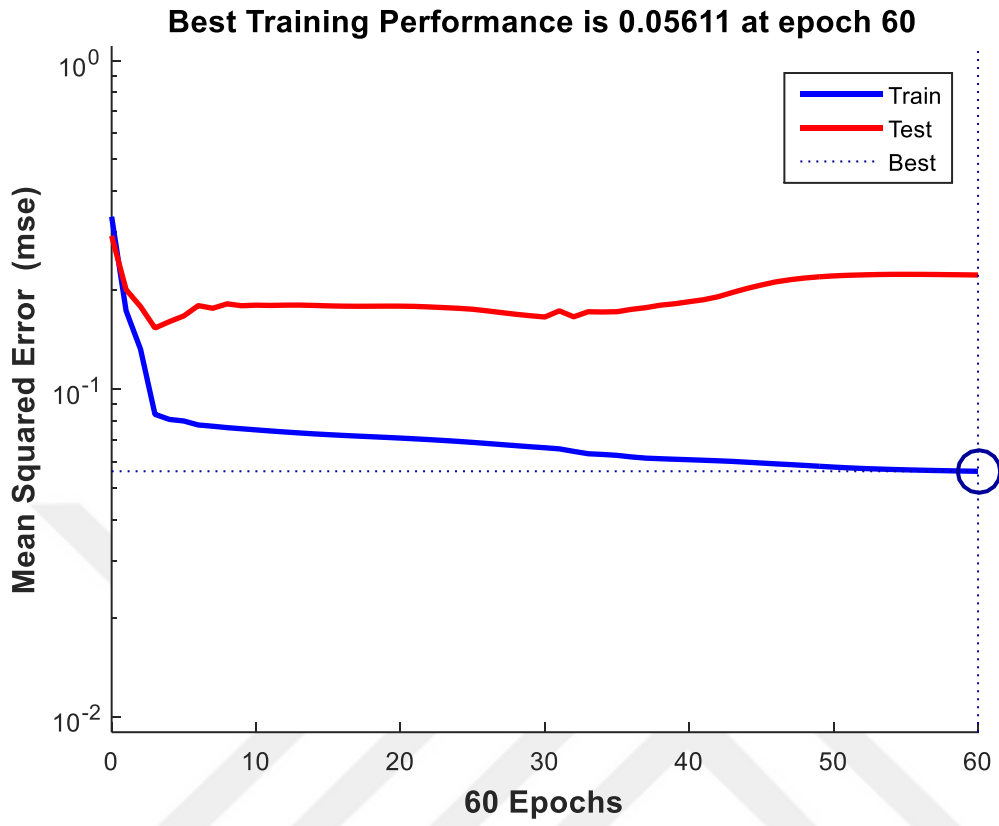
Şekil 4.22’de eğitilen HCPGSST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.22’de eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HCPGSST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,75524$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=0,22605$ toplamdaki katsayı ise $R=0,57892$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 8,53 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.22. HCPGSST modelinin Stabilité değeri için gerçék değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

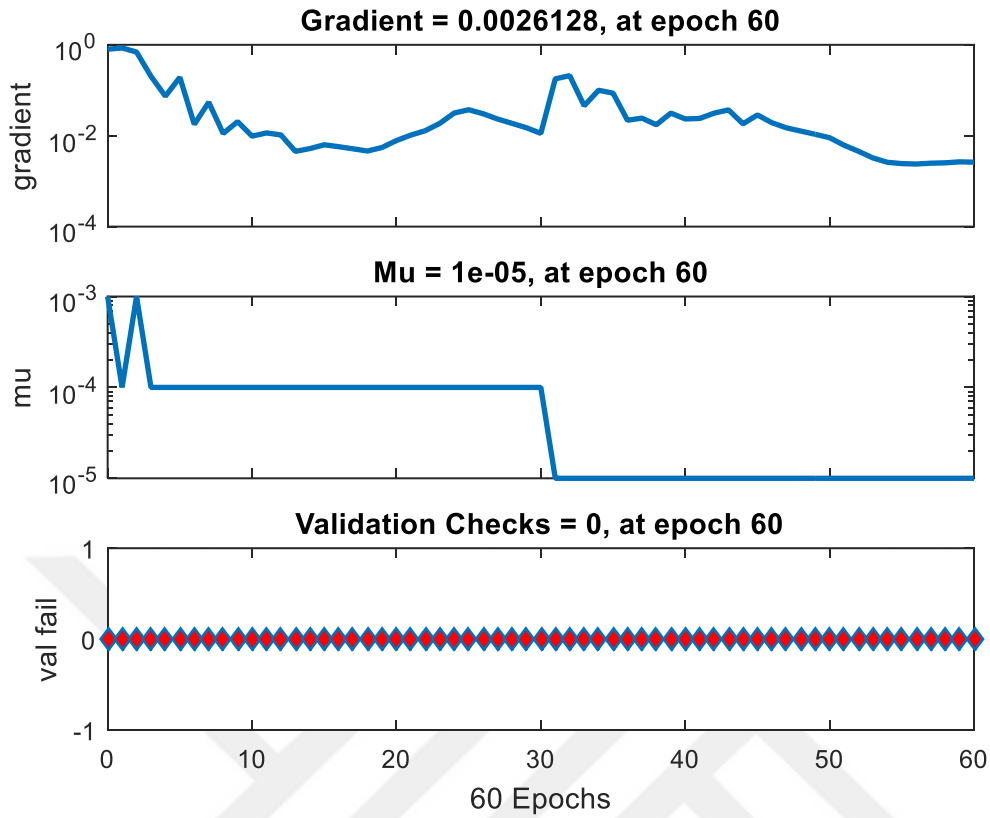
h) HWPSGST MODELİ

Numunelerin havadaki ağırlığı, numune yüzdesi, penetrasyon, numunelerin sudaki ağırlığı, numune ağırlığı ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.23’de görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HWPSGST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 14760,54 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



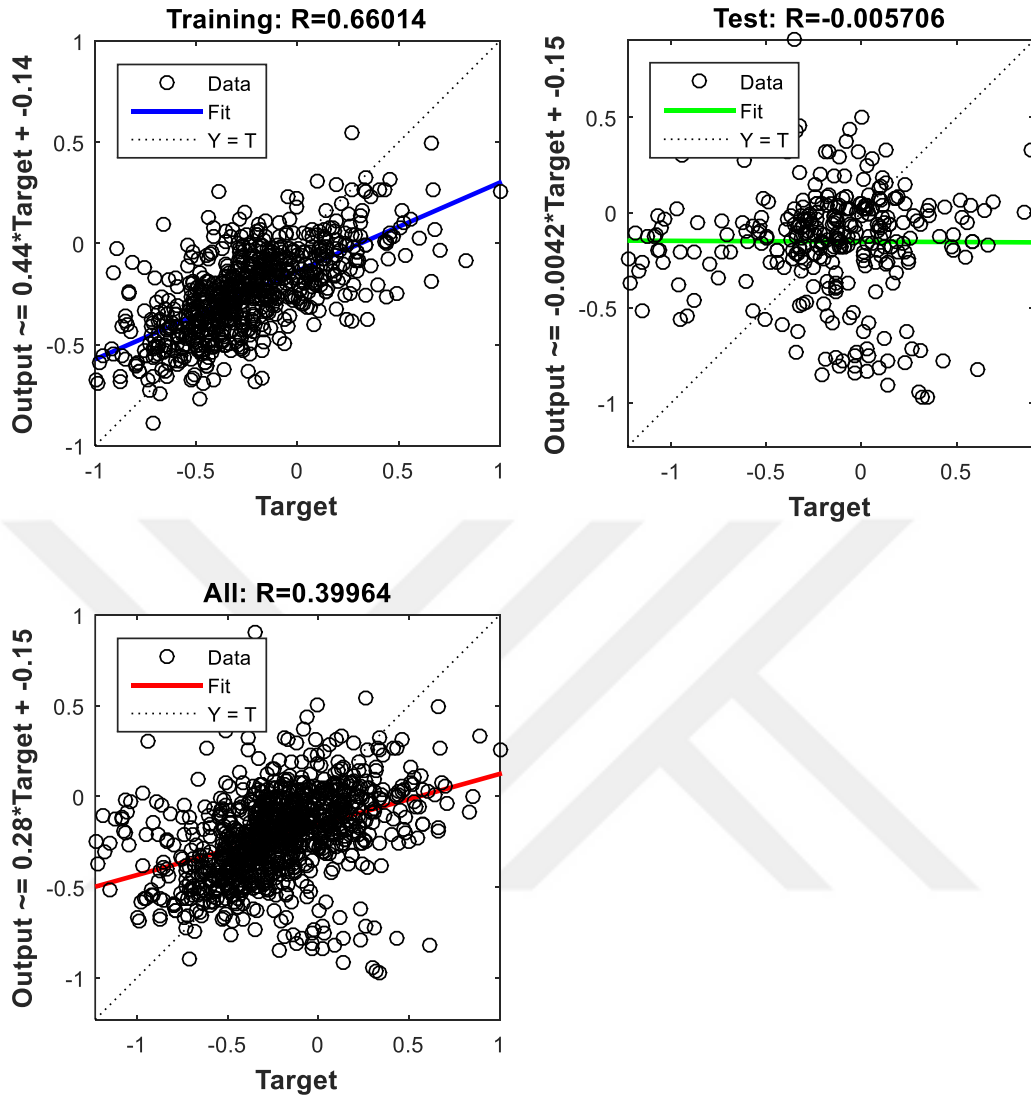
Şekil 4.23. HWPSGST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.24'te HWPSGST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.24. HWPSGST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

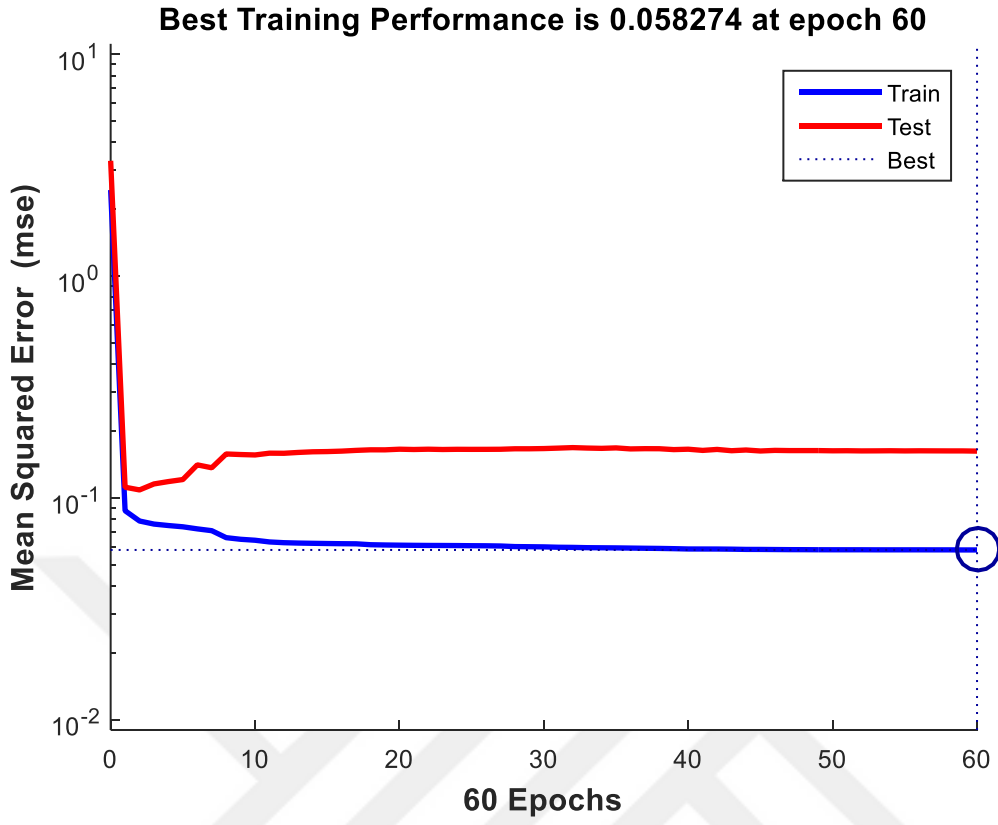
Şekil 4.25'te eğitilen HWPSGST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.25'te eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HWPSGST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,66014$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=-0,005706$ toplamdaki katsayı ise $R=0,39964$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 9,40 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.25. HWPSGST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

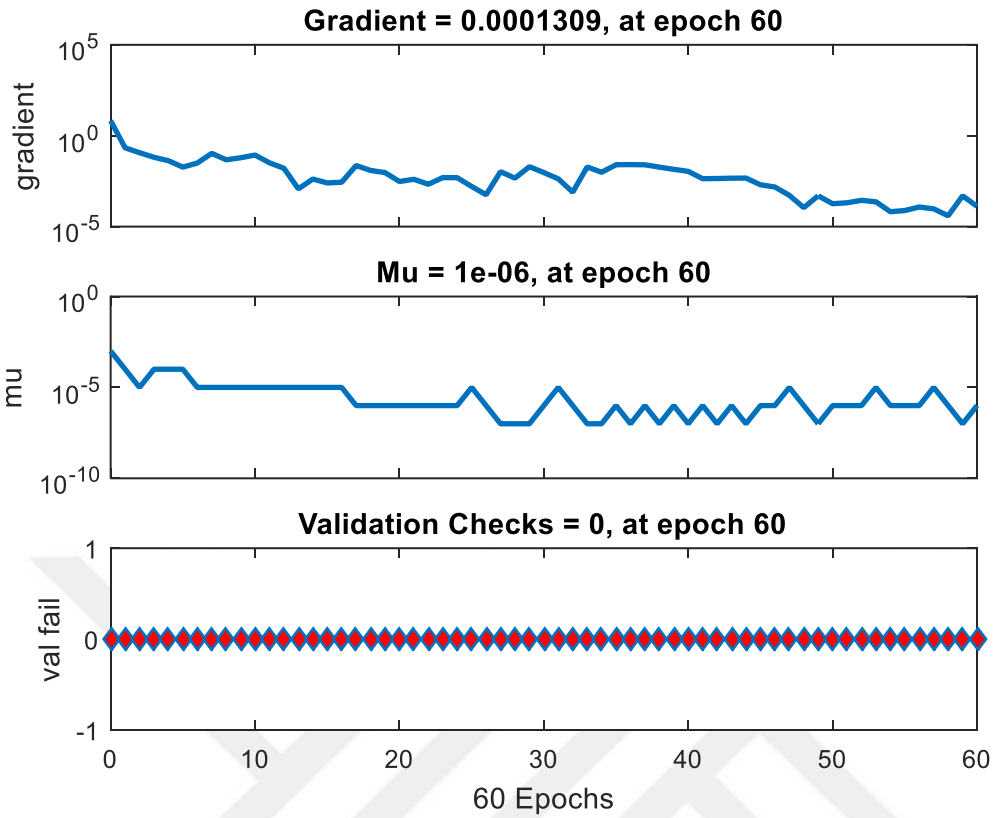
1) HPCGWSST MODELİ

Numunelerin havadaki ağırlığı, penetrasyon, sıcaklık, numune ağırlığı, bitüm yüzdesi ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.26'da görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HPCGWST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 13199,79 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



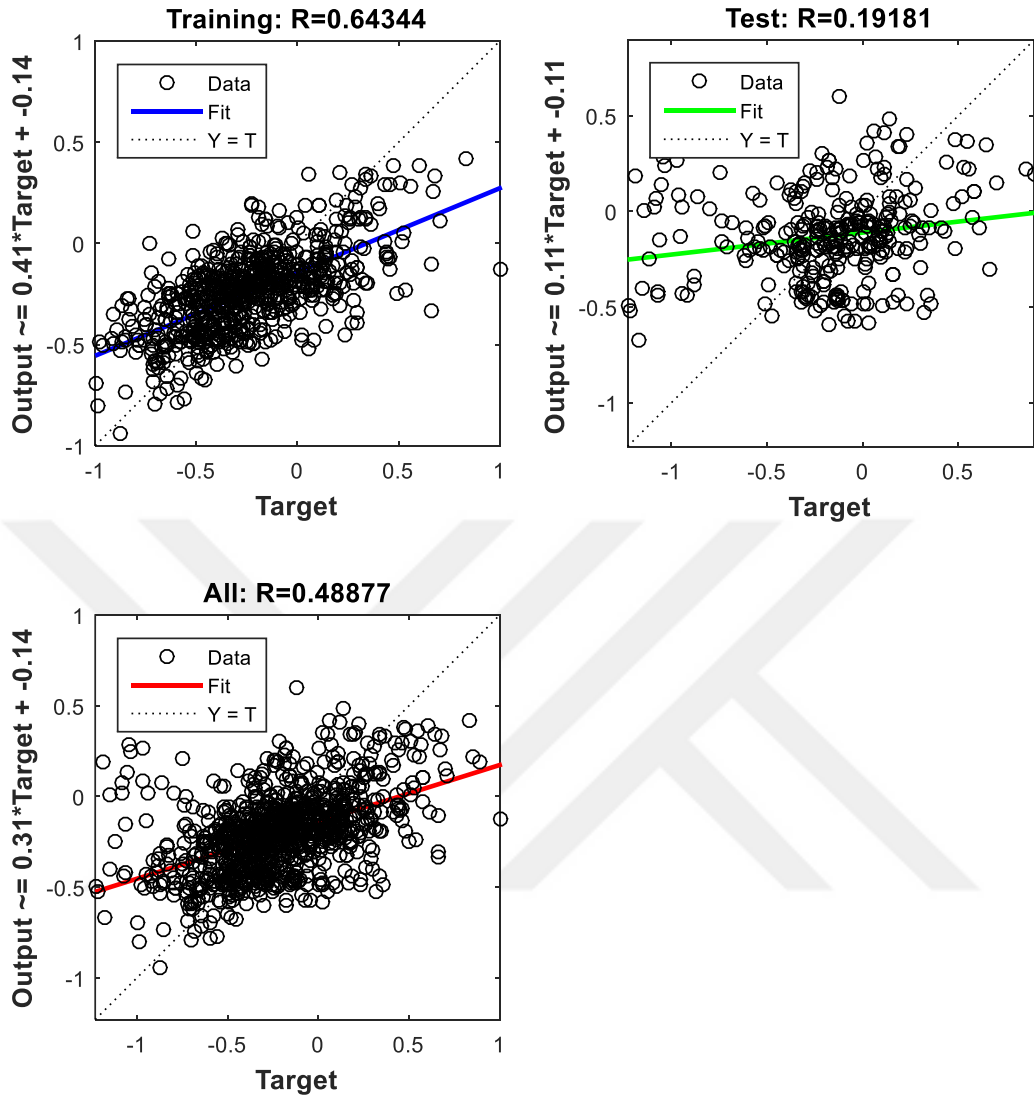
Şekil 4.26. HPCGWSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.27'de HPCGWSST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.27. HPCGWSST modelinin Stabilité değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değışimi

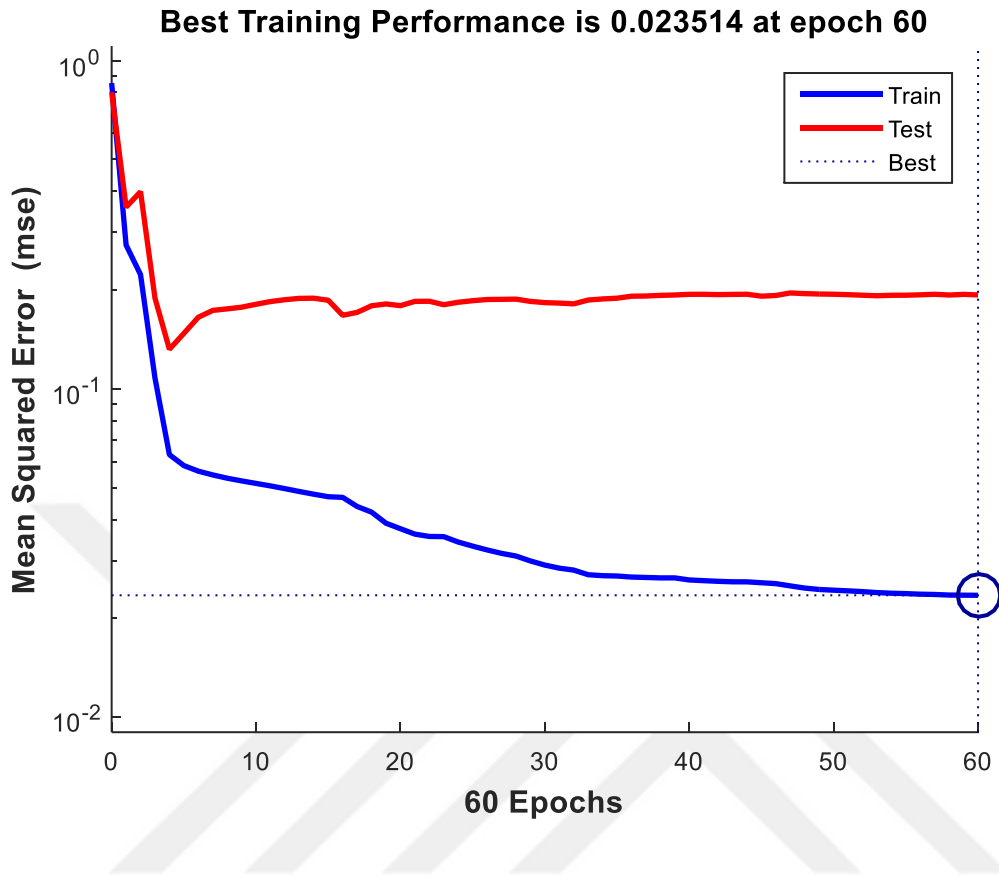
Şekil 4.28’de eğitilen HPCGWSST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görölmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değeriendirilebilmektedir. Şekil 4.28’de eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HPCGWSST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,64344$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=0,19181$ toplamdaki katsayı ise $R=0,48877$ olduğu görölmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 8,97 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.28. HPCGWSST modelinin Stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

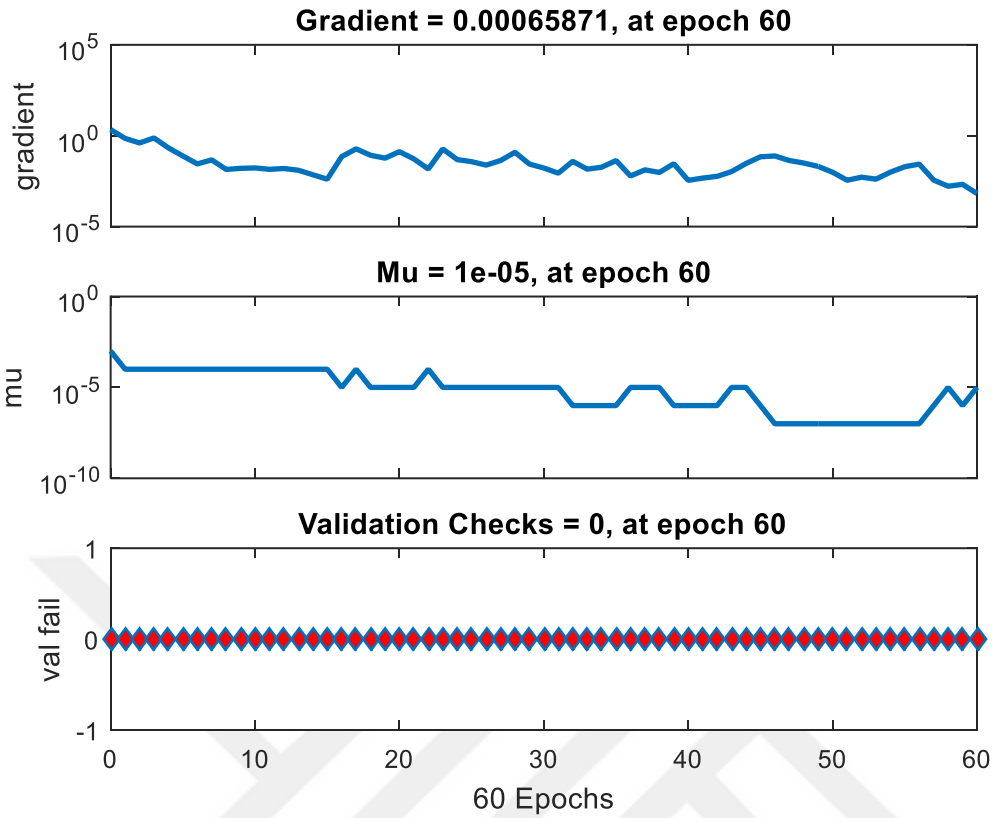
j) HPYCGSST MODELİ

Numunelerin havadaki ağırlığı, penetrasyon, numune yükseklikleri, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numunelerin sudaki ağırlığı ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.29’da görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HPYCGSST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 13676,15 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



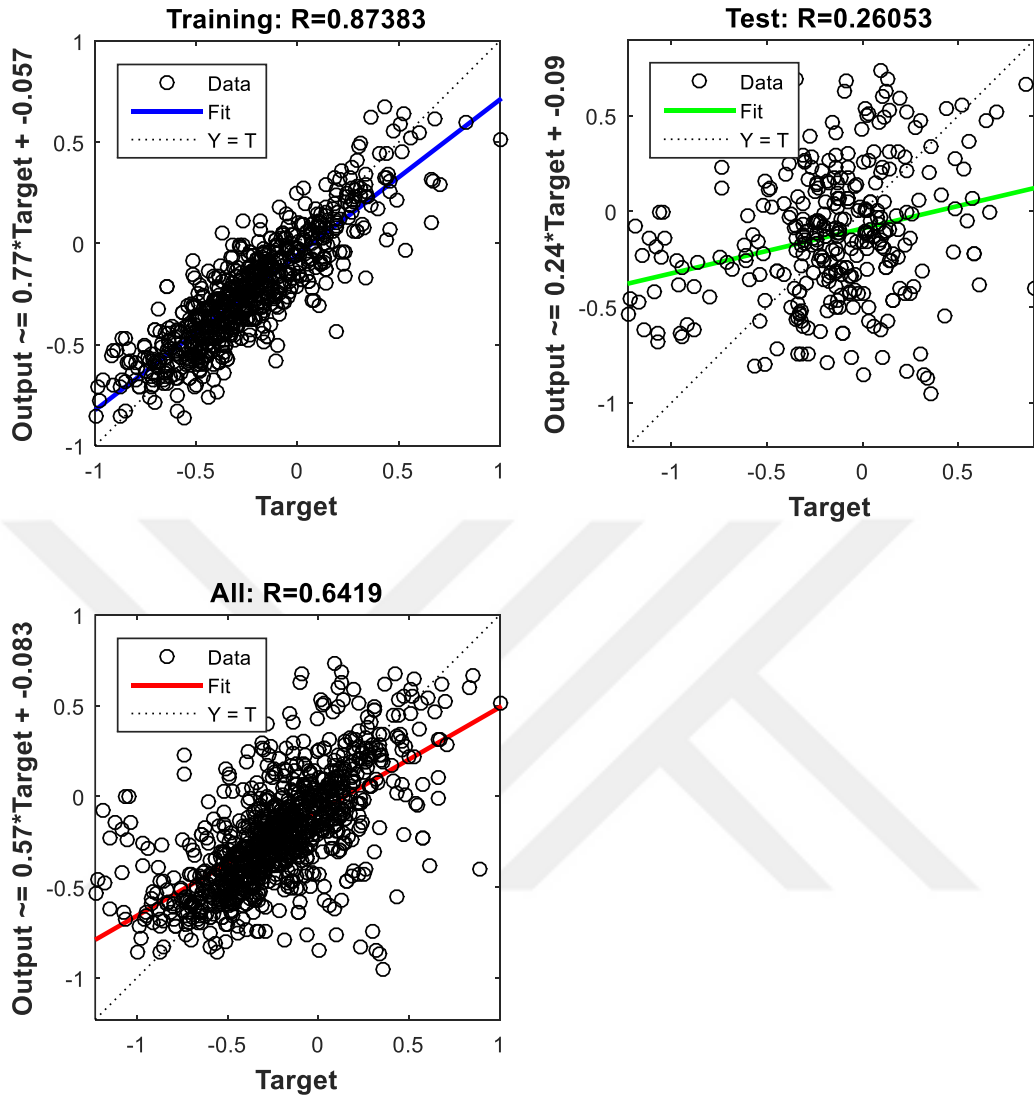
Şekil 4.29. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.30'da HPYCGSST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.30. HPYCGSST modelinin Stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

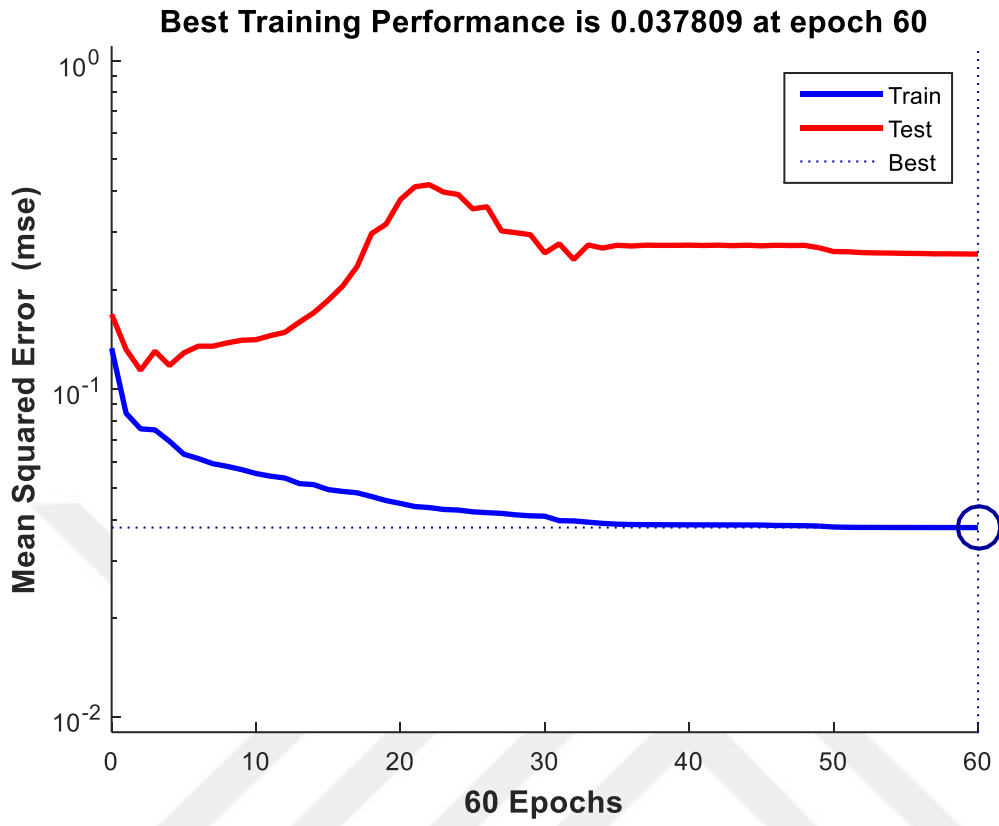
Şekil 4.31’de eğitilen HPYCGSST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.31’de eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HPYCGSST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,87383$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=0,26053$ toplamdaki katsayı ise $R=0,6419$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 8,23 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.31. HPYCGSST modelinin Stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

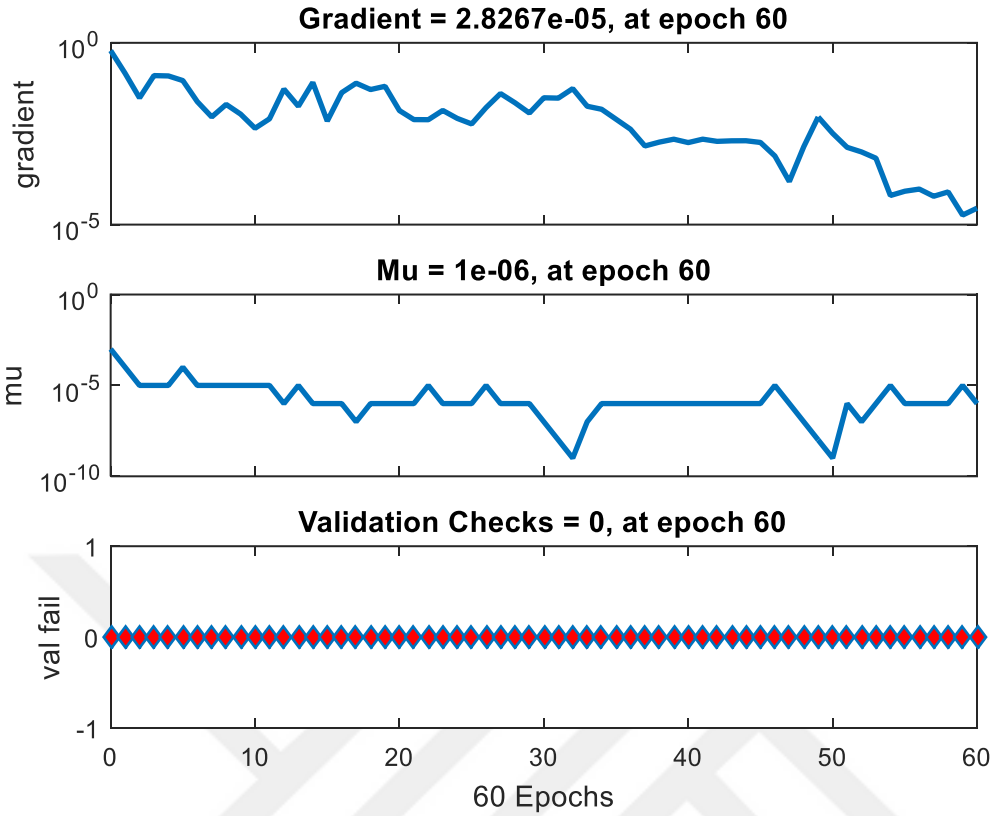
k) HPCGYWSST MODELİ

Havadaki Ağırlık, Bitüm Penetrasyonu, Sıcaklık, Gram, Yükseklik, Bitüm Yüzdesi ve Sudaki Ağırlık ile oluşturulan stabilite tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.32’de görülmektedir. Modellerin performans değerleri kıyası yapılmaktadır. Modellerin performans kıyası yapılırken hataların kareleri ortalaması (HKO) önemli bir ölçüt olmaktadır. HPCGYWSST modelinin eğitim süresince geçerlilik veri setinin HKO değeri 15208,94 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalamasının değeri, matlab programında elde ettiğimiz model tahmin sonuçlarının excell programına aktarılmasıyla hesaplanmaktadır.



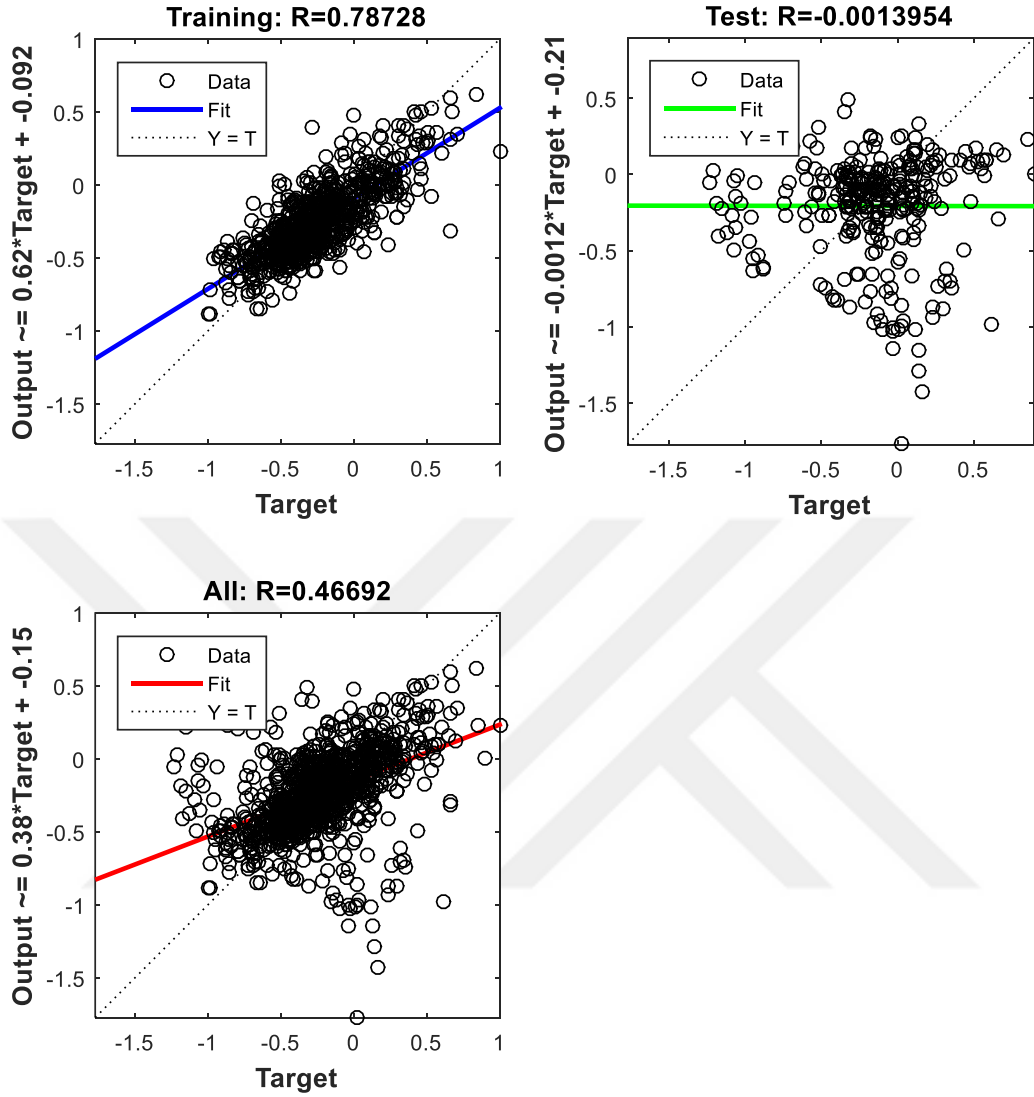
Şekil 4.32. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.33'te HPCGYWSST modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4.33. HPCGYWSST modelinin Stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.34'te eğitilen HPCGYWSST modelinin eğitim ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan veriler ile ulaşmak istediğimiz değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki korelasyon gösterilmektedir. Her veri seti için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmekte ve bu sayede eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Şekil 4.34'te eğitim, test ve toplam olarak korelasyon katsayıları gösterilmektedir. HPCGYWSST modelinin eğitim setinde korelasyon katsayısı $R=0,78728$ test setindeki korelasyon katsayısı $R=-0,0013954$ toplamdaki katsayı ise $R=0,46692$ olduğu görülmektedir. Bu modeldeki yüzde hata değeri 9,03 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4.34. HPCGYWSST modelinin Stabilité değeri için gerçék değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

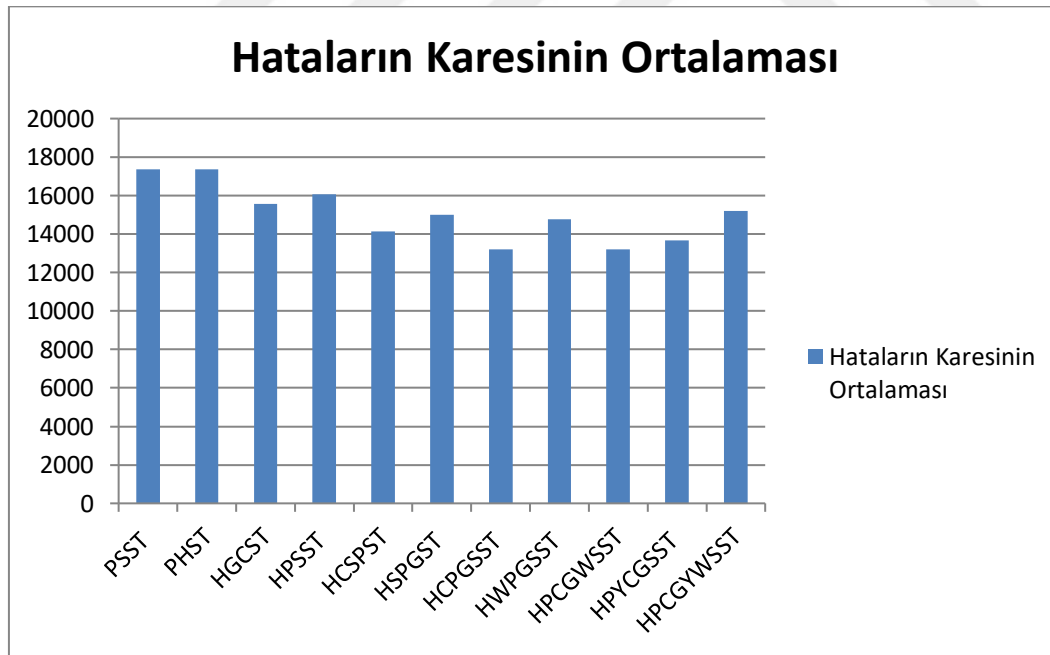
4.2.2 Stabilité Tahmin Modellerinin Sonuç Değerleri

Çalışmamızda oluşturulan modellerle YSA İle stabilité tahminlerinde bulunmaktadır. Çizelge 4.115'te gösterilmektedir. Bu modellerden en iyi tahminde bulunan model belirlenmektedir. Yani performansı en iyi olan model en başarılı model olarak kabul edilmektedir. Performans kıyası ise HKO ile belirlenmektedir. Şekil 4.35'te gösterilmektedir. Modellerin HKO'ları incelendiğinde en iyi performansı veren model HPCGWSST olarak belirlenmektedir.

Çizelge 4.115. Stabilité tahmin modellerinin sonuç değerleri

MODELLER	Korelasyon Katsayısı	Yüzde Hata	Hataların Karesinin Ortalaması
PSST	0,37568	10,31	17378,31
PHST	0,42387	10,20	17345,96
HGCST	0,52243	9,84	15549,44
HPSST	0,42133	9,78	16071,22
HCSPST	0,53089	9,06	14149,48
HSPGST	0,37352	9,53	15009,81
HCPGSST	0,57892	8,53	13205,90
HWPGSST	0,39964	9,40	14760,54
HPCGWSST	0,48877	8,97	13199,79
HPYCGSST	0,64190	8,23	13676,15
HPCGYWSST	0,46692	9,03	15208,94

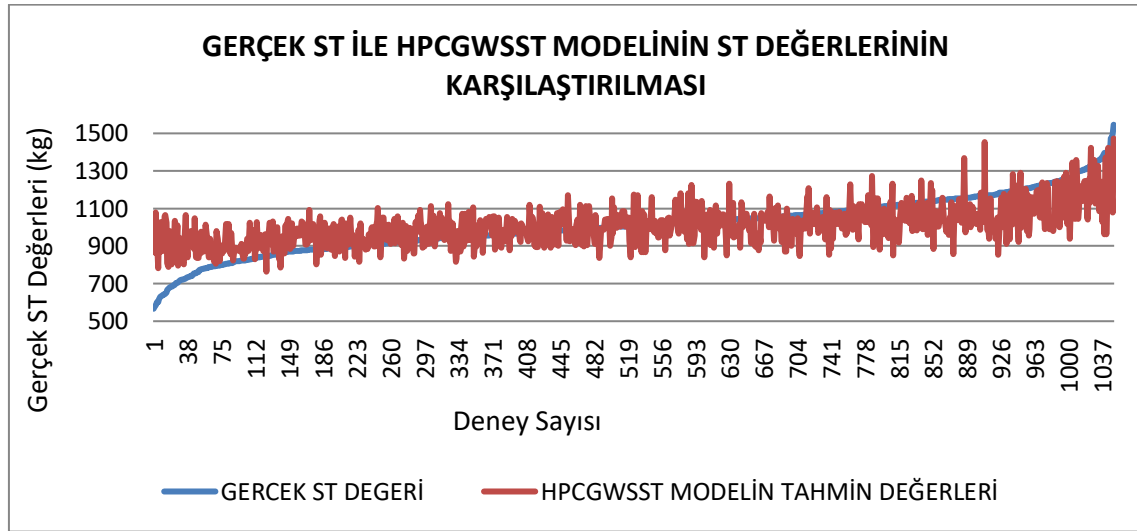
HPCGWSST modelinin yüzde hata değeri 8,97 olarak belirlenmektedir. Korelasyon katsayısı 0,48877 olduğu görülmektedir. Hataların karesinin ortalaması 13199,79 dur.



Şekil 4.35. YSA tekniği ile oluşturulan modellerin HKO değerleri

4.2.3 HPCGWSST Modelinin ST Tahmin Değerlerinin Gerçek ST Değerleri ile Karşılaştırılması

Numunenin havadaki ağırlığı, penetrasyon, sıcaklık, bitümün ağırlığı, bitüm yüzdesi ve numunenin sudaki ağırlığı bağımsız değişkenleriyle oluşturulan model tüm modeller arasında en düşük HKO değerine sahip olan modeldir. HPCGWSST modelinin ST tahmin değerleri ile gerçek ST değerleri arasındaki kıyaslama grafiği Şekil 4.36'da verilmektedir.



Şekil 4.36. Gerçek ST ile HPCGWSST modelinin ST değerlerinin karşılaştırılması

4.3. YSA ile Rastgele Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan Stabilite Modelleri

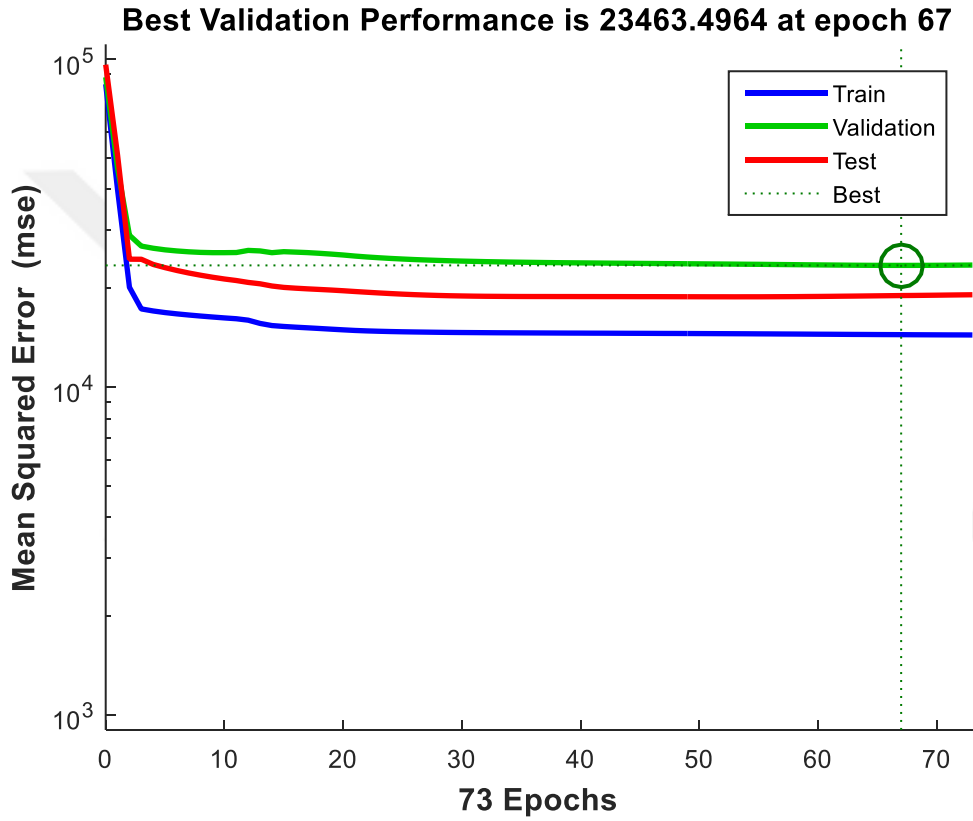
Bu bölümde modeller oluşturulurken train ve teste ek olarak Validation da kullanılmaktadır. Veri seti üç bölüme ayrılmaktadır. Train veri seti bölümünde modellerin eğitimi yapılmakta olup şekillenmektedir. Validation sürecinde ortaya çıkabilecek tahmin bozukluklarının düzeltilme sürecine geçilmektedir. Hatalar normalize edildikten sonra test veri seti bölümünde test edilmektedir. Hata değerleri kontrol edilmektedir.

4.3.1. Rastgele Veri Seti ile Oluşturulan Stabilite Analizleri

a) PSST MODELİ

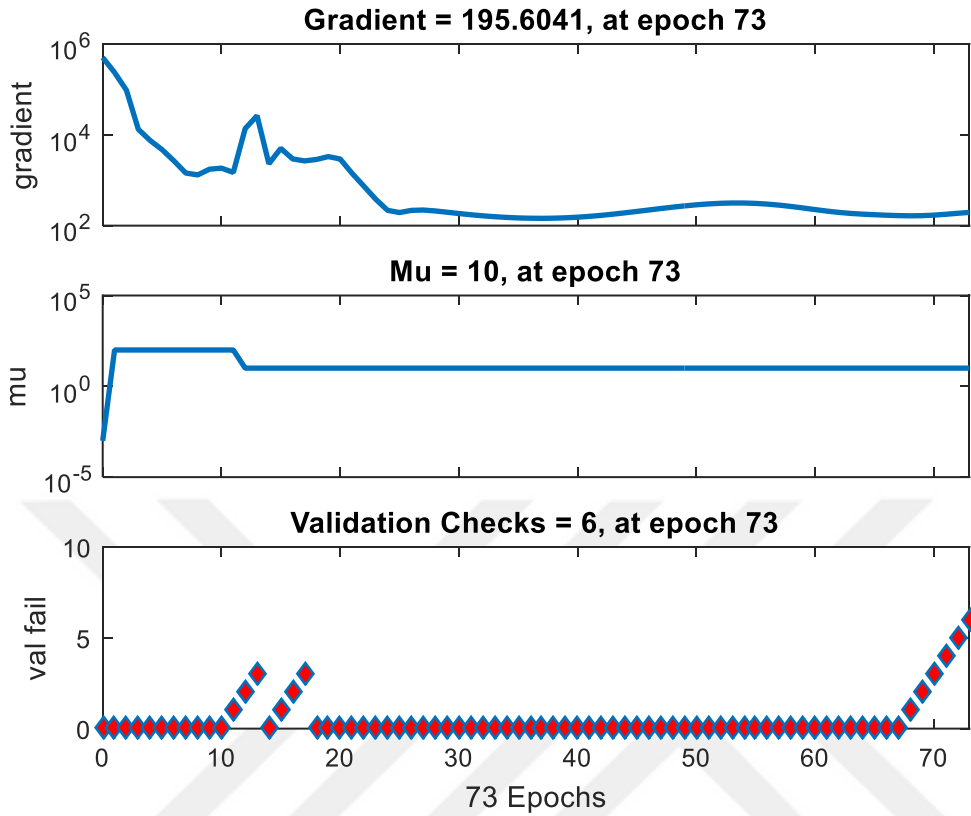
Penetrasyon ve numunenin sudaki ağırlığı bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.37'de bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kıstas olarak

alınmaktadır. PSST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 23463,4964 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından ezberleme aşamasına geçiş yaparken model devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



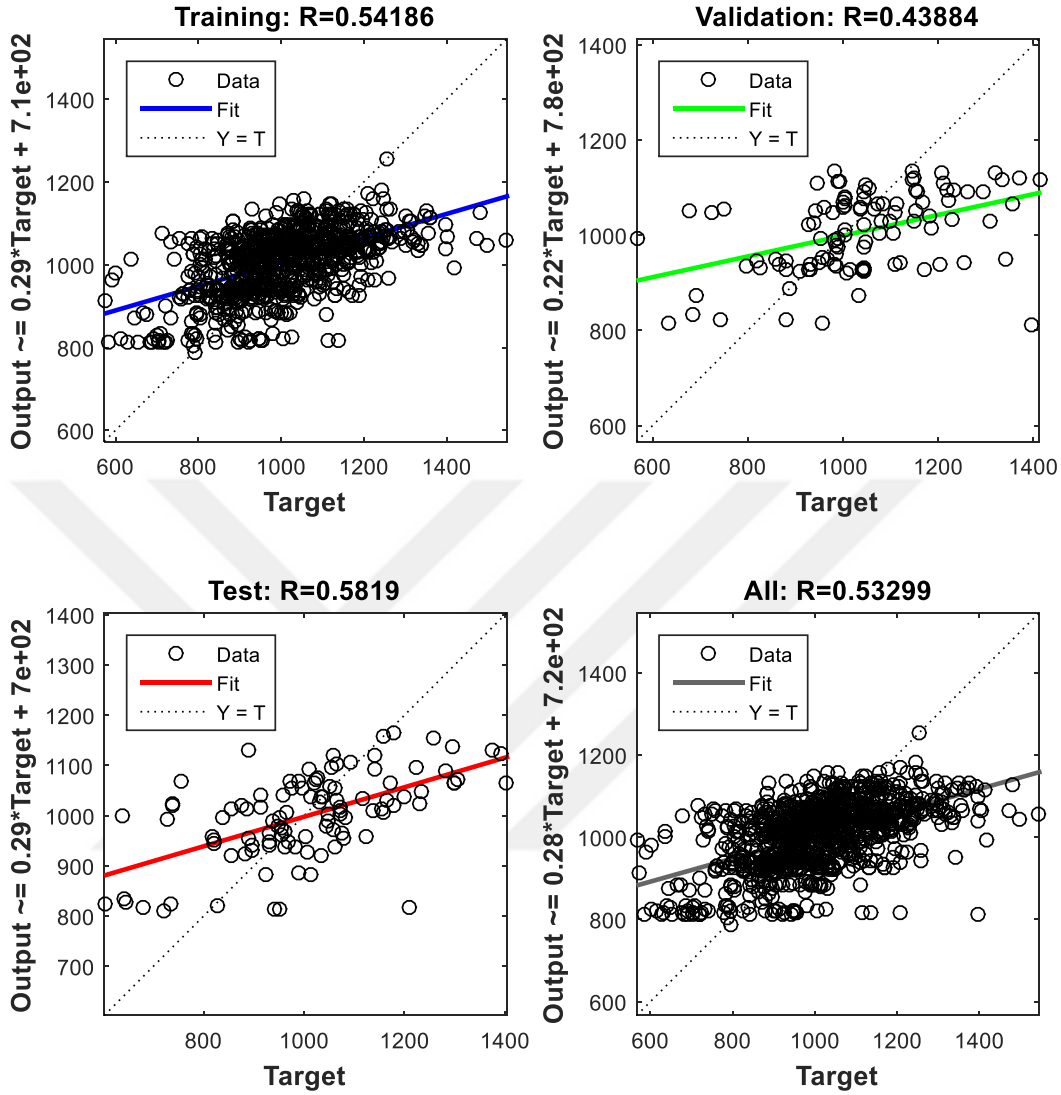
Şekil 4.37. PSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.38’de PSST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.38’in üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 73 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.38. PSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.39’da eğitilmiş olan PSST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilgileşimin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Test bölümünde YSA’ nın tam olarak istenilen eğitimi alamadığı görülmektedir. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,53299 değerinde çıktığı görülmektedir.

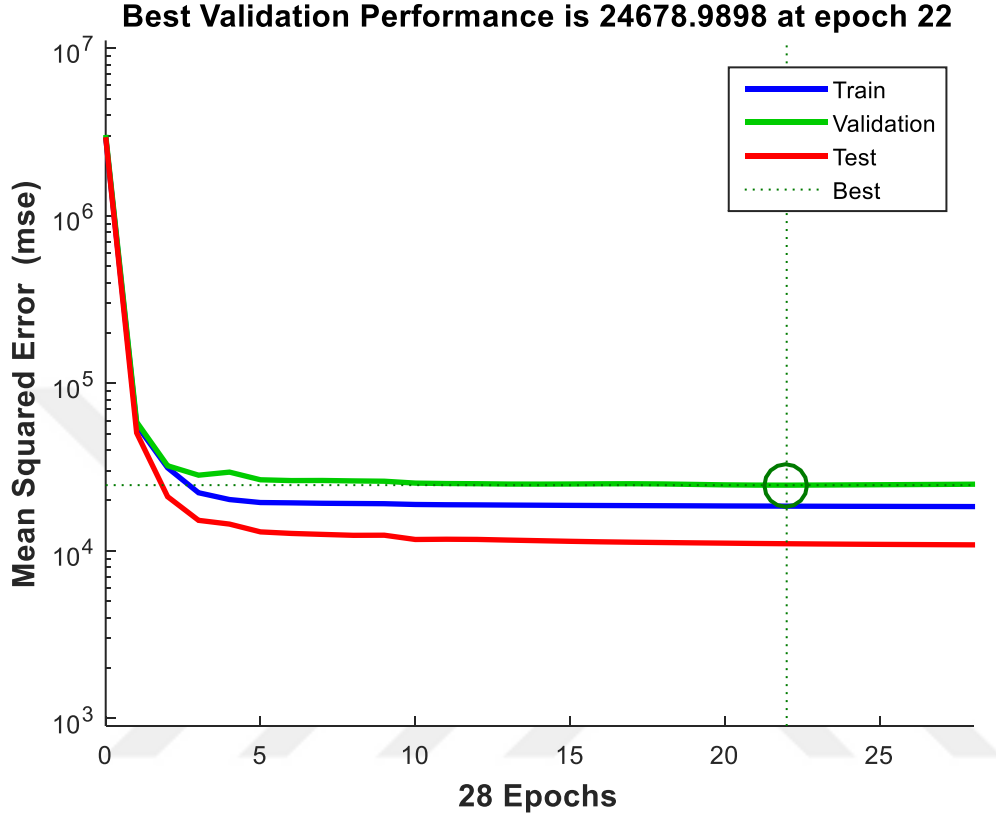


Şekil 4.39. PSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

b) PHST MODELİ

Penetrasyon ve numunenin havadaki ağırlığı bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.40'ta bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kıstas olarak alınmaktadır. PHST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 24678,9898 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından ezberleme aşamasına

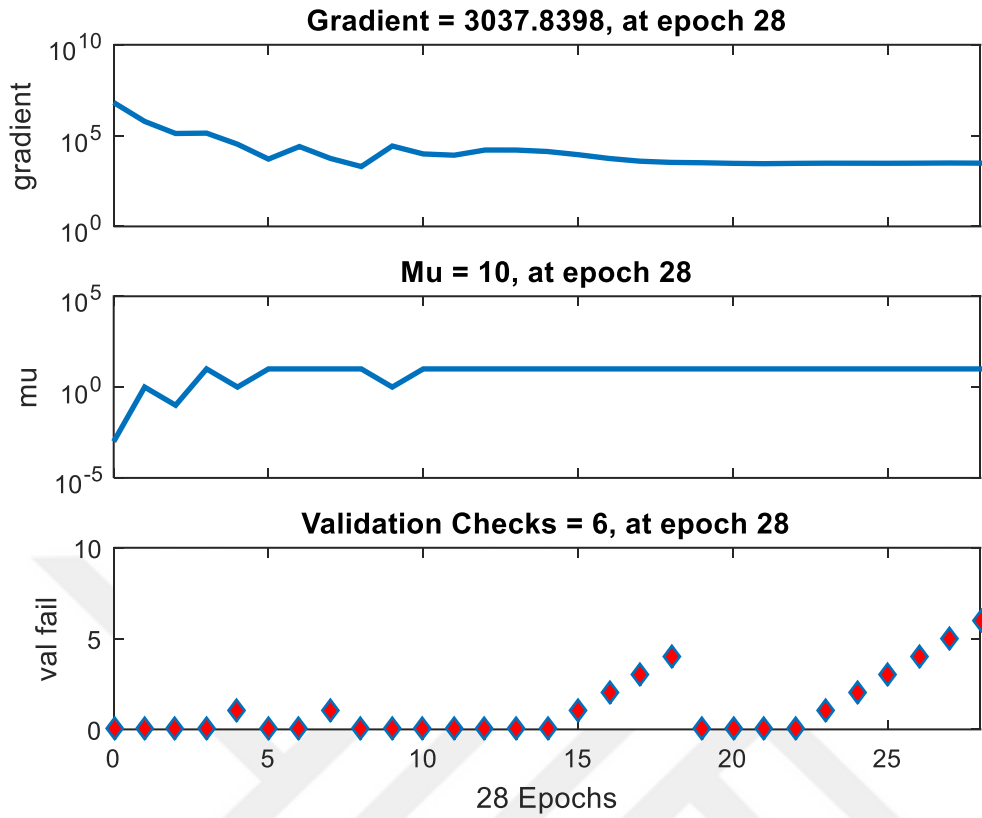
geçiş yaparken model devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



Şekil 4.40. PHST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

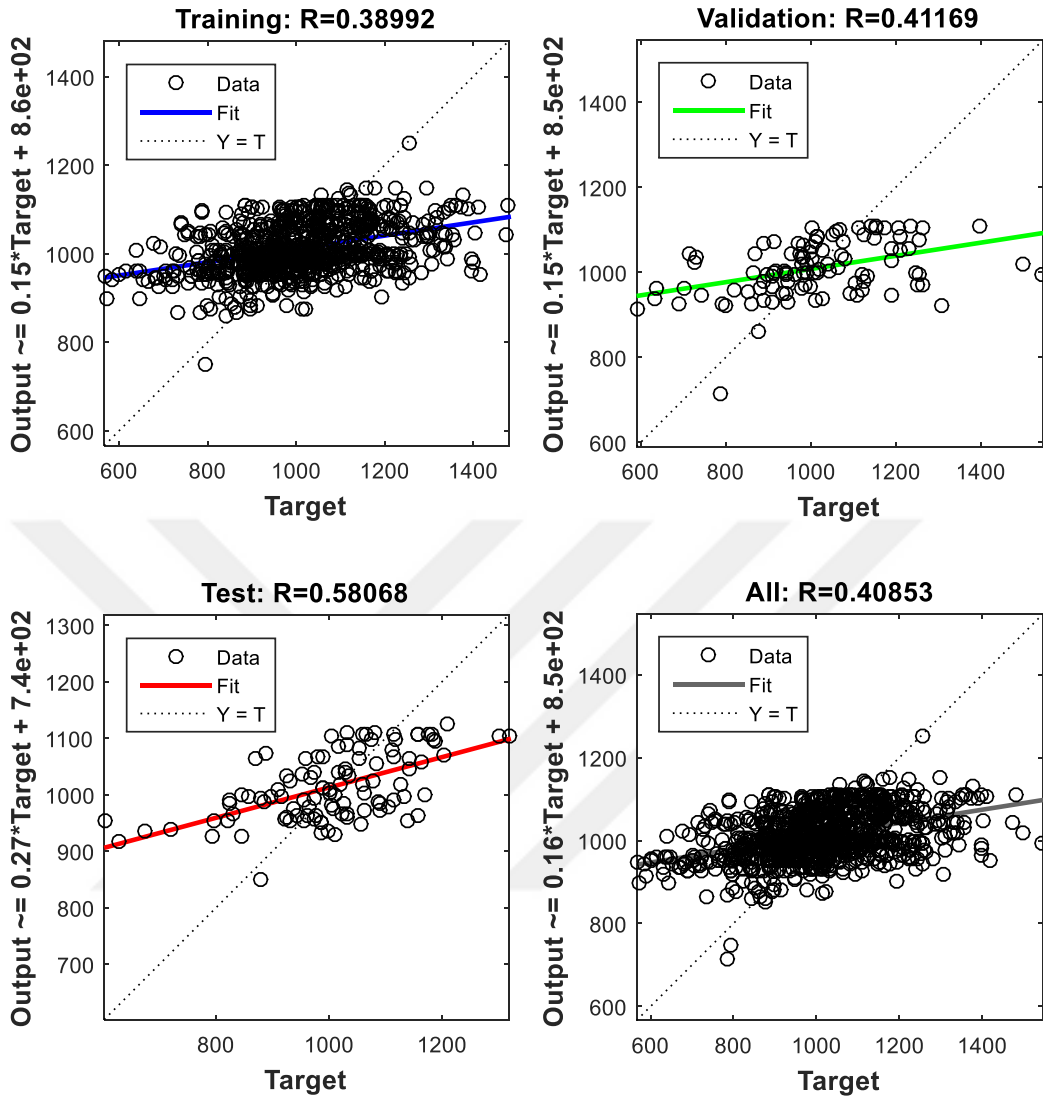
Şekil 4.41’de PHST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir.

Şekil 4.41’in üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 28 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.41. PHST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.42’de eğitilmiş olan PHST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilişiminin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Test bölümünde YSA’nın tam olarak istenilen eğitimi alamadığı görülmektedir. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,40853 değerinde çıktığı görülmektedir.

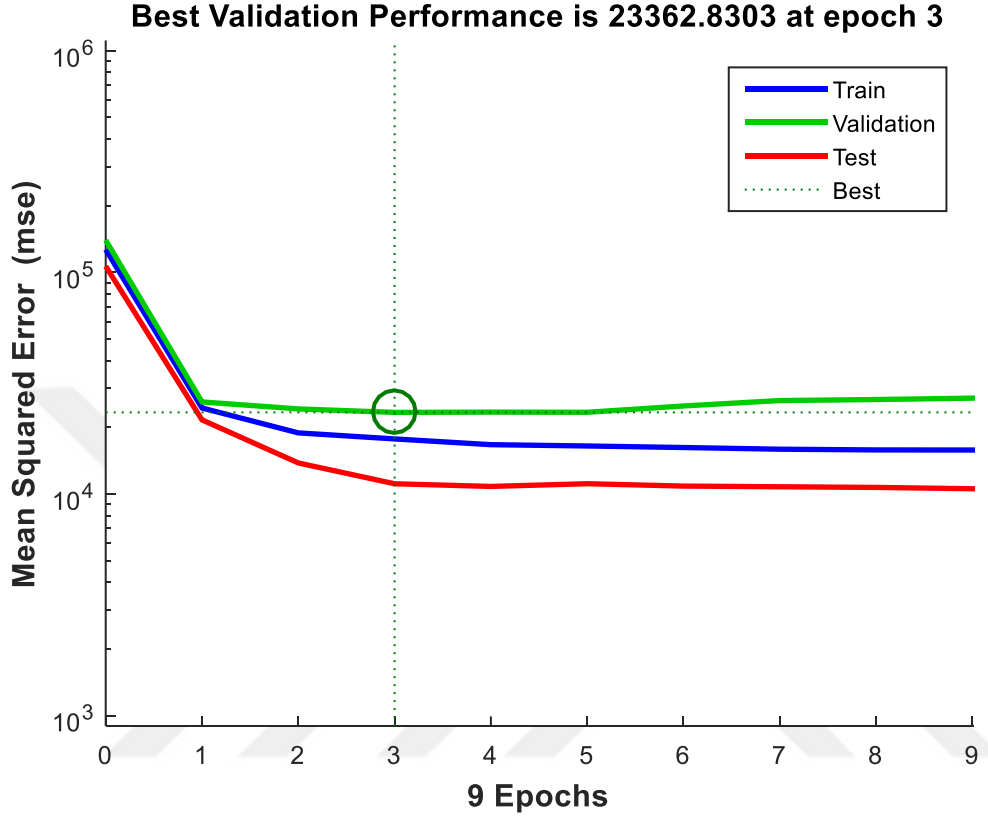


Şekil 4.42. PHST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

c) HGCST MODELİ

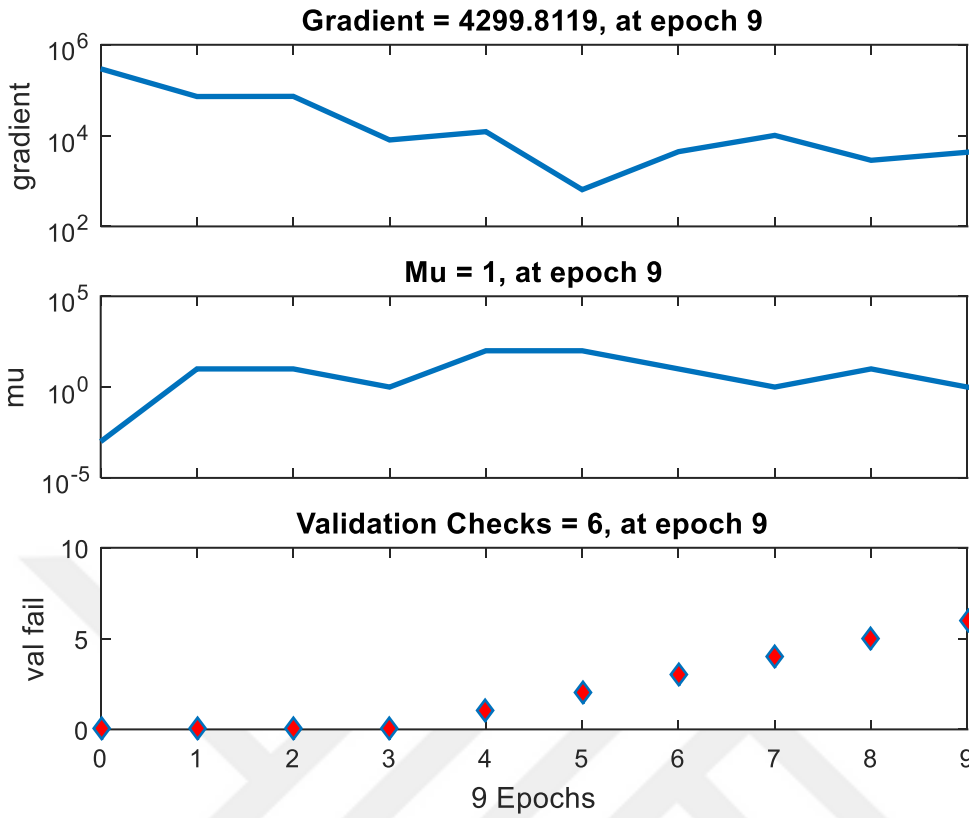
Numunenin havadaki ağırlığı, bitüm ağırlığı, sıcaklık, bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.43'te bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kıstas olarak alınmaktadır. HGCST modelinin hataların karesinin ortalamasının değeri 23362,8303 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından ezberleme aşamasına

geçiş yaparken model devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



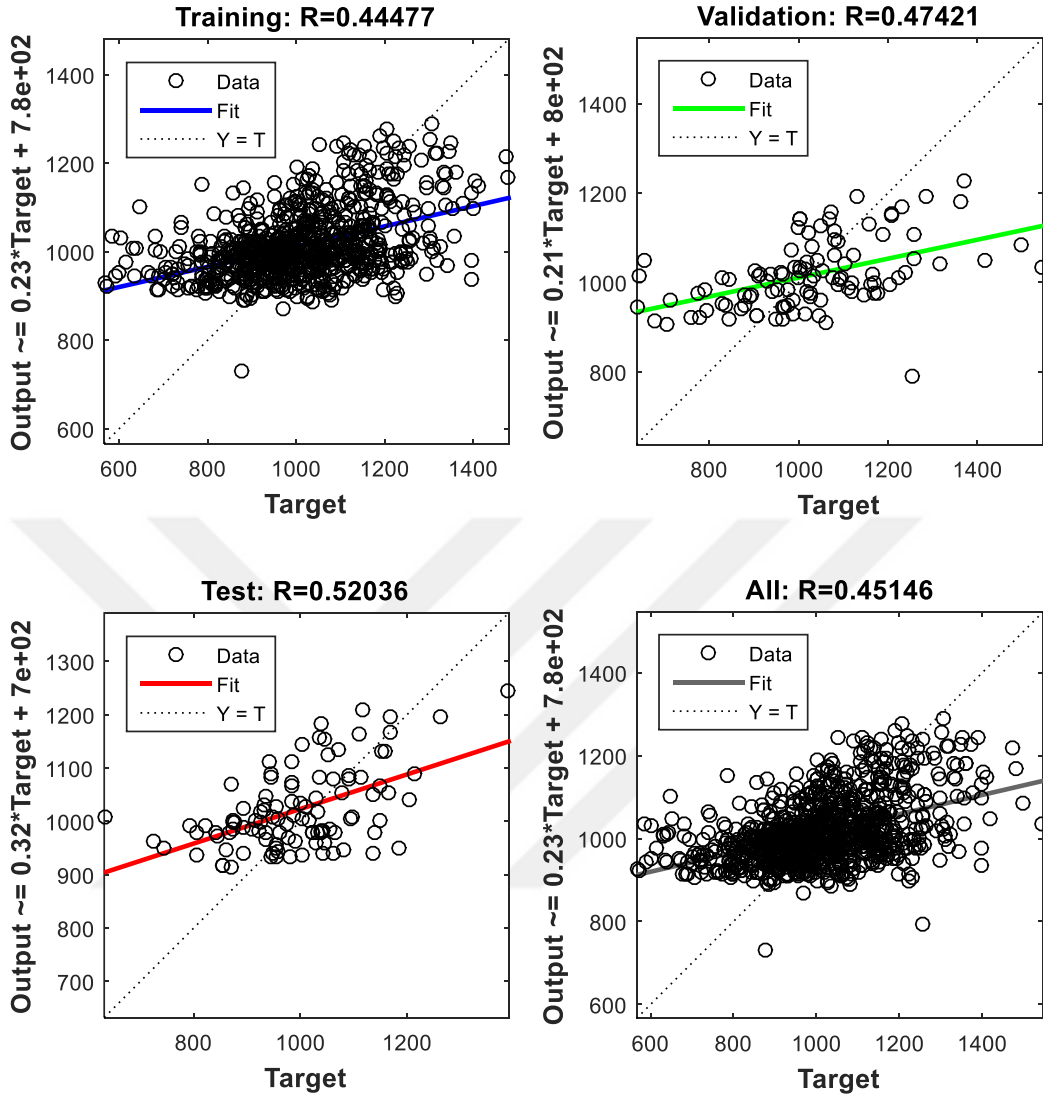
Şekil 4.43. HGCST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.44'te HGCST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.44'ün üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 9 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir



Şekil 4.44. HGCST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.45'te eğitilmiş olan HGCST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilişiminin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,45146 değerinde çıktığı görülmektedir.

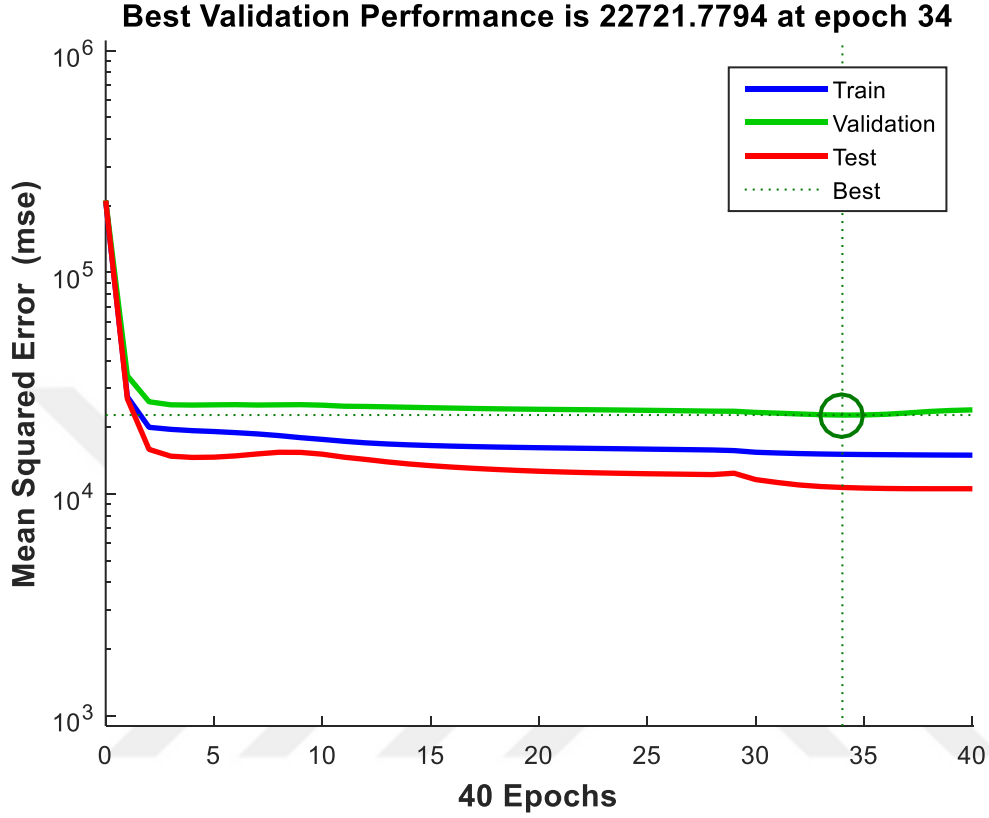


Şekil 4.45. HGCST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

d) HPSST MODELİ

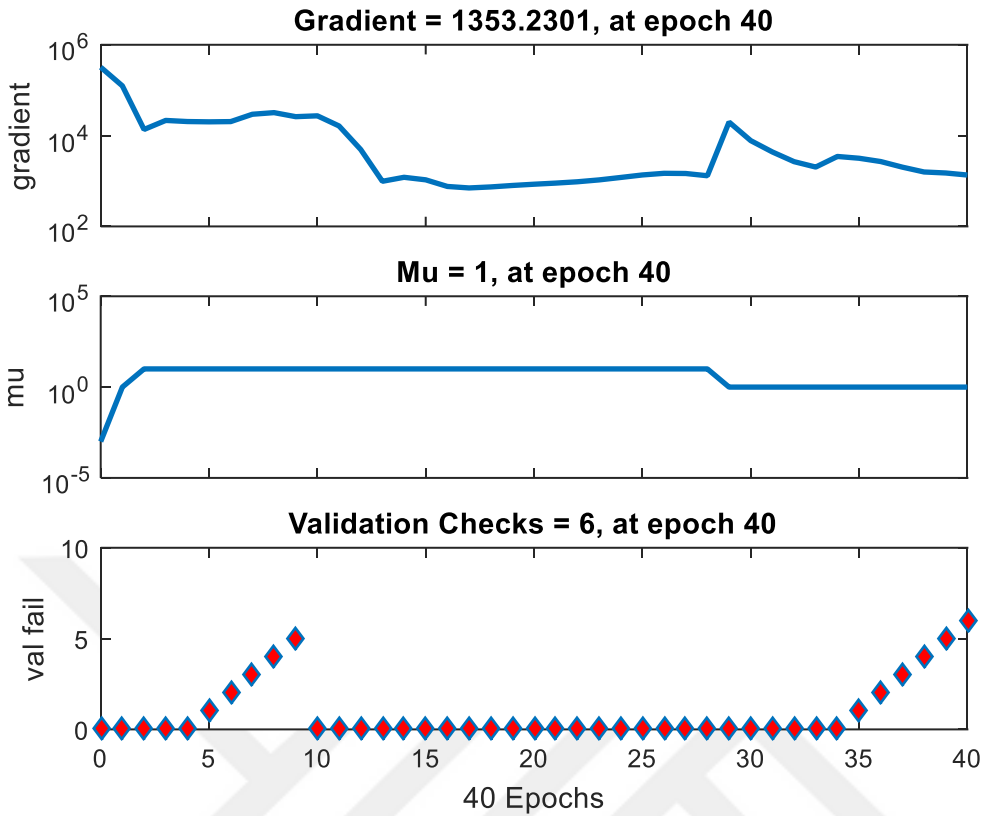
Numunenin havadaki ağırlığı, penetrasyon, numunenin sudaki ağırlığı bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.46'da bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kıstas olarak alınmaktadır. HPSST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 22721,7794 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından ezberleme

aşamasına geçiş yaparken model devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



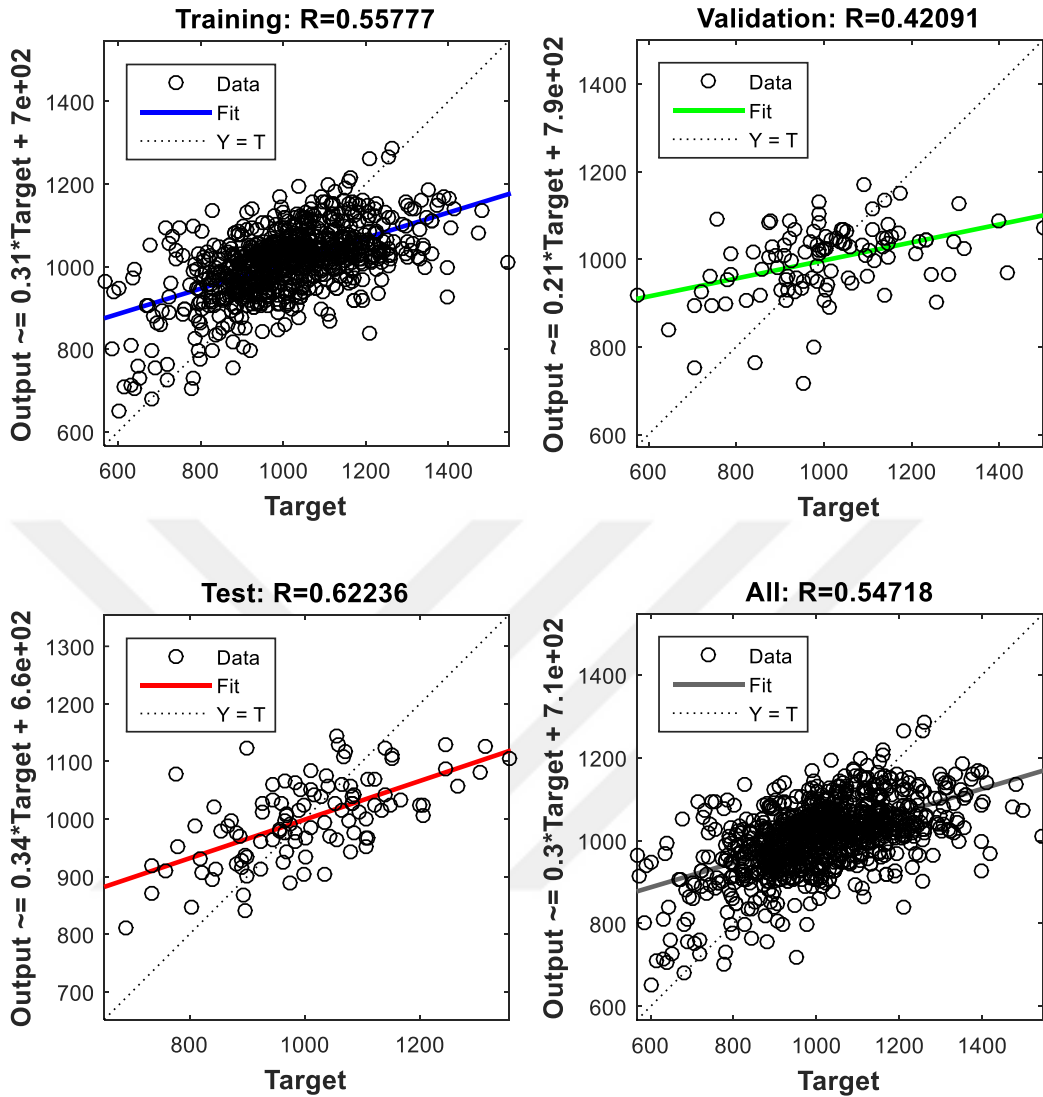
Şekil 4.46. HPSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.47’de HPSST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.47’nin üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 40 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.47. HPSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.48'de eğitilmiş olan HPSST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilişiminin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,54718 değerinde çıktığı görülmektedir.

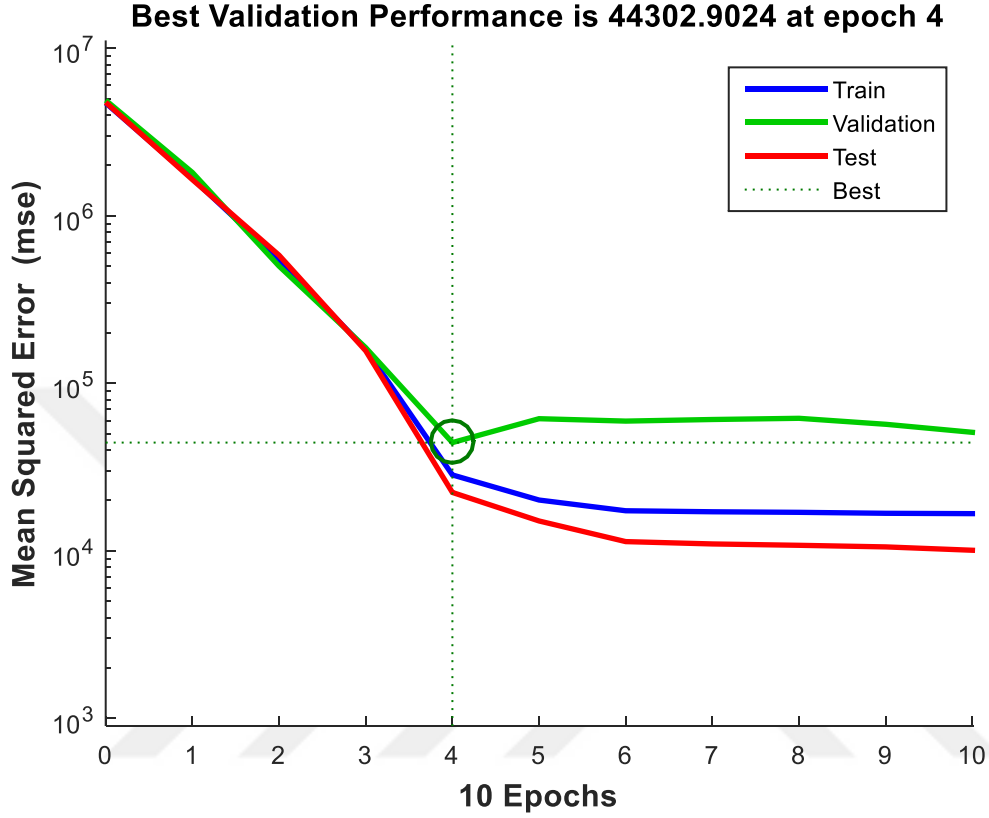


Şekil 4.48. HPSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

e) HCSPST MODELİ

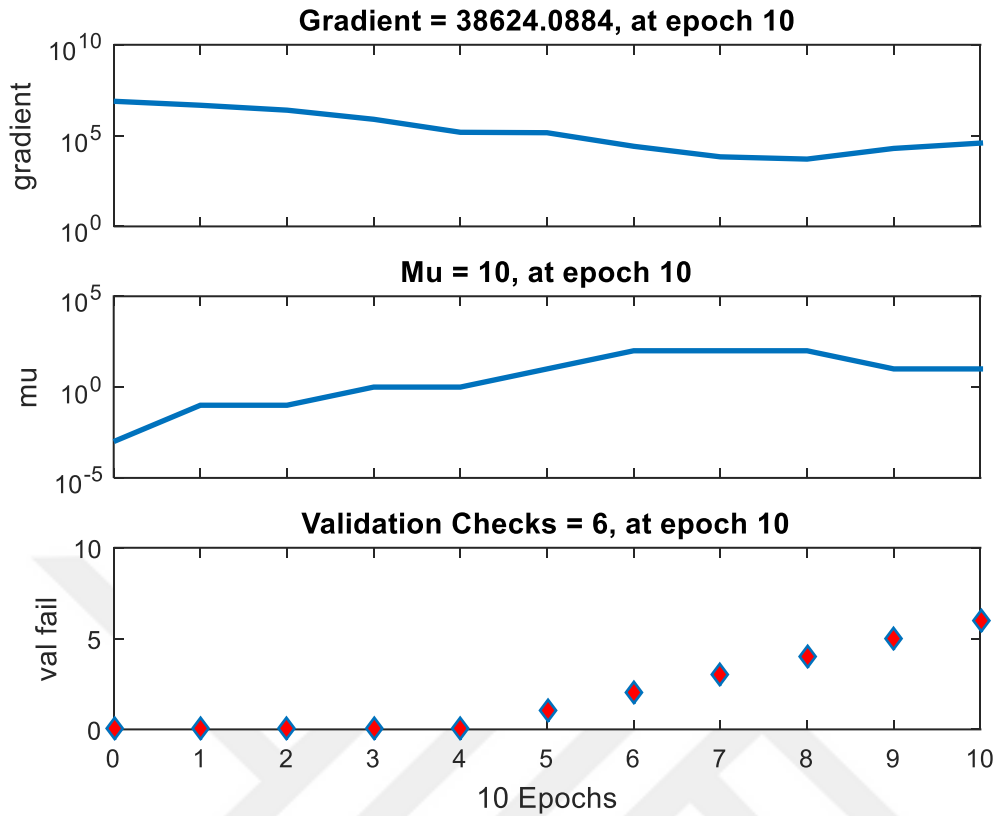
Numunenin havadaki ağırlığı, sıcaklık, numunenin sudaki ağırlığı penetrasyon, bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.49’da bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kıstas olarak alınmaktadır. HCSPST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 44302,9024 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından

ezberleme aşamasına geçiş yaparken model devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



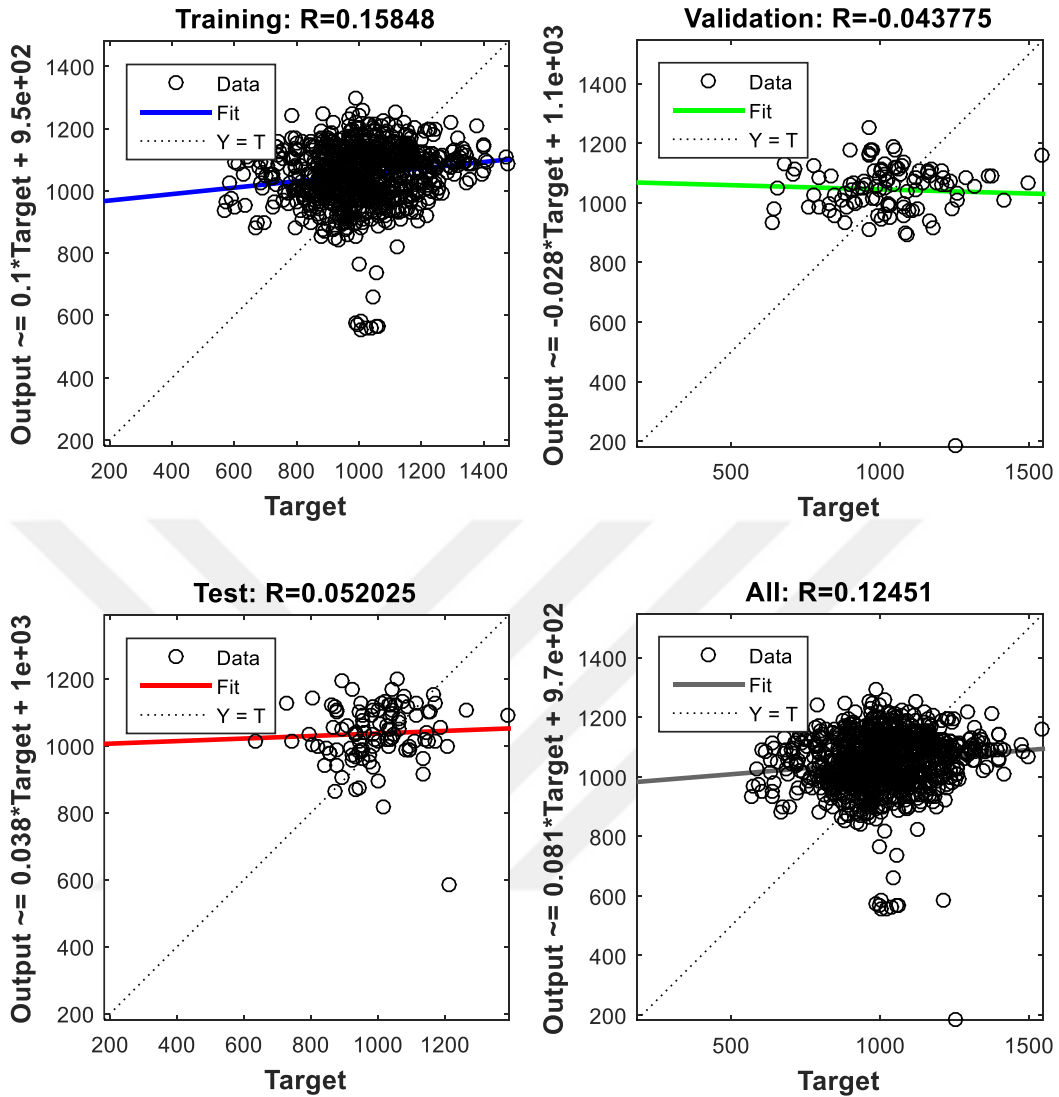
Şekil 4.49. HCSPST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.50’de HCSPST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.50’nin üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 10 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir



Şekil 4.50. HCSPST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.51’de eğitilmiş olan HCSPST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilişiminin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,12451 değerinde çıktığı görülmektedir.

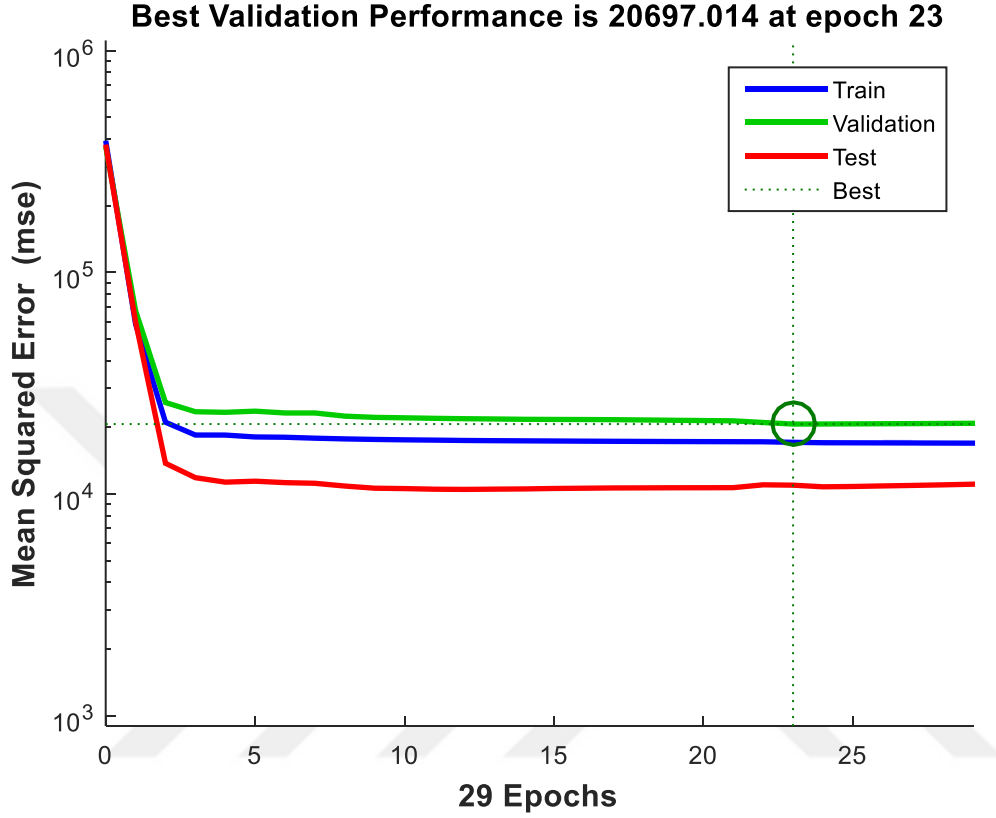


Şekil 4.51. HCSPST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

f) HSPGST MODELİ

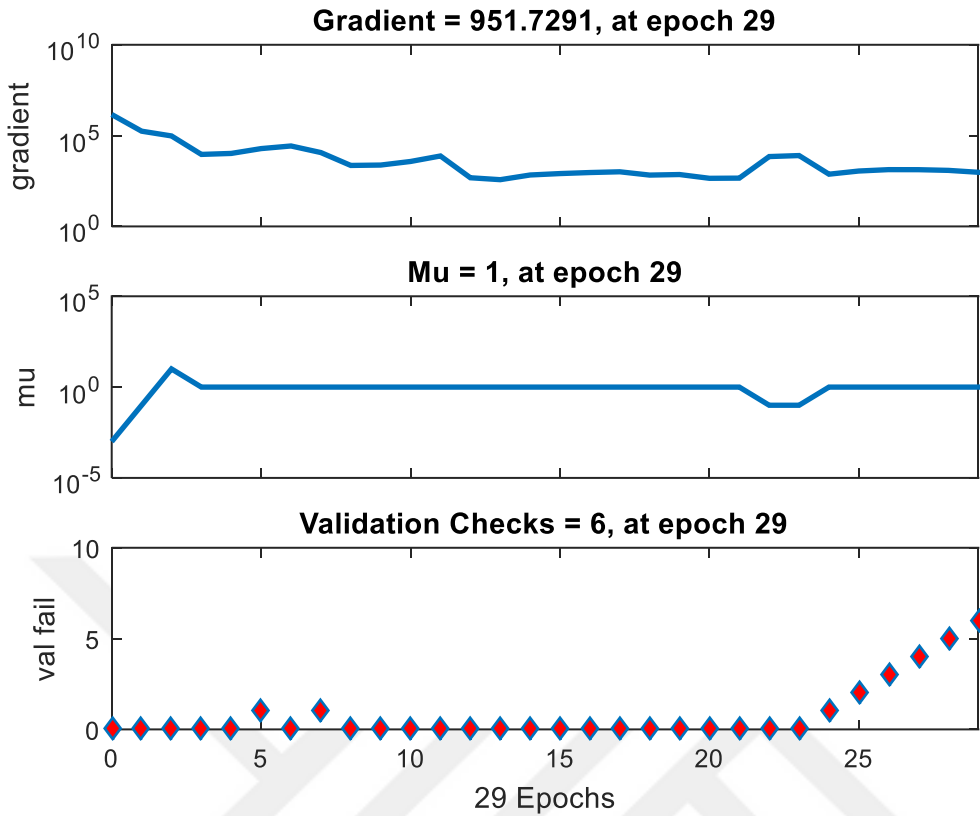
Numunenin havadaki ağırlığı, numunenin sudaki ağırlığı, penetrasyon, numunenin ağırlığı bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.52’de bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kistas olarak alınmaktadır. HSPGST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 20697,014 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından

ezberleme aşamasına geçiş yaparken model devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



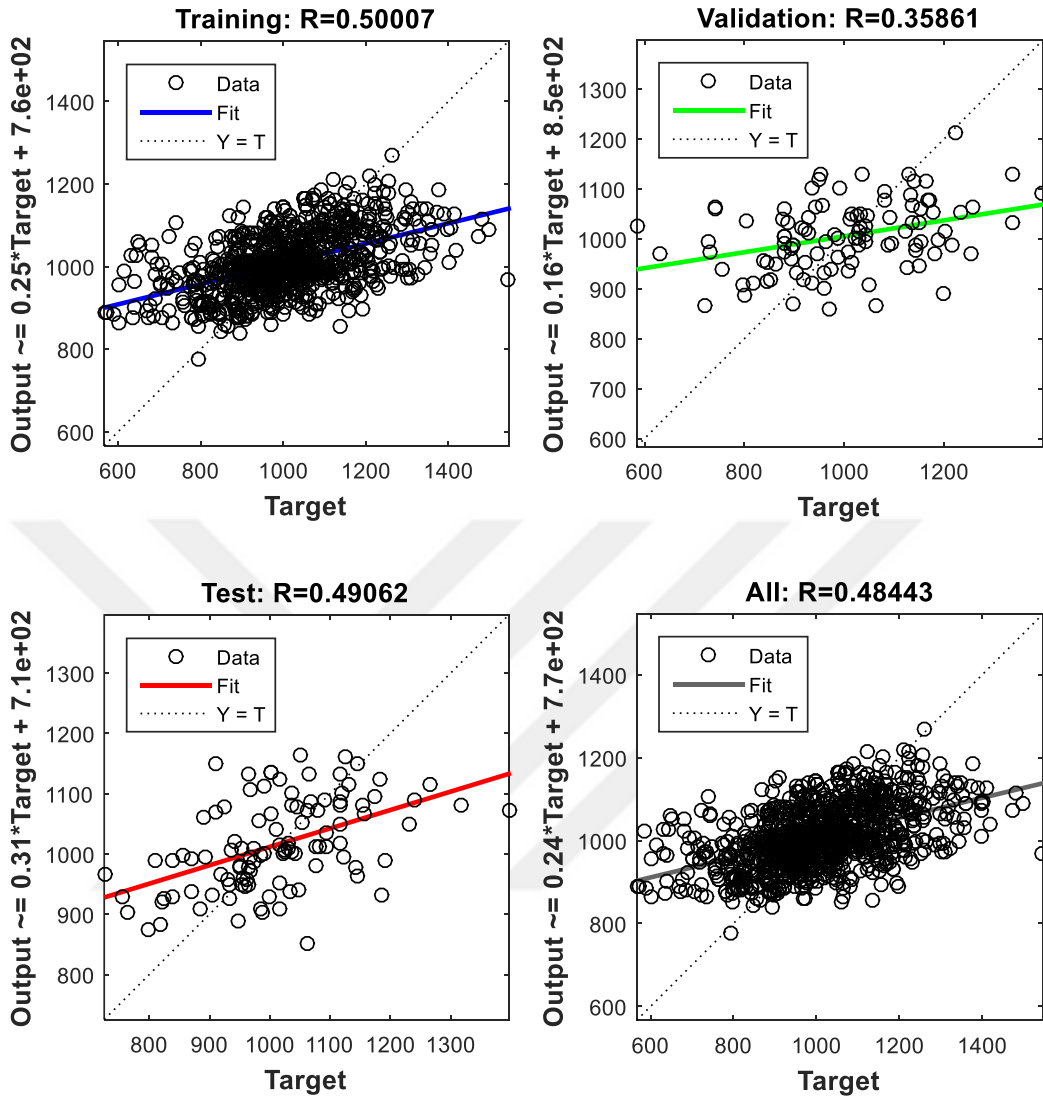
Şekil 4.52. HSPGST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.53'te HSPGST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.53'ün üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 29 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.53. HSPGST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.54'te eğitilmiş olan HSPGST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilişiminin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,48443 değerinde çıktığı görülmektedir.

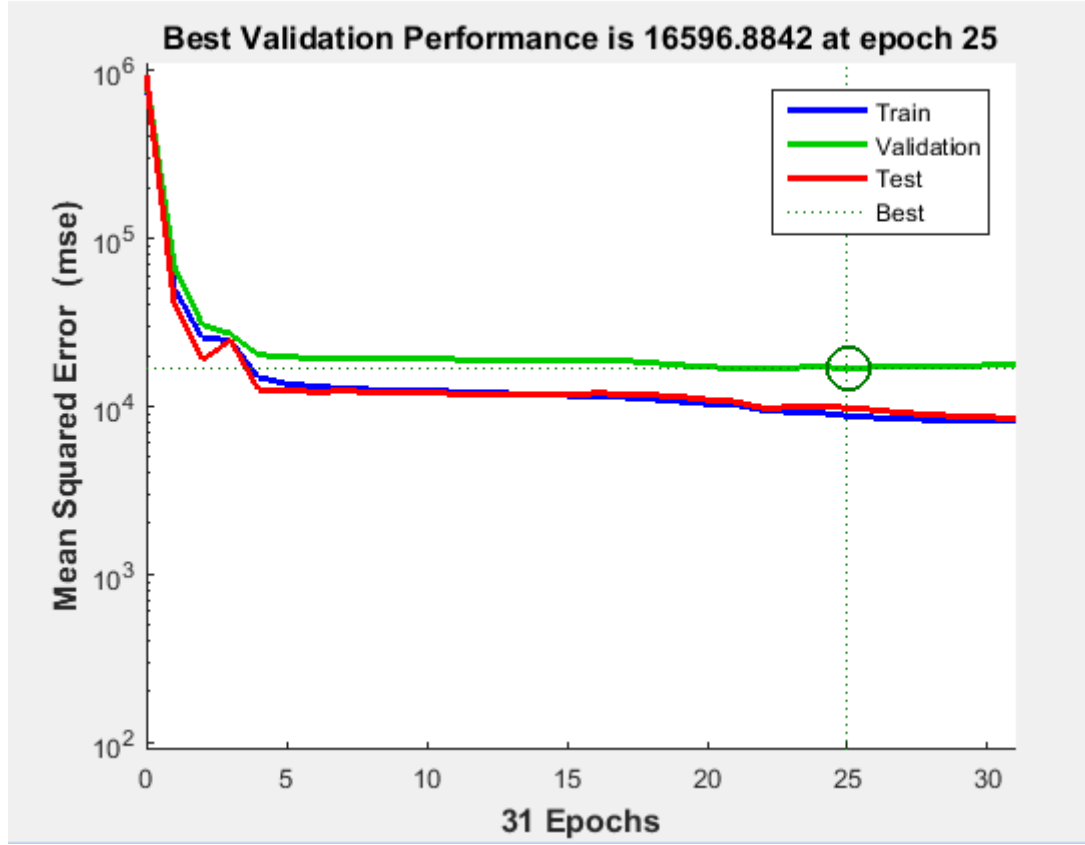


Şekil 4.54. HSPGST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

g) HCPGSST MODELİ

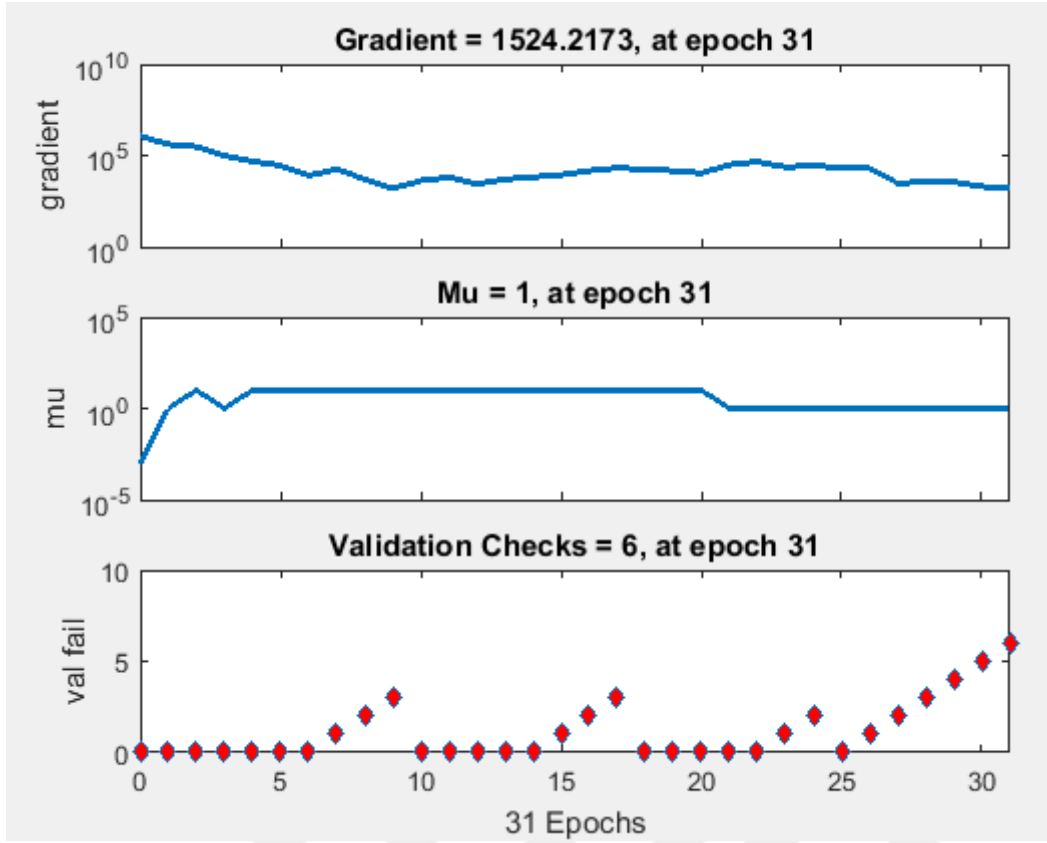
Numunenin havadaki ağırlığı, sıcaklık, bitüm penetrasyonu, bitüm ağırlığı ve numunenin sudaki ağırlığı bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.55’de bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kistas olarak alınmaktadır. HCPGSST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 16596,8842 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından ezberleme aşamasına geçiş yaparken model devir sayısını

tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



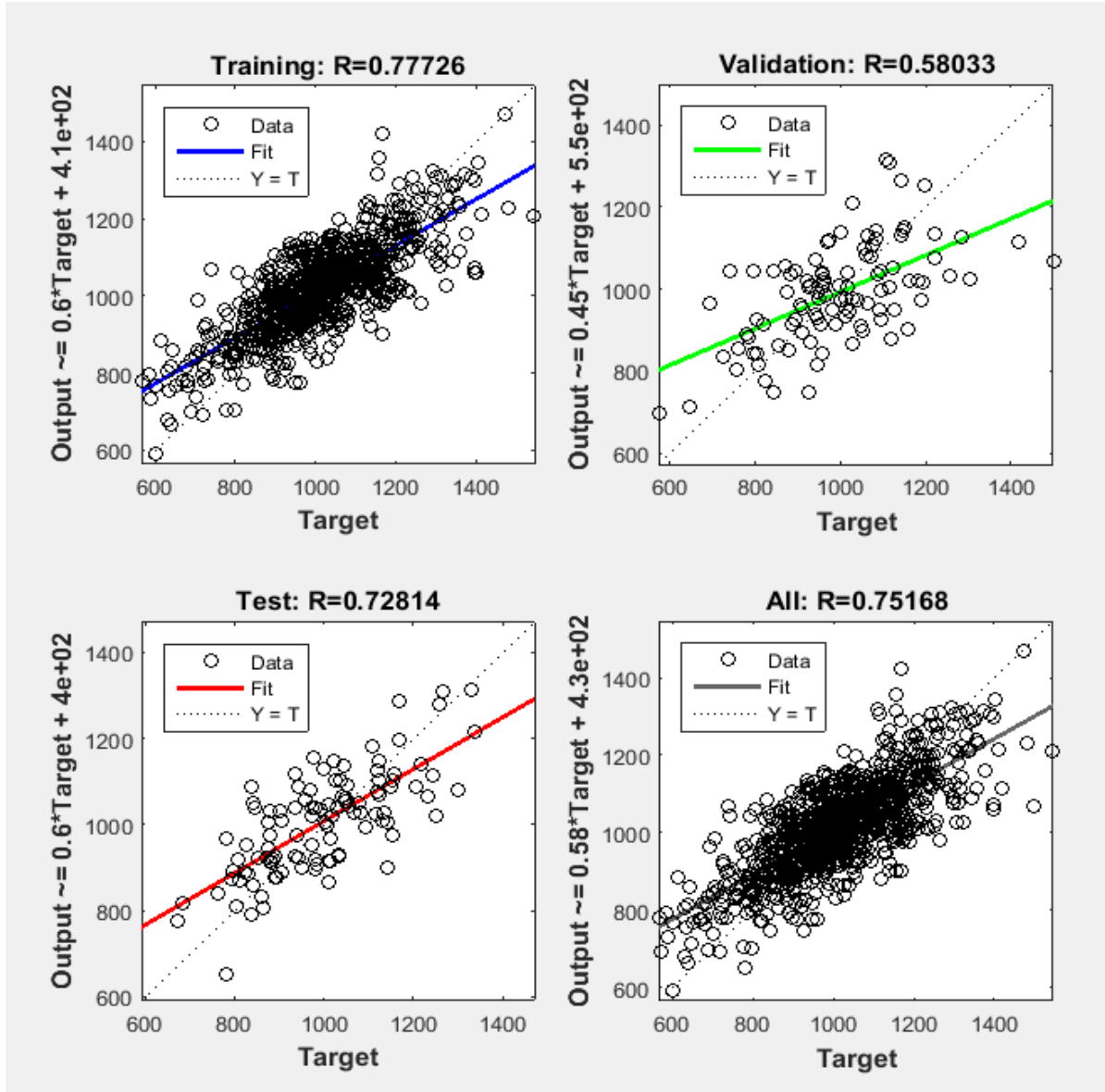
Şekil 4.55. HCPGSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.56'da HCPGSST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.56'nın üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 31 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.56. HCPGSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.57’de eğitilmiş olan HCPGSST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilişiminin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,75168 değerinde çıktığı görülmektedir.

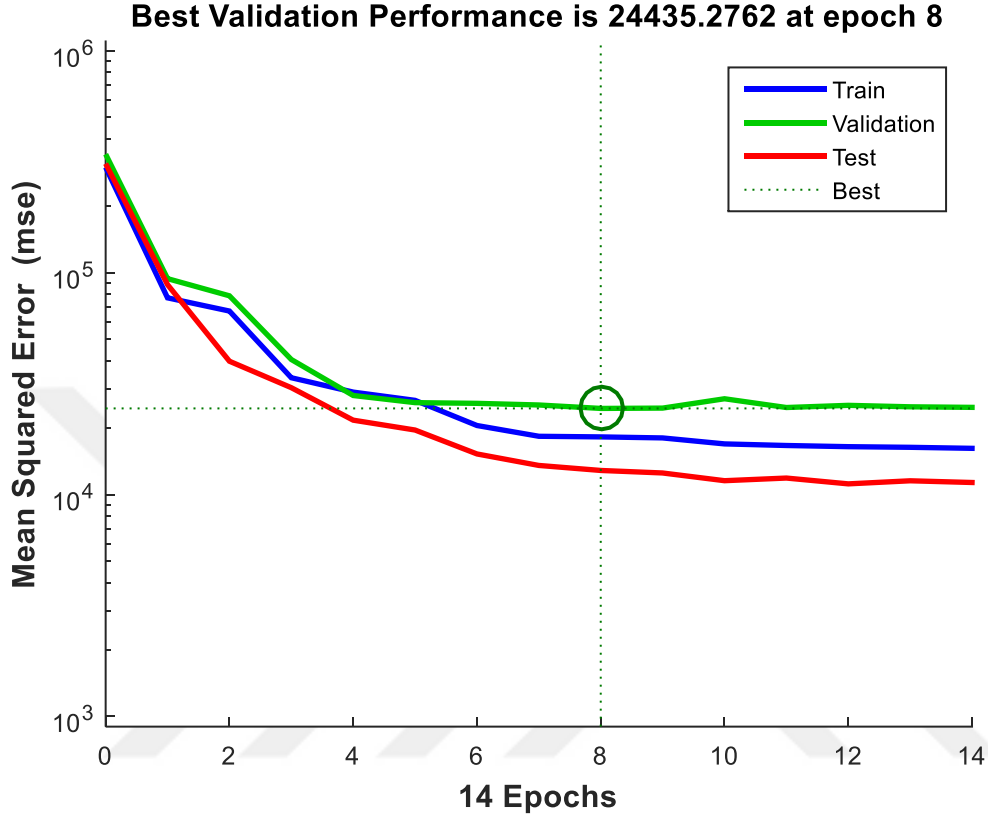


Şekil 4.57. HCPGSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

h) HWPSGST MODELİ

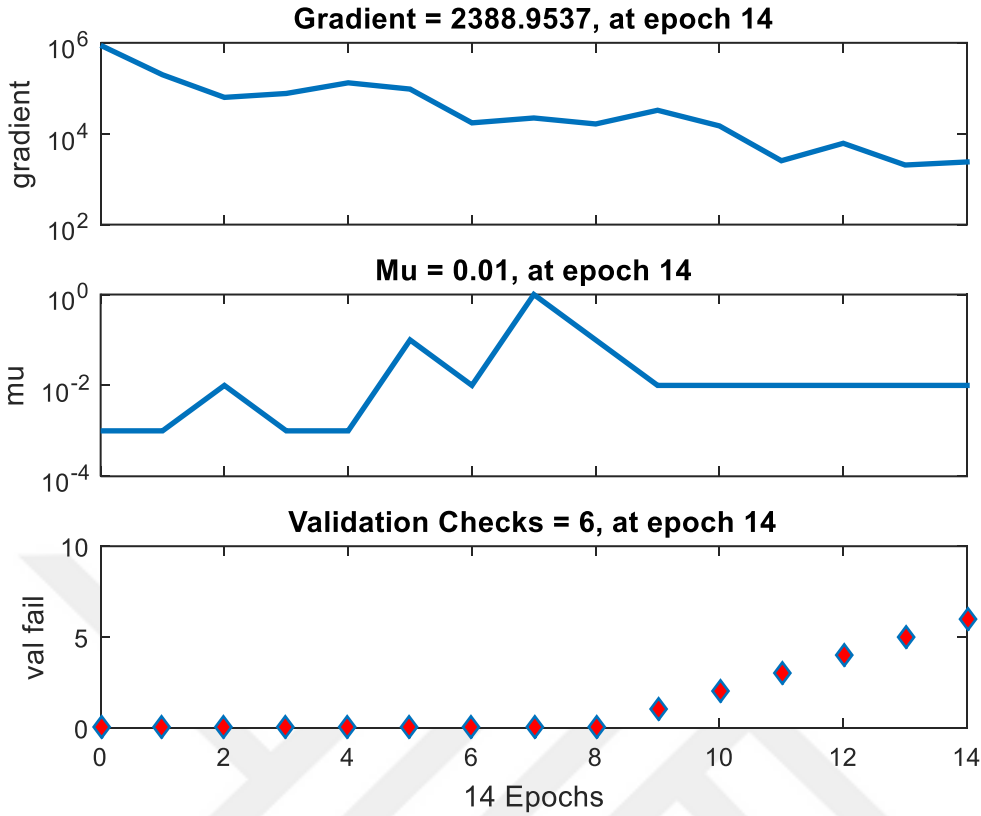
Numunenin havadaki ağırlığı, bitüm yüzdesi, bitüm penetrasyonu, numunenin sudaki ağırlığı ve bitüm ağırlığı bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.58’de bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kıstas olarak alınmaktadır. HWPSGST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 24435,2762 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train(eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından ezberleme aşamasına geçiş yaparken model

devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



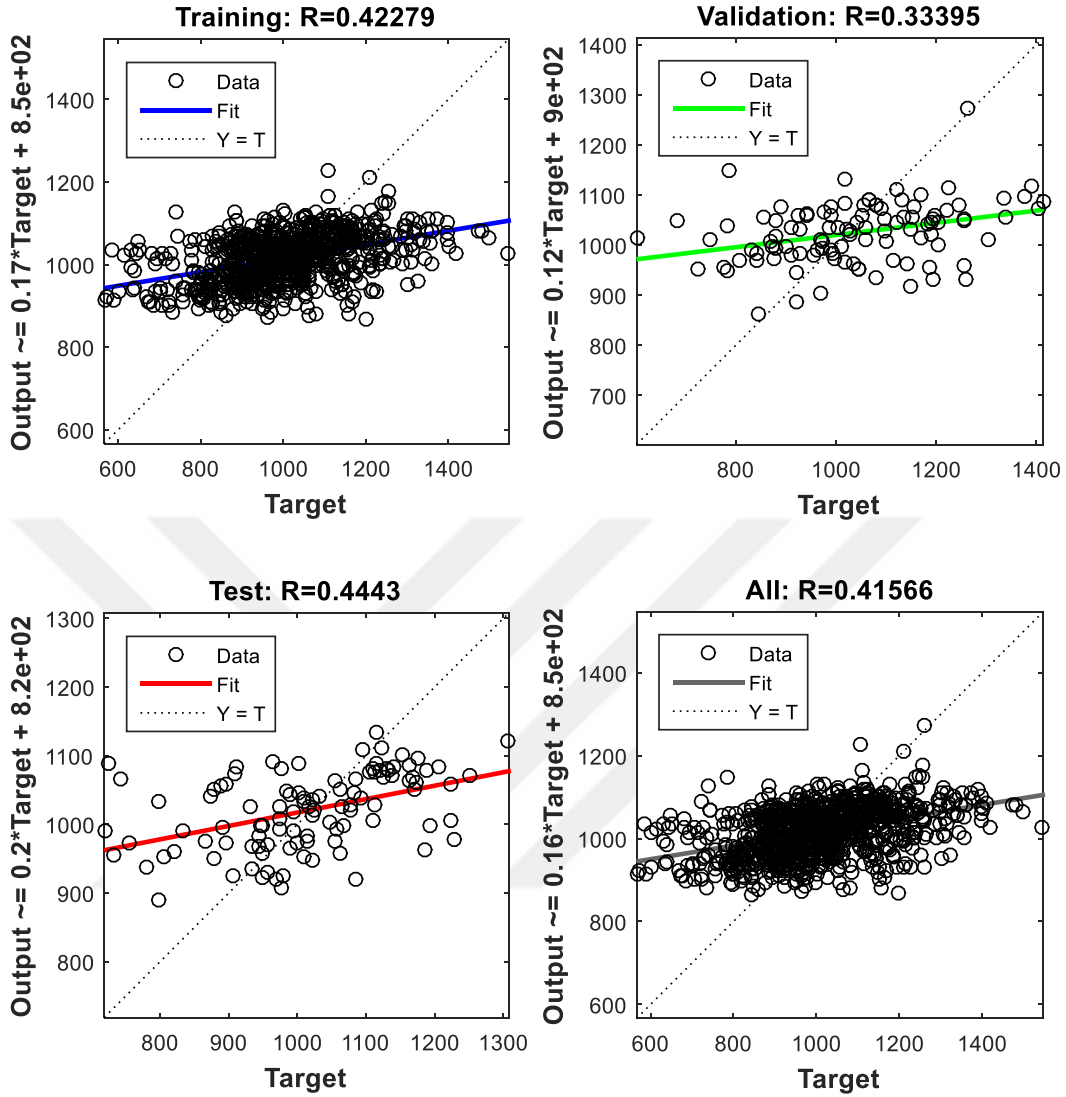
Şekil 4.58. HWPSGST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.59’de HWPSGST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.59’un üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 14 devirlik bölümünde 8. devirden sonra 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.59. HWPSGST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.60'ta eğitilmiş olan HWPSGST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilişiminin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,41566 değerinde çıktığı görülmektedir.

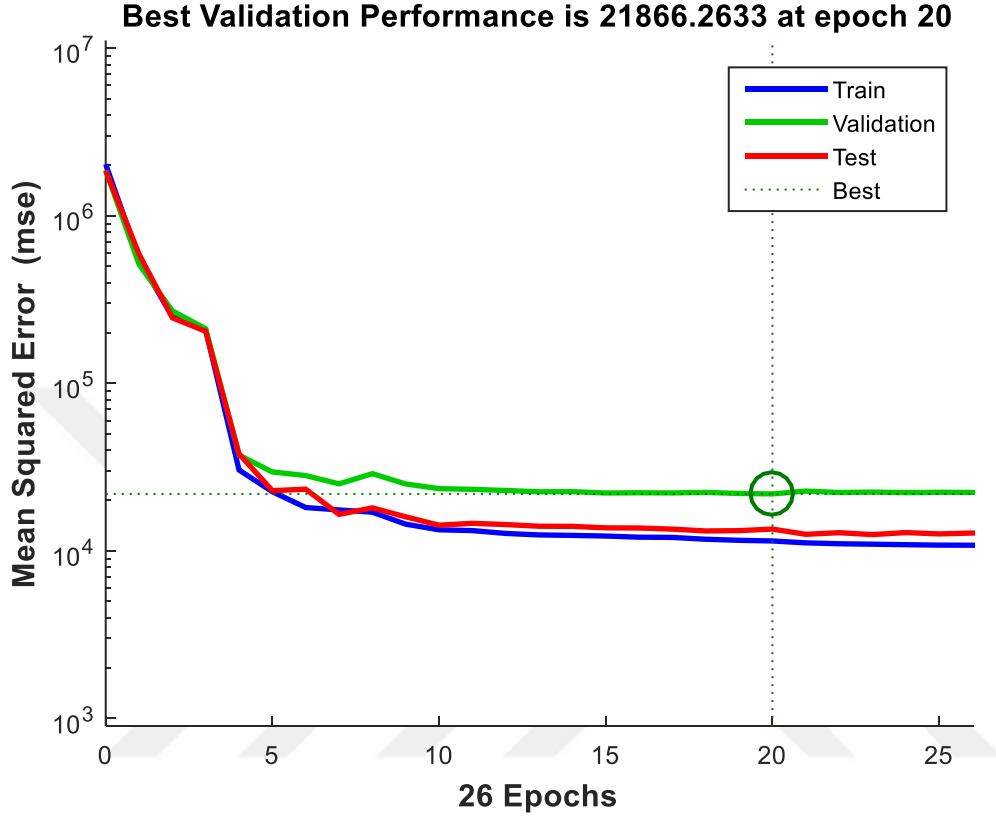


Şekil 4.60. HWPSGST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

1) HPCGWSST MODELİ

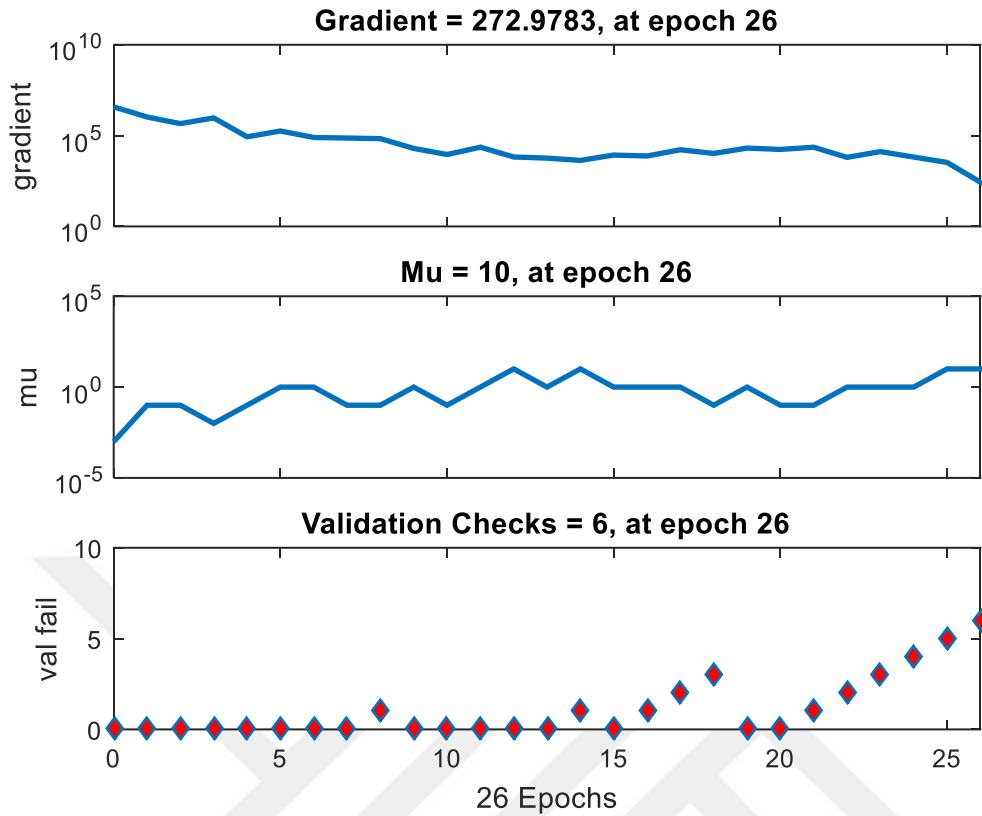
Numunenin havadaki ağırlığı, bitüm penetrasyonu, sıcaklık, bitüm ağırlığı ve bitüm yüzdesi bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.61'de bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kıstas olarak alınmaktadır. HPCGWSST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 21866,2633 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train(eğitim) veri setinin öğrenme

aşamasından ezberleme aşamasına geçiş yaparken model devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



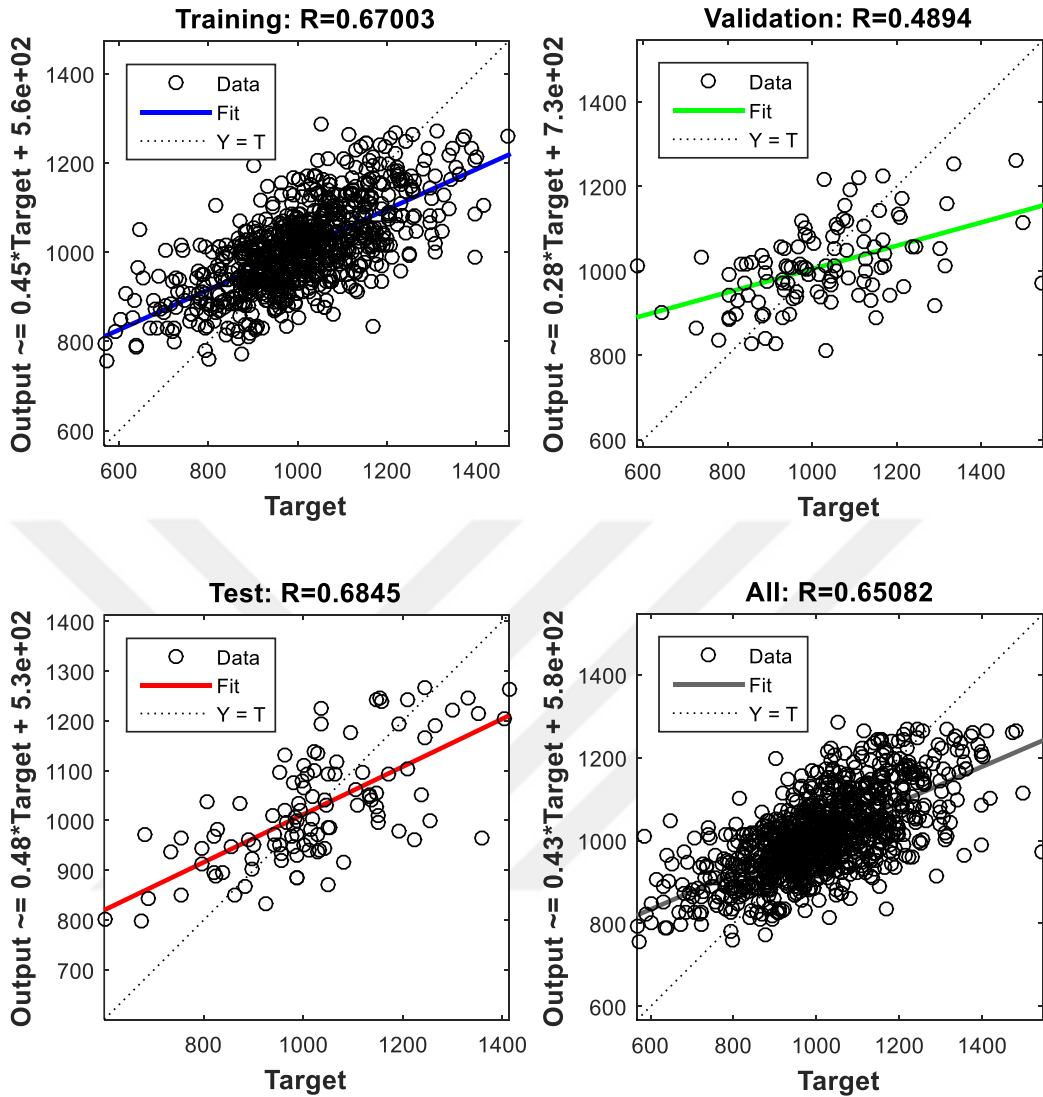
Şekil 4.61. HPCGWSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.62’de HPCGWSST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.62’nin üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 26 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.62. HPCGWSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.63’de eğitilmiş olan HPCGWSST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilişiminin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,65082 değerinde çıktığı görülmektedir.

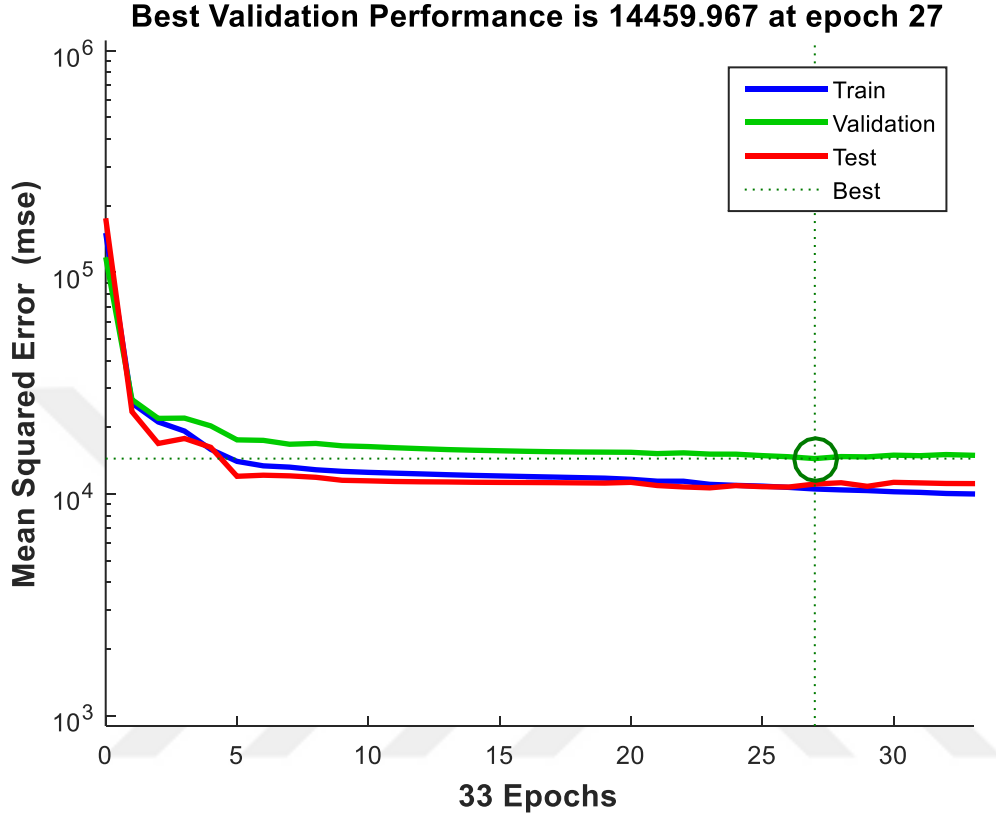


Şekil 4.63. HPCGWSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

j) HPYCGSST MODELİ

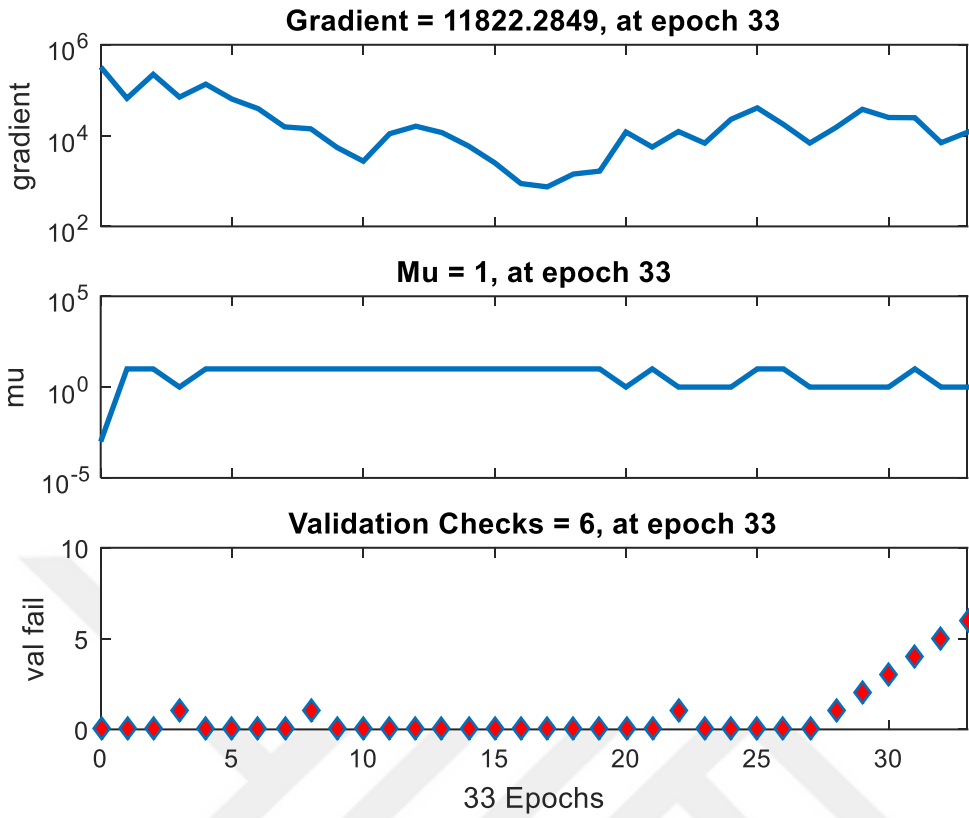
Numunenin havadaki ağırlığı, bitüm penetrasyonu, numune yüksekliği, sıcaklık, numune ağırlığı ve sudaki ağırlık bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.64'te bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kistas olarak alınmaktadır. HPYCGSST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 14459,967 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından ezberleme aşamasına geçiş yaparken model

devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



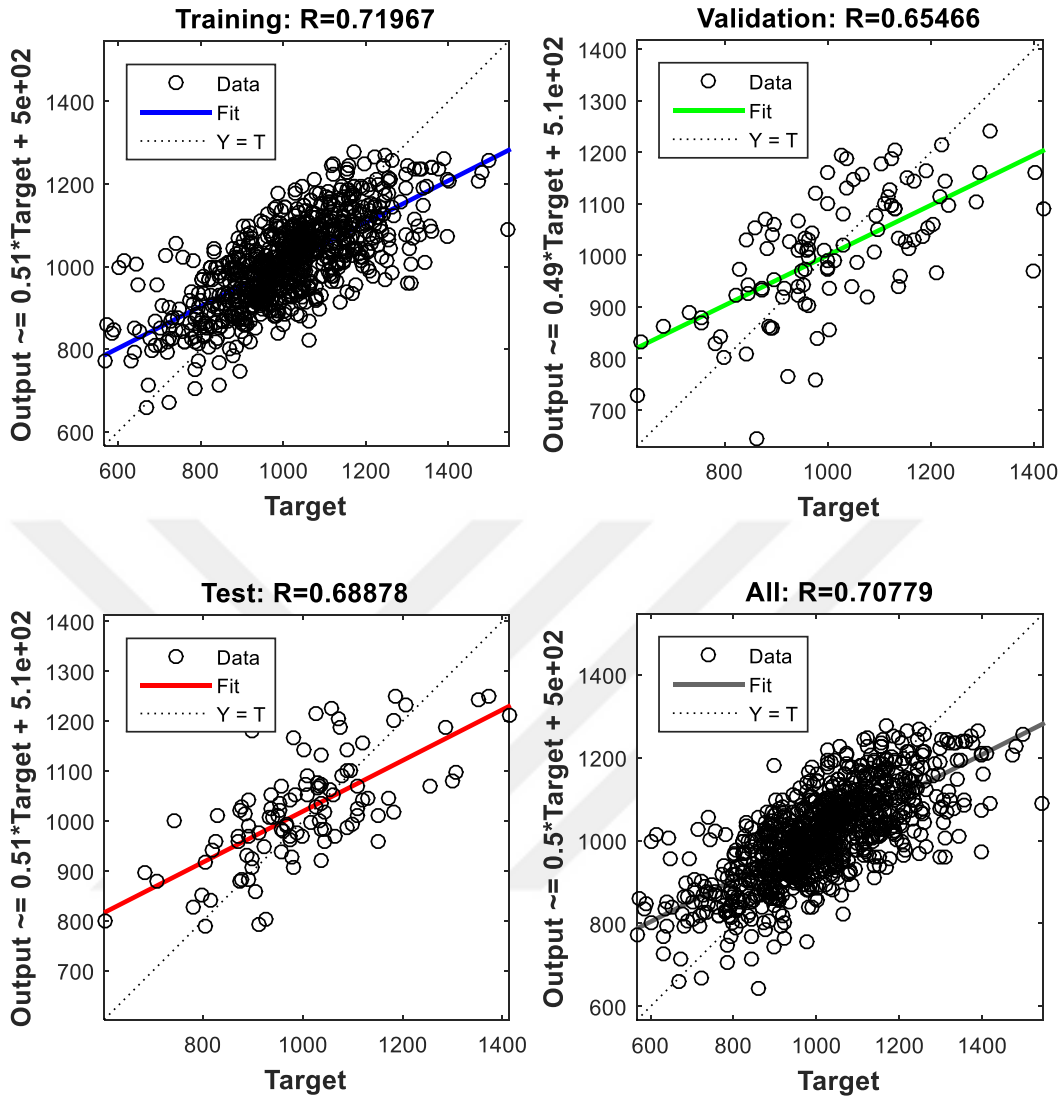
Şekil 4.64. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.65’de HPYCGSST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.65’in üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 33 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.65. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.66'da eğitilmiş olan HPYCGSST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilgileşimin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,70779 değerinde çıktığı görülmektedir.

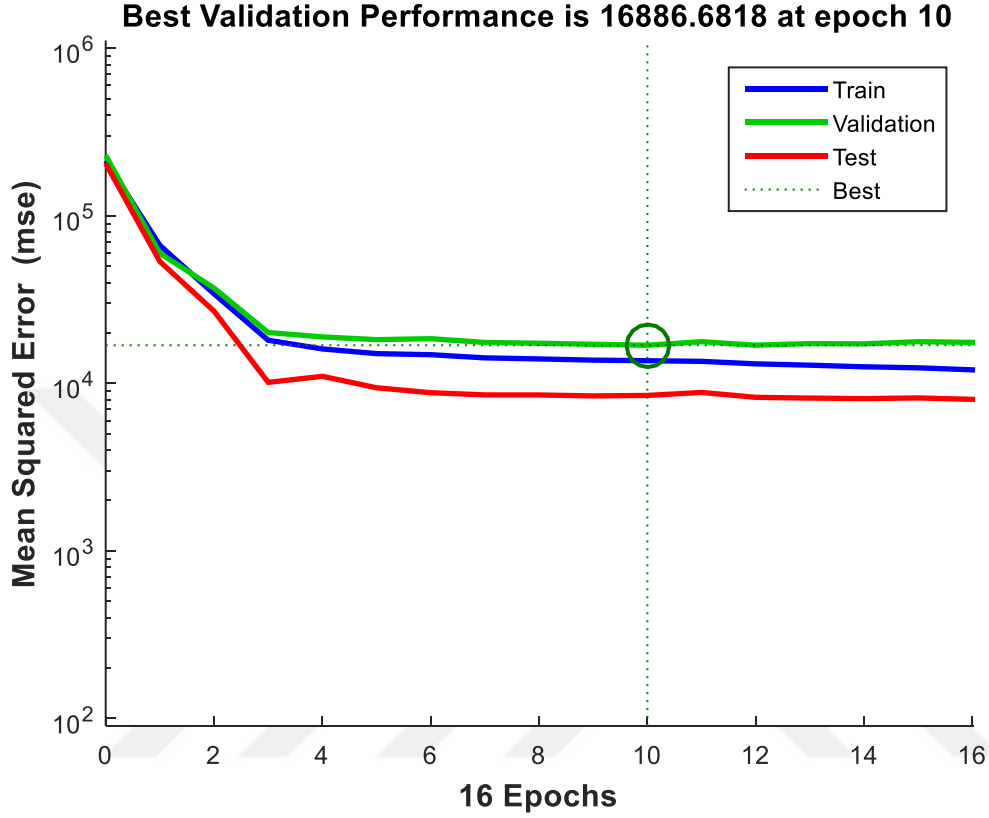


Şekil 4.66. HPYCGSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

k) HPCGYWSST MODELİ

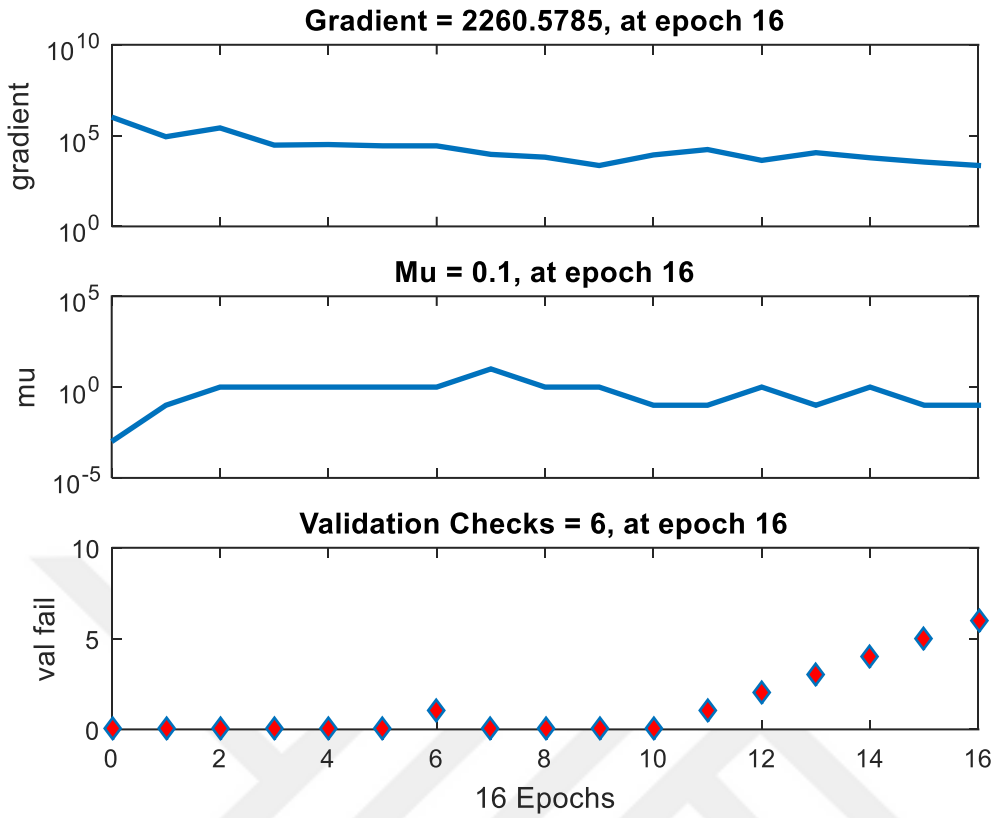
Numunenin havadaki ağırlığı, bitüm penetrasyonu, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numune yüksekliği, bitüm yüzdesi ve sudaki ağırlık bağımsız değişken olarak kullanılırken stabilite değeri tahmin edilmektedir. Şekil 4.67'de bu modelin eğitim süreci gösterilmektedir. Modellerin performansı ölçülürken hataların karesinin ortalaması (HKO) kistas olarak alınmaktadır. HPCGYWSST modelinin hataların karesini ortalamasının değeri 16886,6818 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, 6 devir üst üste HKO değerinin artışı ile meydana gelmektedir. Bununla beraber train (eğitim) veri setinin öğrenme aşamasından ezberleme aşamasına geçiş yaparken

model devir sayısını tamamlamış olmaktadır. Modelin devir sayısı tamamlandığında modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur.



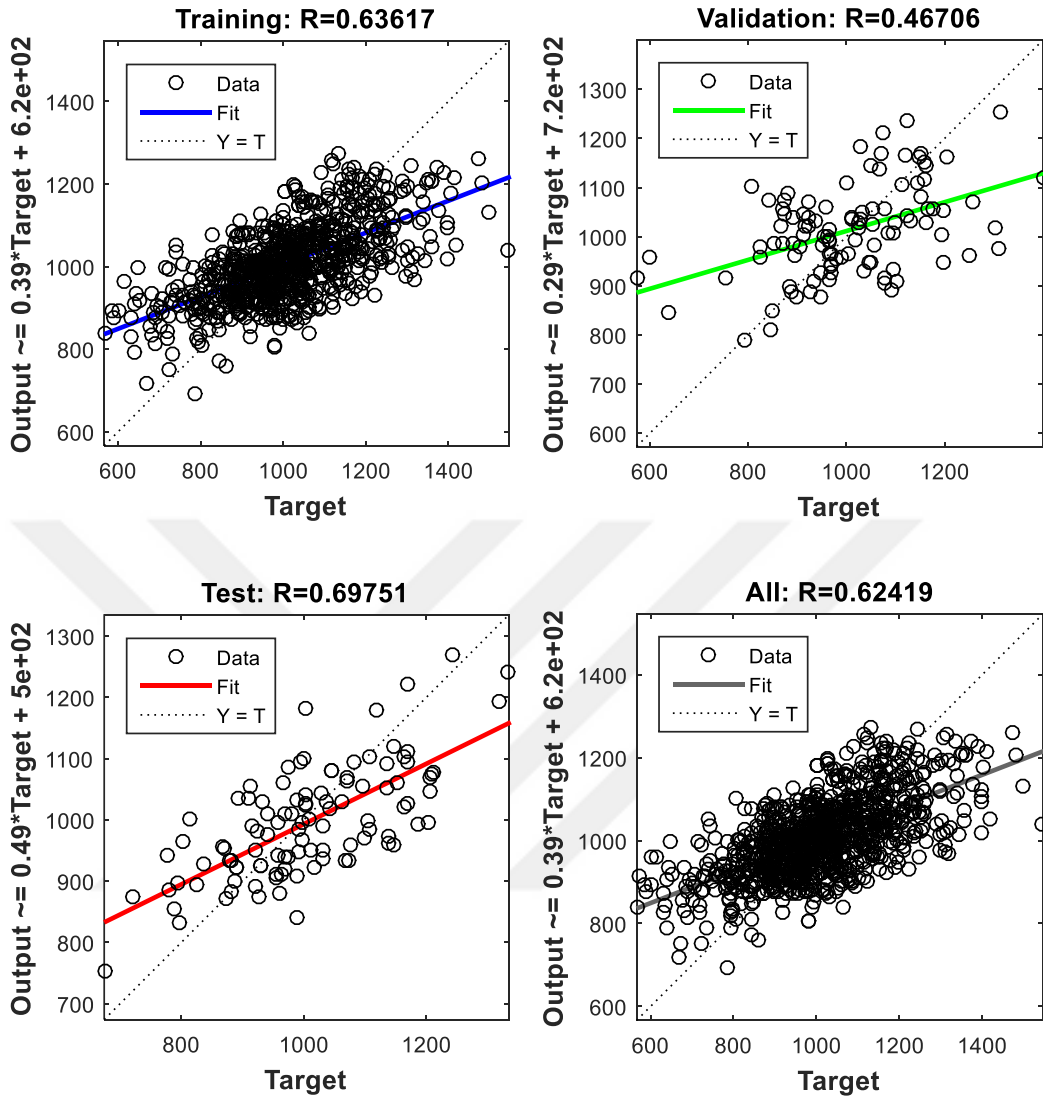
Şekil 4.67. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için eğitim sürecinin gösterilmesi

Şekil 4.68'de HPCGYWSST modelinin eğitimi süresince kullanılan parametreler (Gradient, Mu) gösterilmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin eğrileri de gösterilmektedir. Şekil 4.68'in üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 16 devirlik bölümünde 6 devir yükseldiği görülmektedir. Burada modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 4.68. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.69’da eğitilmiş olan HPCGYWSST modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilmiş olan sonuçların dağılım grafiği verilmektedir. Burada amaç oluşturulan modelin tahmin sonucu ile ulaşılmak istenen gerçek veriler arasında ilgileşimin gösterilmesidir. Veri setleri için ayrı ayrı korelasyon katsayıları belirlenmektedir. Bu şekilde eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç, bitiş noktasında sapmalar meydana gelmiştir. Geçerlilik veri setinde aynı şekilde başlangıç ve bitiş noktalarında gerçek değerden uzak bulunmaktadır. Toplam dağılım grafiğinde dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler arasındaki korelasyon katsayısının 0,62419 değerinde çıktığı görülmektedir.



Şekil 4.69. HPCGYWSST modelinin stabilite değeri için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

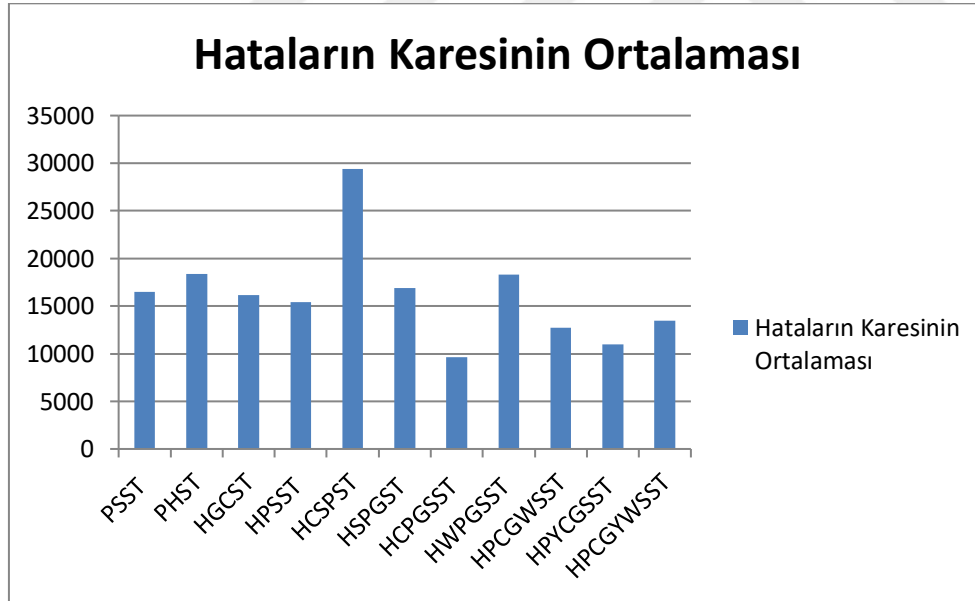
4.3.2. Rastgele Veri Seti ile Oluşturulan Stabilite Modellerinin Sonuç Değerleri

Çalışmamızın bu bölümünde iki değişkenli, üç değişkenli, dört değişkenli, beş değişkenli, altı değişkenli, yedi değişkenli tahmin modellerinin sonuç değerleri ve dağılım grafiklerinin gerçek değerlerle ilişkisi incelenmiştir. Tüm modellerin Korelasyon Katsayısı değerleri, HKO değerleri ve yüzde hata değerleri burada gösterilmektedir. Modellerin performans kıyasında HKO kriter olarak incelenmektedir. HKO değerleri şekil 4.70’te verilmektedir. En iyi performans veren model HCPGSST tahmin modeli olduğu görülmektedir. Bu modelin Korelasyon Katsayısı 0,75168, hataların karesinin ortalaması 9616,43 ve yüzde hata değeri 7,657227 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.115’da stabilite tahmin modellerinin sonuç değerleri verilmektedir.

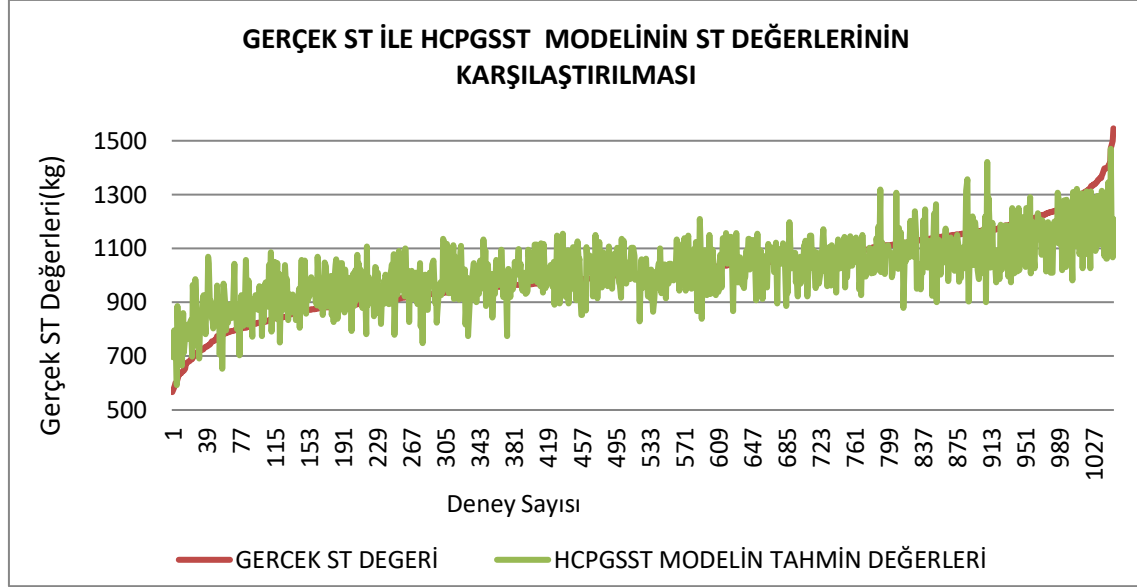
Çizelge 4.115. YSA ile Rastgele Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan Stabilite Tahmin Modellerinin Sonuç Değerleri

MODELLER	Korelasyon Katsayısı	Yüzde Hata	Hataların Karesinin Ortalaması
PSST	0,53299	10,217210	16464,59
PHST	0,40853	10,658660	18363,54
HGCST	0,45146	10,095840	16139,61
HPSST	0,54718	9,612931	15439,71
HCSPST	0,12451	14,199610	29380,14
HSPGST	0,48443	10,098480	16866,60
HCPGSST	0,75168	7,657227	9616,43
HWPGSST	0,41566	10,637990	18273,78
HPCGWSST	0,65082	8,939288	12702,16
HPYCGSST	0,70779	8,108510	10995,06
HPCGYWSST	0,62419	9,176487	13457,98



Şekil 4.70. YSA tekniği ile oluşturulan modellerin HKO değerleri

4.3.3 HCPGSST Modelinin ST Tahmin Değerlerinin Gerçek ST Değerleri ile Karşılaştırılması



Şekil 4.71. Doğrulama HCPGSST modelinin gerçek ST değerleri ile karşılaştırılması

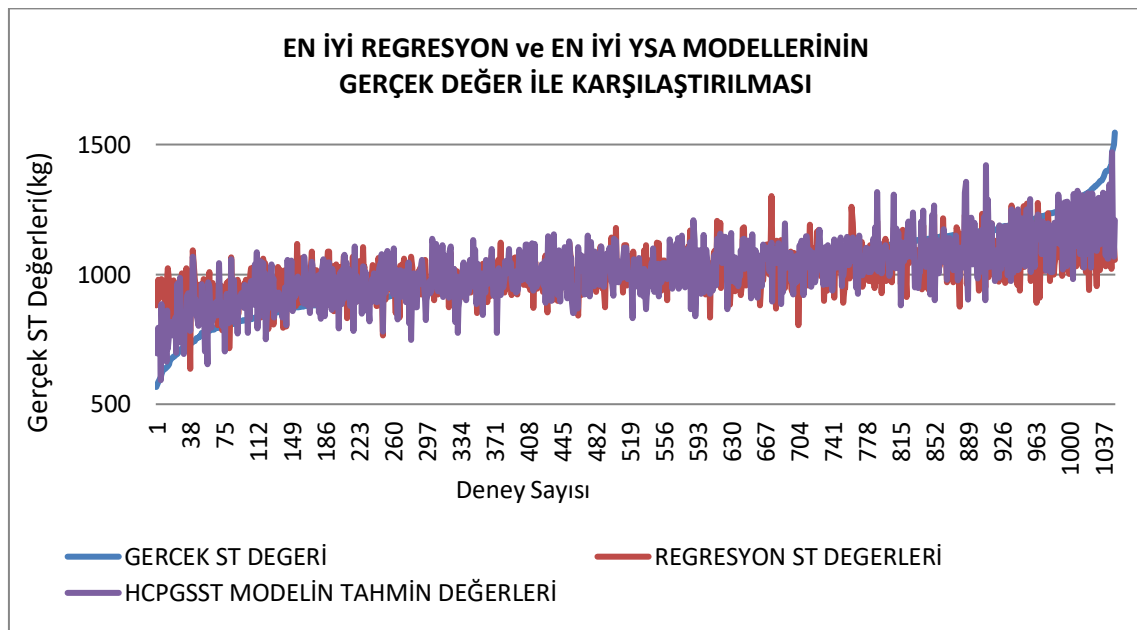
4.4 En İyi YSA Modelleri ile Regresyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

Regresyon ile oluşturulan tahmin modelleri arasında en iyi performans veren model HPCYWSST olduğu belirlenmiştir. Bu modelde korelasyon katsayısı 0,57125 yüzde hata 9,58 ve hataların karesinin ortalaması 14841,82 olduğu görülmektedir. YSA ile oluşturulan modelde en iyi performanslı olan model HPCGWSST olmaktadır. Modelde korelasyon katsayısı 0,48877 yüzde hata 8,97 ve hataların karesinin ortalaması 13199,79 olarak belirlenmiştir. Son olarak doğrulamalı YSA modelinde en iyi model HCPGSST olarak belirlenmiştir. Modelde korelasyon katsayısı 0,75168 yüzde hata 7,657227 ve hataların karesinin ortalaması 9616,43 olduğu görülmektedir. Regresyon ve YSA ile en iyi performans gösteren modeller Çizelge 4.116'de verilmektedir.

Çizelge 4.116. Regresyon ve YSA teknikleri ile oluşturulan en iyi tahmin modelleri

MODELLER	Kolerasyon Katsayısı	Yüzde Hataların Ortalaması	Hataların Karesinin Ortalaması
HCPGSST (Doğrulamalı YSA)	0,75168	7,657227	9616,43
HPCGWSST (YSA)	0,48877	8,97	13199,79
HPCYWSST (Regresyon)	0,57125	9,58	14841,82

Regresyon ve YSA'nın en iyi modellerinin sonuçları ile gerçek stabilite değerinin karşılaştırması Şekil 4.72'de verilmektedir.



Şekil 4.72. En iyi regresyon ve en iyi YSA modellerinin gerçek değerler ile karşılaştırılması

Regresyon tekniği ile oluşturulan modelin YSA ile oluşturulan modelden daha kötü performans sergilediği görülmektedir. YSA modelinin gerçek stabiliteye daha yakın tahminlerde bulunduğu belirlenmektedir. YSA'nın tahmin performansı olarak çok iyi sonuçlar verdiği çalışmamızda görülmektedir.

4.5. Test – Train – Doğrulama Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan HCPGSST Modelinin YSA Denklemi Açılımı

Matlab programından yararlanılarak oluşturulan HCPGSST Modeli eğitim sürecinde deney aralığı rastgele ayarlanmaktadır. Burada modelin; Eğitim, Doğrulama ve Test oranları sırasıyla %80, %10, %10 olarak ayarlanmaktadır. YSA eğitim sürecinde stabilite değerleri tahmin modelleri içerisinde en iyi model olan HCPGSST modelinin YSA parametreleri aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

Çizelge 4.117. Test – Train - Doğrulama veri seti ile oluşturulan HCPGSST modeli YSA Parametreleri

Nöron	1.KATMAN AĞIRLIKLARI					1.Bias	2.Katman Ağırlıkları	2.Bias
1	1,459508	-0,23486	1,485183	1,810318	-1,82949	2,92094	-1,1326	0,578804476
2	0,200124	0,472848	2,238193	-1,06165	0,550512	-1,48049	2,542133	
3	1,137826	0,362075	1,958194	0,555474	-1,72999	1,364977	-2,55875	
4	-0,74727	0,140021	0,037602	-0,93517	2,227482	-0,53791	-3,46925	
5	-3,68856	0,366165	-0,14178	2,963473	5,561662	2,231729	0,459372	
6	-1,77211	2,152772	-0,25392	-1,14439	1,579373	2,37636	0,78376	
7	0,400581	-1,09336	-1,16658	-0,359	-0,94627	-0,91216	1,314568	
8	-0,99961	2,20486	-1,19965	-1,74086	0,047574	-0,38548	1,313502	
9	-0,87043	-0,03792	-0,94025	3,109801	1,894531	-1,65577	0,271306	
10	1,415121	-1,40196	-6,61092	0,423568	-2,99225	-1,95108	-1,51585	
11	5,0508	3,324012	0,325895	0,384086	-5,02413	-0,32418	0,487944	
12	2,604869	2,850918	-0,54169	-3,162	-0,58511	-0,82075	0,331989	
13	0,28658	-2,0492	3,659951	-0,00592	0,620063	1,944374	0,46478	
14	-0,11161	2,900046	-1,81032	-2,98201	-1,62074	-0,75994	-0,61077	
15	-5,24494	-0,47486	7,005768	-0,37925	1,380117	0,007455	-0,36377	
16	-0,37033	-2,12891	-9,0187	0,061708	0,107312	-1,09558	1,151189	
17	-1,24216	-0,53429	-1,12058	0,337056	-1,27091	-2,94643	1,189547	
18	0,972902	0,95477	3,742508	-0,62256	-1,15148	-2,55501	-1,70871	
19	0,85836	-1,00586	2,603632	-0,03202	0,019245	-0,61052	1,173691	
20	-1,05601	-0,74061	-3,4081	-0,37996	0,159611	-3,01202	-2,21047	

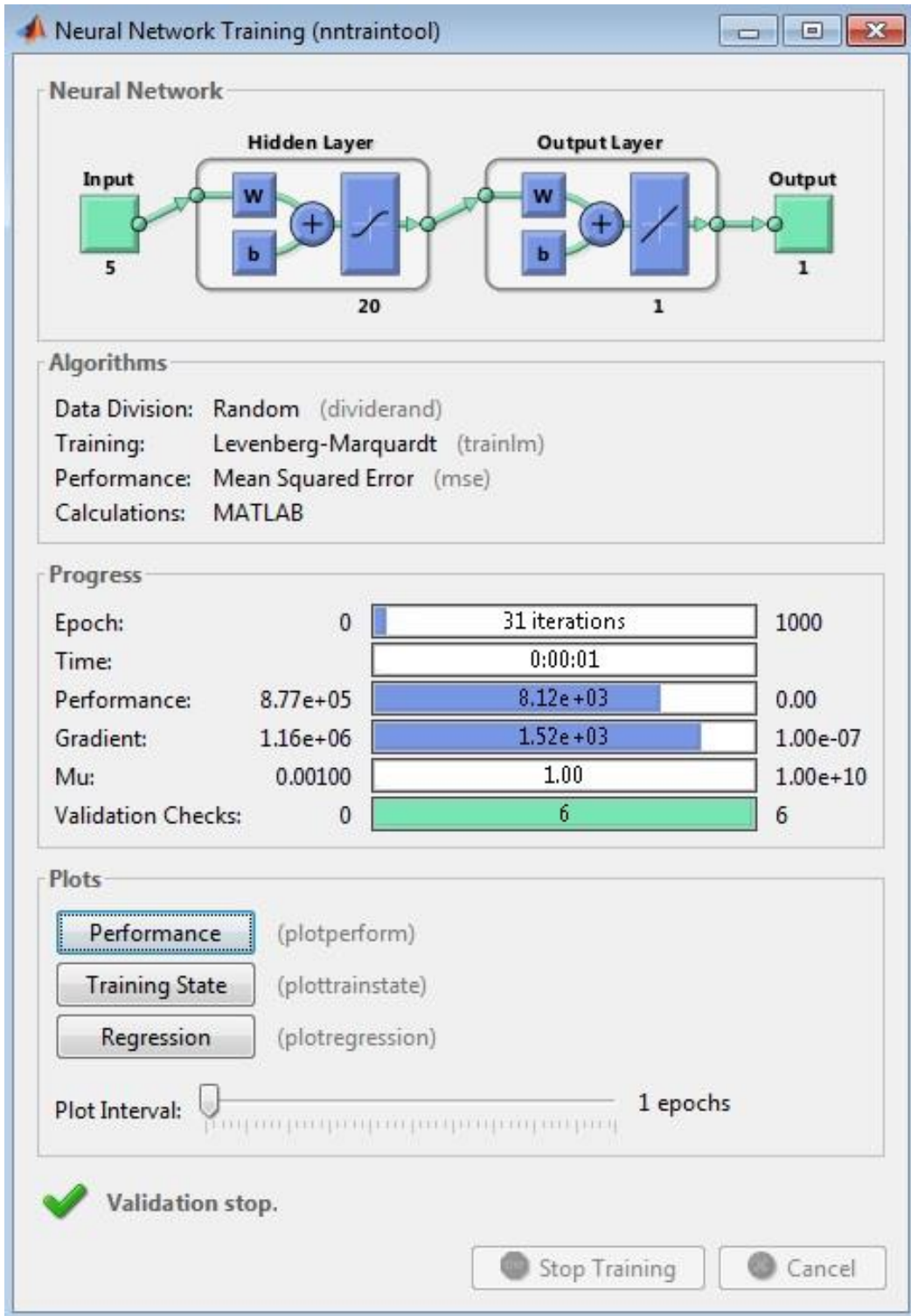
Çizelge 4.117’de Modelin nöron sayıları görülmektedir. Bu model 20 adet nöron oluşmaktadır. Modelin girdi ve çıktı katmanına ait ağırlık değerleri MATLAB programından alınmıştır. 1. Ağırlık değerleri bölümünde 1. Sütun H bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeridir. 2. Sütun C bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeridir. 3. Sütun P bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeridir. 4. Sütun G bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeridir. 5.

Sütun S bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeridir. 2. Katman ağırlıkları çıktı katmanına ait ağırlık değerleridir.

1. Bias değerleri Girdi katmanında oluşturulan değerlerin optimizasyon ağırlık değerleridir.
2. Bias değerleri Çıkış Değerinin optimizasyon için kullanılan ağırlık değeridir.

4.5.1. Test-Train-Doğrulama Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan HCPGSST modelinin Açık Denklemi

HCPGSST modelinin açık denklem 4.5'te gösterilmektedir. Formülde H, C, P, G, S değerleri ağırlık değerleriyle çarpılıp her bir nörona ait Bias değerleri eklenmektedir. Sonrasında transfer fonksiyonu olan Tansig' ten geçirilmektedir. Çıkış ağırlıkları ile tekrar düzenlenip çıktı değeri bulunmaktadır. Çıktı değerine Bias değeri eklenerek optimizasyon sağlanmış olmaktadır. Son işlem olarak değer purelin transfer fonksiyonundan geçirilip Stabilite değerine ulaşılmaktadır.



Şekil 4.73. HCPGSST Modelinin Matlabtaki Şekli

$$\begin{aligned}
 & \left[\begin{array}{c} \text{Tansig} \\ \text{ST=Purelin} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 1,459508 \quad -0,23486 \quad 1,485183 \quad 1,810318 \quad -1,82949 \\ 0,200124 \quad 0,472848 \quad 2,238193 \quad -1,06165 \quad 0,550512 \\ 1,137826 \quad 0,362075 \quad 1,958194 \quad 0,555474 \quad -1,72999 \\ -0,74727 \quad 0,140021 \quad 0,037602 \quad -0,93517 \quad 2,227482 \\ -3,68856 \quad 0,366165 \quad -0,14178 \quad 2,963473 \quad 5,561662 \\ -1,77211 \quad 2,152772 \quad -0,25392 \quad -1,14439 \quad 1,579373 \\ 0,400581 \quad -1,09336 \quad -1,16658 \quad -0,359 \quad -0,94627 \\ -0,99961 \quad 2,20486 \quad -1,19965 \quad -1,74086 \quad 0,047574 \\ -0,87043 \quad -0,03792 \quad -0,94025 \quad 3,109801 \quad 1,894531 \\ 1,415121 \quad -1,40196 \quad -6,61092 \quad 0,423568 \quad -2,99225 \\ 5,0508 \quad 3,324012 \quad 0,325895 \quad 0,384086 \quad -5,02413 \\ 2,604869 \quad 2,850918 \quad -0,54169 \quad -3,162 \quad -0,58511 \\ 0,28658 \quad -2,0492 \quad 3,659951 \quad -0,00592 \quad 0,620063 \\ -0,11161 \quad 2,900046 \quad -1,81032 \quad -2,98201 \quad -1,62074 \\ -5,24494 \quad -0,47486 \quad 7,005768 \quad -0,37925 \quad 1,380117 \\ -0,37033 \quad -2,12891 \quad -9,0187 \quad 0,061708 \quad 0,107312 \\ -1,24216 \quad -0,53429 \quad -1,12058 \quad 0,337056 \quad -1,27091 \\ 0,972902 \quad 0,95477 \quad 3,742508 \quad -0,62256 \quad -1,15148 \\ 0,85836 \quad -1,00586 \quad 2,603632 \quad -0,03202 \quad 0,019245 \\ -1,05601 \quad -0,74061 \quad -3,4081 \quad -0,37996 \quad 0,159611 \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \text{P} \\ \text{C} \\ \text{G} \\ \text{S} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} 2,92094 \\ -1,48049 \\ 1,364977 \\ -0,53791 \\ 2,231729 \\ 2,37636 \\ -0,91216 \\ -0,38548 \\ -1,65577 \\ -1,95108 \\ -0,32418 \\ -0,82075 \\ 1,944374 \\ -0,75994 \\ 0,007455 \\ -1,09558 \\ -2,94643 \\ -2,55501 \\ -0,61052 \\ -3,01202 \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} \text{T} \\ \text{X} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} -1,1326 \\ 2,542133 \\ -2,55875 \\ -3,46925 \\ 0,459372 \\ 0,78376 \\ 1,314568 \\ 1,313502 \\ 0,271306 \\ -1,51585 \\ 0,487944 \\ 0,331989 \\ 0,46478 \\ -0,61077 \\ -0,36377 \\ 1,151189 \\ 1,189547 \\ -1,70871 \\ 1,173691 \\ -2,21047 \end{array} \right] + 0,578804
 \end{aligned}$$

(4.5)

4.5.2. Tangent Sigmoid Transfer Fonksiyonu

Tangent Sigmoid transfer fonksiyonunun formül denklemi 4.6'da verilmektedir. Fonksiyonun değişim aralığı (-1, 1) aralığındadır.

$$Tansig(N) = \frac{2}{(1+\exp(-2*N))} - 1 \quad (4.6)$$

4.5.3. Purelin Transfer Fonksiyonu

Bu aktivasyon fonksiyonunda nöron girişlerinin değişimine göre nöron çıkışı lineer olarak değiştirmektedir. Değişim aralığı (-1, 1) aralığıdır. Fonksiyona ait giriş çıkış karakteristiği ve fonksiyon denklem 4.7'de verilmiştir.

$$purelin(n) = n \quad (4.7)$$

4.5.4. MapminmaxNormalize Fonksiyonu

Purelin ve tansig transfer fonksiyonlarının dinamik değişim aralığı (-1, 1) aralığındadır. Bu yüzden gerçek değerleri normalize etmek gerekmektedir. Normalize denklemi 4.8'de gösterilmektedir.

$$Normalize = \frac{(Y_{max}-Y_{min}) * (X-X_{min})}{(X_{max}-X_{min})} - [Y_{min}] \quad (4.8)$$

4.6. En iyi YSA modelinin Excell programı yardımı ile çözümü

Yapılan çalışmada YSA tahmini ile formül sonucu elde edilen değerin aynı çıktığı görülmektedir. Şekil 4.74'te görülmektedir.

FORMÜLE GİRECEK NUMUNE DEĞERLERİ						1.KATMAN ÇÖZÜMÜ						2.KATMAN ÇÖZÜMÜ			ATMAN SONU					
H	C	P	G	S	ST Tahmin	1.KATMAN AĞIRLIKLARI						an ağırlık	1.Bias	1.ağırlık*σ	TanSig = 2	1.katman	2.Bias	1.katman	1.katman	purelin
-0,78089	-0,42857	-0,73469	-0,24943	-0,82143	-0,27222	1,459508	-0,23486	1,485183	1,810318	-1,82949	-1,07898	2,92094	1,841959	0,950983	-1,1326	-0,85103	0,578804	-0,27222	-0,27222069	
						0,200124	0,472848	2,38193	-1,06165	0,550512	-2,19071	-1,48049	-3,6712	-0,99871	2,542133					
						1,137826	0,362075	1,958194	0,555474	-1,72999	1,364977	0,16512	0,163635	-2,55875						
						-0,74727	0,140021	0,037602	-0,93517	2,27482	-1,10055	-0,53791	-1,63846	-0,92726	-3,46925					
						-3,68856	0,366165	-0,14178	2,963473	5,561662	-2,48008	2,231729	-0,24835	-0,24337	0,459372					
						-1,77211	2,152772	-0,25392	-1,14439	1,579373	-0,36413	2,37636	2,012231	0,964882	0,78376					
						0,400581	-1,09336	-1,16658	-0,359	-0,94627	1,879698	-0,91216	0,967537	0,74762	-1,314568					
						-0,99961	2,20486	-1,19965	-1,74086	0,047574	1,112172	-0,38548	0,726692	0,621037	1,313502					
						-0,87043	-0,03792	-0,94025	3,109801	1,894531	-0,94514	-1,65577	-2,60091	-0,98905	0,271306					
						1,415121	-1,40196	-6,61092	0,423568	-2,99225	6,70505	-1,95108	4,75397	0,999851	-1,51585					
						5,0508	3,24012	0,325895	0,384086	-5,02413	-1,57699	-0,32418	-1,90118	-0,95634	0,487944					
						2,604869	2,850918	-0,54169	-3,162	-0,58511	-1,58864	-0,82075	-2,40939	-0,98398	0,331989					
						0,28658	-2,0492	3,659951	-0,00592	0,620063	-2,54236	1,944374	-0,59799	-0,53562	0,46478					
						-0,11161	2,900046	-1,81032	-2,98201	-1,62074	2,249438	-0,75994	1,489502	0,903233	-0,61077					
						-5,24494	-0,47486	7,005768	-0,37925	1,380117	-1,88691	0,007455	-1,87946	-0,95444	-0,36377					
						-0,37033	-2,12891	-9,0187	0,061708	0,107312	7,724019	-1,09558	6,628443	0,999997	1,151189					
						-1,24216	-0,53429	-1,12058	0,337056	-1,27091	2,982149	-2,94643	0,035721	0,035706	1,189547					
						0,972902	0,95477	3,742508	-0,62256	-1,15148	-2,81737	-2,55501	-5,37239	-0,99996	-1,70871					
						0,85836	-1,00586	2,603632	-0,03202	0,019245	-2,1599	-0,61052	-2,77042	-0,99218	1,173691					
						-1,05601	-0,74061	-3,4081	-0,37996	0,159611	3,609614	-3,01202	0,597595	0,535336	-2,21047					

Şekil 4.74. Verilerin (-1, 1) aralığında Normalize edilmesi ile çözüm

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yük ve yolcu taşımacılığının büyük oranla karayolları ile yapıldığı ülkemizde kaliteli ve sağlıklı bir yol kaplaması elde etmek önem arz etmektedir. Asfalt yol tasarımında optimum bitüm tayini için Marshall deneyi kullanılmaktadır. Çalışmamızda Marshall stabilitesi tahmini için istatistiki yöntemler ve yapay zeka tekniklerinden yararlanılmaktadır. Stabilitate tahmini için regresyon ve Yapay Sinir Ağları metotları kullanılmaktadır.

Çalışmamızda; bağımsız değişken olarak kullandığımız numunelerin havadaki ağırlığı, bitümün penetrasyonu, sıcaklık, bitüm ağırlığı, numune yükseklikleri, bitüm yüzdesi, numunelerin sudaki ağırlığı ve bu parametrelerle ilişkili olduğunu düşündüğümüz bağımlı değişken olarak stabilite ele alınmaktadır. Bu bağımsız değişkenlerle iki, üç, dört, beş, altı, yedi değişkenli modeller oluşturulmaktadır. Oluşturulan modellerin regresyon ve YSA tahmin değerleri incelenmiş olup YSA metodunun regresyondan daha iyi tahminlerde bulunduğu sonucuna varılmaktadır.

Regresyon metodu ile Lineear, Interaction, Quadratic ve Purequadratic regresyon analizleri yapılmıştır. Quadratic regresyon modelinin en iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. En iyi çıkan model altı değişkenli HPCYWSST modelidir. Korelasyon katsayısı 0,57125, hataların karesinin ortalaması 14841,82, yüzde hataların ortalaması değeri 9,5858 oranında olduğu belirlenmektedir.

Yapay sinir ağıyla oluşturulan modellerde en iyi sonuç elde edilen model HCPGSST modelidir. Korelasyon katsayısı 0,75168, hataların karesinin ortalaması 9616,43, yüzde hataların ortalaması değeri 7,657227 olarak belirlenmektedir. Beş değişkenli modelde bağımsız değişkenler havadaki ağırlığı, sıcaklık, bitümün penetrasyonu, bitüm ağırlığı, numunelerin sudaki ağırlığı bağımlı değişken stabilitedir. YSA metodu ile stabilite tahmininde başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

Regresyon ve Yapay Sinir Ağları ile oluşturulan Marshall stabilitesi tahmini modelleri karşılaştırıldığında YSA ile oluşturulan HCPGSST modelinin performans değerinin Regresyon ile oluşturulan HPYCGSST modelinden daha yüksek çıktığı görülmektedir.

YSA metodunun Marshall stabilitesi tahmininde daha başarılı olduğunu ve sonuca ulaşmak için daha kolay ve güçlü bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızın sonucunda YSA metodu ile regresyon metodundan daha başarılı sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.



KAYNAKLAR

- Alataş, B. Sinirsel Ağlar, (www.firat.edu.tr/akademik/fakulteler/muhendislik/bilgisayar/balatas/SinirselAglar.pdf) [16.09.2006].
- Dogan A., Cansiz O.F., Unsalan K., Karaca N., 2017. *Investigation of Multi Linear Regression Methods on Estimation of Free Vibration Analysis of Laminated Composite Shallow Shells*. International Journal of Advanced Engineering Research and Science (ISSN : 2349-6495(P) | 2456-1908(O)),4(12), 114-120. <http://dx.doi.org/10.22161/ijaers.4.12.19>
- Anderson, D. & McNeill, G. *Artificial Neural Networks Technology*. (<https://www.thedacs.com/techs/neural/neural.title.php>) [11.12.2006].
- Battal Ö., 2012. *Beton Yollarda Yüzeydeki Sürtünme Katsayısı Kaybının Yapay Sinir Ağlarıyla Belirlenmesi*. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Can M., 2012. *Yapay Sinir Ağları İle Akım Tahmini Mahmudiye Göleti Örneği*. İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Cansız, O.F., 2007. *Enerji Politikalarının Ulaştırma Sistemlerinin Optimizasyonu İle Geliştirilmesi ve Uygulamadan Elde Edilen Getirilerin Ortaya Konması*. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Cansız, O.F., Calisici, M., Mirioglu M.M., 2009. *Use of Artificial Neural Network to Estimate Number of Persons Fatally Injured in Motor Vehicle Accidents*. Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Mathematics, 136-142.
- Cansız, O.F., Calisici, M., Duran D., Unsalan K., 2017. *Marshall Deneyi Sonuçları için Geliştirilen Tahmin Modellerinin İncelenmesi*. 2. Uluslararası Mühendislik ve Tasarım Kongresi 523-524.
- Cansız, O.F., Calisici, M., Erginer İ, Unsalan K., 2017. *Modifiye Bitümlü Karışımların Marshall Stabilite Değerlerinin Yapay Sinir Ağı Modeli ile Tahmin Edilmesi*. 2. Uluslararası Mühendislik ve Tasarım Kongresi 515-516.
- Cansız, O.F., Calisici, M., Erginer İ, Unsalan K., 2017. *Türkiye İçin Trafik Kaza Sayısı Tahmin Modellerinin Oluşturulması*. 2. Uluslararası Mühendislik ve Tasarım Kongresi 615-616.
- Cansız, O.F., Göçmen S., 2018. *Distance Analysis of Multimodal Transportation Based on Traveling Salesman Problem with Particle Swarm Optimization Method*. International Journal of Advanced Engineering Research and Science.
- Cansız, O.F., *Improvements in estimating a fatal accidents model formed by an artificial neural network. Simulation*. 2011; 87(6):512-522. doi: 10.1177/0037549710370842.

- Cansiz, O.F., and Easa, S.M., *Using Artificial Neural Network to Predict Collisions on Horizontal Tangents of 3D Two-Lane Highways*, International Journal of Engineering and Applied Sciences, 47-56, 2011.
- Cichocki A., Unbehaven R., 1993. *Neural Networks for Optimization and Signal Processing*,. John Wiley&Sons: England.
- Cominsky, R.J., Huber, G.A., Kennedy, T.W. and Anderson, M., 1994. *The Superpave MixDesign Manuel for New Construction and Overlays*, SHRP-A-407, National Research Council, Washington, DC., 184 p.
- Cooper K.E., Pell P.S., 1974. *The effect of mix variables on the fatigues trength of bituminous materials*. TRRL Report 633.
- Cybenko, G., 1989 *Approximation by superpositions of sigmoidal function*. *Mathematics of Control, Signals, and Systems*, 2, 303.314.
- Deniz M.T., Lav A.H. 2010. *Asfaltlarda bitümle birlikte granüler sülfür kullanımının stabiliteye etkisi*. itüdergisi/d mühendislik, Cilt:9, Sayı:6, 137-148.
- Detienne, K. B.; Detienne D. H. & Joshi, S. A. (2003). *Neural Networks As Statistical Tools For Business Researchers*. *Organizational Research Methods*, 6(2), 236- 265.
- Elmas, Ç. 2003. *Yapay Sinir Ağları* (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama). 1. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- E.T.AI, 1996. *Asphalt Institute Handbook*
- Erginer İ., 2018. *Modifiye Bitümlü Karışımların Marshall Stabilite Değerlerinin Yapay Sinir Ağı ile Tahmini*. İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay.
- Güneri N., Apaydın A., 2004. *Öğrenci Başarılarının Sınıflandırılmasında Lojistik Regresyon Analizi ve Sinir Ağları Yaklaşımı*. Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, Yıl: 2004, Sayı: 1, ss. 170 – 188.
- Haykin, S. 1999., *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Hornik, K., Stinchcombe, M., White, H., 1989. *Multilayer feed forward networks are universal approximators*. *Natural Networks*, 2, 359.366.
- Karakaş A.S., 2014, *Bitümlü Sıcak Karışımların Trafik Etkisi Altında Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi*. Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Karayolu Teknik Şartnamesi, 2006, Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 753s.

- Kasaplı K., 2014. *İçme suyu Şebekelerinde Maliyet Tahmini Amacıyla Yapay Sinir Ağları Kullanımı*. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 71s.
- Koç, M. L., Balas C. E., Arslan, A., 2004. *Taş Dolgu Dalgakıranların Yapay Sinir Ağları İle Ön Tasarımı*. İMO Teknik Dergi, 15(4), 3351-3375.
- Konak S. D. 2012., *Farklı Darbe Sayıları İle Hazırlanan Sıcak Asfalt Karışımlarda Marshall Oranının Belirlenmesi ve Regresyon Analizi Yöntemi İle Belirlenen Sonuçların Değerlendirilmesi*.
- Kök B.V, Yılmaz M., Kuloğlu N., Şengür A. 2011., *Değişik Şartlarda Hazırlanmış SBS Modifiyeli Bitümün Viskozitesinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi*. 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ.
- Lazarevska M., Knezevic M., Cvetkovska M., Trombeva G. A., 2014. *Application Of Artificial Neural Networks In Civil Engineering*. Technical Gazette 21, 6(2014), 1353-1359 p.
- Liang, R.Y., Zhou, J., 1997. *Prediction of fatigue life of asphalt concrete beams*, Int. J Fatigue, 19 (2):17 124.
- Matlab, 2016. *Neural Network Toolbox*. The MathWorks Inc., Natick, MA.
- Mirioğlu M.M., 2010. *Türkiye Karayollarında Kazalarda Meydana Gelen Ölüm Sayısının Tahmin Modellerinin Oluşturulması*. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Murat Ozturk, Omer F. Cansiz, Umur K. Sevim and Muzeyyen Balcikanli Bankir. *MLR & ANN approaches for prediction of compressive strength of alkali activated EAFS*. *Computers and Concrete*. Volume 21, Number 5, May 2018, pages 559-567. doi:<http://dx.doi.org/10.12989/cac.2018.21.5.559>.
- Mutlugeldi C., 2015, *Elektrik Ark Fırını Cürufunun Karayolu Esnek Üstyapı Bitümlü Temel Tabakasında Agrega Olarak Değerlendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Namlı R., Kuloğlu N., 2007. *Superpave ve Marshall Yöntemlerinin Deneysel Karşılaştırılması*. İMO Teknik Dergi, 4103 -4118, Yazı 270.
- Öksüz, B., 2011, *Asfalt Betonu Kaplamalarda Volkanik Cüruf Ve Cam Atıklarının Filler Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Önal A., Karaca S., 1990. *Asfalt Betonu Karışım Dizayn Metotları*. K.G.M. Yayınları, Ankara.

- Önalp A., Arel E., 2011. *Geoteknik Mühendisliğinde Yapay Sinir Ağı Uygulamaları Ve Bir Örnek: Zemin Profilinin Tahmin Edilmesi/D* Mühendislik İTÜ Dergisi, 10: 4, 3-14.
- Özgan E., Serin S., Kap T., 2011. *Sıcak Karışım Parametrelerinin Marshall Stabilitesine Etkisinin Çok Yönlü İncelenmesi*. 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ.
- Özgana E., Kapa T., Beycioğlu A., Emiroğlu M., 2009. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu. Karabük.
- Öztemel E., 2003. *Yapay Sinir Ağları*. Papatya Yayıncılık, İstanbul, s.13-57.
- Sağıroğlu, Ş., Beşdok E. & Erler, M. (2003). *Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları I: Yapay Sinir Ağları*. Kayseri: Ufuk Kitap Kırtasiye-Yayıncılık.
- Sinecen M., Makinacı M., 2009. *Agregaların Temel Şekil Özellikleri Kullanılarak Yapay Sinir Ağları Yardımıyla Sınıflandırılması*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümü, İzmir.
- Smeed, R.J., 1949. *Some statistical aspects of road safety research*. *Journal of Royal Statistical Society Series A* 112, 1-34.
- Şen, Z. 2004. *Yapay Sinir Ağları İlkeleri*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.
- Tigdemir M., Karasahin M., Sen Z., 2002. *Investigation of fatigue behaviour of asphalt concrete pavements with fuzzylogic approach*, *Int J Fatigue.*, 24 (8):903–910.
- Tigdemir, M., Kalyoncuoglu S.F., Kalyoncuoglu U.Y., 2004. *Applications of ultrasonic method in asphalt concrete testing for fatigue life estimation*. *NDT&E Int.*, 37(8):597-602.
- Tolon M., Güneri Tosunoğlu N., 2008. *Tüketici Tatmini Verilerinin Analizi Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi Karşılaştırması*. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 10 / 2 (2008). 247-259.
- Yıldız K., Gökdemir R A., 2007. *Aşfalt Betonun Aşınma Tabakasının Bitüm Yüzdesi Tayini İçin Tahmin Modeli*. Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, Ankara.

EKLER

Çizelge 4.8. HST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HST Linear	HST İnteraction	HST Quadratic	HST Purquadratic
b0	-65,38461558	-65,38461558	-7209,448398	-7209,448398
b1	0,921968938	0,921968938	13,09914335	13,09914335
b2	0	0	-0,00518661	-0,00518661

Çizelge 4.9. PST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PST Linear	PST İnteraction	PST Quadratic	PST Purquadratic
b0	1365,454738	1365,454738	4114,584882	4114,584882
b1	-6,005593903	-6,005593903	-97,58043922	-97,58043922
b2	0	0	0,75787371	0,75787371

Çizelge 4.10. CST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CST Linear	CST İnteraction	CST Quadratic	CST Purquadratic
b0	-358,8942147	-358,8942147	8254,824477	8254,824477
b1	9,484622425	9,484622425	-108,7504696	-108,7504696
b2	0	0	0,40532353	0,40532353

Çizelge 4.11. GST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	GST Linear	GST İnteraction	GST Quadratic	GST Purquadratic
b0	1209,011925	1209,011925	787,5514424	787,5514424
b1	-3,754183849	-3,754183849	13,01096528	13,01096528
b2	0	0	-0,160316099	-0,160316099

Çizelge 4.12. YST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	YST Linear	YST İnteraction	YST Quadratic	YST Purquadratic
b0	301,1375113	301,1375113	3168,189608	3168,189608
b1	11,43400287	11,43400287	-80,83361205	-80,83361205
b2	0	0	0,741781466	0,741781466

Çizelge 4.13. WST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	WST Linear	WST İnteraction	WST Quadratic	WST Purquadratic
b0	1219,950163	1219,950163	774,921879	774,921879
b1	-44,5851196	-44,5851196	153,342794	153,342794
b2	0	0	-21,15048656	-21,15048656

Çizelge 4.14. SST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	SST Linear	SST İnteraction	SST Quadratic	SST Purquadratic
b0	339,1936111	339,1936111	-6818,786194	-6818,786194
b1	0,979016094	0,979016094	21,75455087	21,75455087
b2	0	0	-0,015065886	-0,015065886

İki değişkenliere ait katsayılar aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.15. HPST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPST Linear	HPST Interaction	HPST Quadratic	HPST Purequadratic
b0	328,486299	-1909,659864	-6106,494491	-2797,50055
b1	0,877749231	2,788729741	13,3693599	9,963183879
b2	-5,805579121	32,03521977	-33,46389403	-77,78019039
b3	0	-0,032311228	-0,03603928	-0,00390191
b4	0	0	-0,004443888	0,595772692
b5	0	0	0,578354278	0

Çizelge 4.16. HCST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCST Linear	HCST Interaction	HCST Quadratic	HCST Purequadratic
b0	-2144,989113	27281,14975	37835,10023	-5360,337052
b1	1,336235348	-23,87860329	-12,46843024	17,71886901
b2	11,04485826	-192,418635	-429,7615826	-76,74701799
b3	0	0,174368842	0,224764474	-0,006984028
b4	0	0	-0,007978458	0,301360089
b5	0	0	0,612436262	0

Çizelge 4.17. HGST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HGST Linear	HGST İnteraction	HGST Quadratic	HGST Purquadratic
b0	-36,08390855	-2944,567494	-13850,32882	-8970,731789
b1	1,077021479	3,568168072	20,97361052	15,56042566
b2	-3,99787497	51,23317337	78,34338981	13,29185629
b3	0	-0,04728771	-0,055260495	-0,006166435
b4	0	0	-0,007232013	-0,165484821
b5	0	0	-0,170371488	0

Çizelge 4.18. HYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HYST Linear	HYST İnteraction	HYST Quadratic	HYST Purquadratic
b0	-143,8098894	-10693,20125	-9880,21489	-2493,938784
b1	0,701452618	9,736144204	19,9375683	12,82885986
b2	5,408392239	175,1852736	-42,96037397	-147,8294547
b3	0	-0,145350017	-0,277783507	-0,005149391
b4	0	0	-0,000829186	1,225473458
b5	0	0	2,995192208	0

Çizelge 4.19. HWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HWST Linear	HWST İnteraction	HWST Quadratic	HWST Purquadratic
b0	146,0114975	-2905,563647	-15794,17788	-8015,511141
b1	0,919341674	3,534679477	23,23738945	14,12768328
b2	-44,54616562	605,9878754	1194,42393	147,5198402
b3	0	-0,557542444	-0,862571316	-0,005640098
b4	0	0	-0,00779981	-20,51777073
b5	0	0	-24,839495	0

Çizelge 4.20. HSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HSST Linear	HSST İnteraction	HSST Quadratic	HSST Purquadratic
b0	-187,7502664	-8336,680342	-5959,262438	-6218,24573
b1	2,52550934	9,53282085	-19,88805178	-16,14665906
b2	-2,549326634	9,160934117	52,34523733	46,7238057
b3	0	-0,01006547	-0,030979794	0,007967579
b4	0	0	0,018675012	-0,035755706
b5	0	0	-0,013509275	0

Çizelge 4.21. PCST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCST Linear	PCST İnteraction	PCST Quadratic	PCST Purquadratic
b0	23,30424906	-8202,433499	3243,469383	12026,92019
b1	-4,364811141	136,3332092	-0,812056473	-118,4221616
b2	8,620112457	65,993379	-35,67279651	-109,6310077
b3	0	-0,98173463	-0,727946931	0,94385575
b4	0	0	0,834062151	0,407083721
b5	0	0	0,299197041	0

Çizelge 4.22. PGST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PGST Linear	PGST İnteraction	PGST Quadratic	PGST Purquadratic
b0	1578,363136	1797,268352	3461,67589	3334,661089
b1	-6,20837436	-9,925738024	-81,27395035	-79,53556112
b2	-3,818476045	-8,074932823	10,84709778	13,81382561
b3	0	0,072305156	0,049787234	0,606385376
b4	0	0	0,599588883	-0,167421243
b5	0	0	-0,167091741	0

Çizelge 4.23. PYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PYST Linear	PYST İnteraction	PYST Quadratic	PYST Purquadratic
b0	754,9754671	-7408,006948	-2520,502468	6808,523363
b1	-5,502758076	133,6275159	30,93390961	-97,17539727
b2	9,349965707	141,0312806	82,34772219	-96,7899801
b3	0	-2,245035424	-1,775442294	0,758810956
b4	0	0	0,609053437	0,852318647
b5	0	0	0,249518682	0

Çizelge 4.24. PWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PWST Linear	PWST İnteraction	PWST Quadratic	PWST Purquadratic
b0	1591,826454	1830,948383	3101,120378	3018,346854
b1	-6,245660016	-10,30690644	-70,2726847	-69,17510547
b2	-45,37856792	-98,08009632	137,0520463	159,4321692
b3	0	0,895403385	0,359115808	0,520340514
b4	0	0	0,515946544	-21,71984089
b5	0	0	-21,58838379	0

Çizelge 4.25. PSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PSST Linear	PSST İnteraction	PSST Quadratic	PSST Purquadratic
b0	644,3699928	-2369,777309	-7108,470362	-3017,771964
b1	-6,211153555	44,52823376	-16,96848576	-77,69725085
b2	1,067787169	5,429636099	24,72222242	18,09254893
b3	0	-0,073415483	-0,091229376	0,592525596
b4	0	0	0,611798092	-0,012474511
b5	0	0	-0,013355781	0

Çizelge 4.26. CGST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CGST Linear	CGST İnteraction	CGST Quadratic	CGST Purquadratic
b0	-86,29199717	-1005,387264	9003,427388	10487,06167
b1	8,855046782	15,21873595	-125,8471671	-141,6650642
b2	-3,45148503	13,96925621	25,28116894	12,6072967
b3	0	-0,120675869	-0,086458303	0,51554571
b4	0	0	0,47694784	-0,154186423
b5	0	0	-0,155986438	0

Çizelge 4.27. CYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CYST Linear	CYST İnteraction	CYST Quadratic	CYST Purquadratic
b0	-1174,859321	25170,44888	31761,92755	6760,595514
b1	9,710288	-172,3046245	-268,4964821	-99,95463907
b2	12,61004589	-411,3056655	-397,7160953	14,52277747
b3	0	2,928868743	2,891159942	0,375935743
b4	0	0	0,337789969	-0,016764075
b5	0	0	-0,066618555	0

Çizelge 4.28. CWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CWST Linear	CWST İnteraction	CWST Quadratic	CWST Purquadratic
b0	-87,13238962	-1360,70673	7644,810917	9668,831108
b1	8,963845006	17,78050025	-109,7612837	-130,7945413
b2	-42,02140454	229,9108069	362,1046664	150,333606
b3	0	-1,883202644	-1,462582865	0,478840455
b4	0	0	0,43021102	-20,60471
b5	0	0	-20,6614238	0

Çizelge 4.29. CSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CSST Linear	CSST İnteraction	CSST Quadratic	CSST Purquadratic
b0	-1766,386977	26102,42061	42948,30637	-2469,570745
b1	11,07915452	-182,2402701	-458,6074892	-82,91968697
b2	1,714273507	-38,96357093	-29,58088686	23,65714671
b3	0	0,282223371	0,379243199	0,322259278
b4	0	0	0,719506908	-0,015932267
b5	0	0	-0,016990997	0

Çizelge 4.30. GYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	GYST Linear	GYST İnteraction	GYST Quadratic	GYST Purquadratic
b0	988,3054205	1118,437131	96,4208854	4747,497446
b1	-3,541605684	-6,009412756	43,01993574	13,97112905
b2	3,37270554	1,287195812	-7,647879634	-132,5760357
b3	0	0,03962928	-0,425262489	-0,167001389
b4	0	0	-0,191483525	1,09906137
b5	0	0	0,275511179	0

Çizelge 4.31. GWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	GWST Linear	GWST İnteraction	GWST Quadratic	GWST Purquadratic
b0	1208,382568	805,8783713	803,4233096	819,9321989
b1	8,271600838	14,94346946	8,995076054	-0,387105233
b2	-135,1928387	-30,49603345	34,25528176	135,271424
b3	0	-1,715554497	-50,25220469	0,065509069
b4	0	0	2,266823766	-26,80252715
b5	0	0	259,4449317	0

Çizelge 4.32. GSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	GSST Linear	GSST İnteraction	GSST Quadratic	GSST Purquadratic
b0	430,9918171	-1407,678753	-11863,51779	-8476,396998
b1	-3,8808341	31,26034098	61,05599276	13,03757579
b2	1,142764175	3,822295576	31,97792492	25,7743998
b3	0	-0,051195256	-0,0685278	-0,162010783
b4	0	0	-0,171406283	-0,017870334
b5	0	0	-0,019768416	0

Çizelge 4.33. YWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	YWST Linear	YWST İnteraction	YWST Quadratic	YWST Purquadratic
b0	1170,905852	1344,446742	-578,1209128	6936,279716
b1	0,743101089	-2,04162142	2,377228365	-200,2418148
b2	-43,96899711	-81,03947989	682,7324593	163,4020491
b3	0	0,596299831	-7,44879863	1,619175187
b4	0	0	0,271051524	-22,13246985
b5	0	0	-28,12293683	0

Çizelge 4.34. YSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	YSST Linear	YSST İnteraction	YSST Quadratic	YSST Purquadratic
b0	65,88158734	-14896,95909	-11436,10192	-1882,062223
b1	8,959908885	250,3270915	-0,363106336	-133,4426069
b2	0,566443479	22,36788979	34,97077234	19,07874718
b3	0	-0,351576472	-0,506993039	1,139350524
b4	0	0	2,870797515	-0,013391082
b5	0	0	-0,002113301	0

Çizelge 4.35. WSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	WSST Linear	WSST İnteraction	WSST Quadratic	WSST Purquadratic
b0	589,9777929	-1266,497899	-13746,3222	-7831,926925
b1	-44,15294111	354,0888554	994,7567562	151,9923291
b2	0,914506901	3,621050676	35,64522227	24,13099234
b3	0	-0,580664958	-1,157551337	-20,96619083
b4	0	0	-26,19026023	-0,016874064
b5	0	0	-0,021320713	0

Üç değişkenlilere ait katsayılar aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.36. HPCST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCST Linear	HPCST İnteraction	HPCST Quadratic	HPCST Purquadratic
b0	-1735,854595	16990,71527	29514,00669	173,0925603
b1	1,276954564	-19,83779369	-9,789183352	14,16533223
b2	-3,767504412	105,9069713	-3,457997207	-93,874239
b3	10,22943464	-121,9602532	-330,8173142	-82,21816687
b4	0	-0,007238081	-0,009425518	-0,005532147
b5	0	0,148524539	0,18403109	0,745823928
b6	0	-0,703995589	-0,411050067	0,318244114
b7	0	0	-0,00643918	0
b8	0	0	0,579255299	0
b9	0	0	0,516506066	0

Çizelge 4.37. HPGST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPGST Linear	HPGST Interaction	HPGST Quadratic	HPGST Purquadratic
b0	370,3533335	-2481,249363	-11120,70159	-5721,362677
b1	1,033455384	3,574066783	19,06941087	13,11994019
b2	-5,985173459	0,830878598	-36,51668224	-53,39389213
b3	-4,049998324	40,09133551	67,4401818	13,87284468
b4	0	-0,007511608	-0,013453638	-0,005168311
b5	0	-0,03986567	-0,046991491	0,392099164
b6	0	0,04124958	0,02864183	-0,1706324
b7	0	0	-0,006308777	0
b8	0	0	0,372066622	0
b9	0	0	-0,174117873	0

Çizelge 4.38. HPYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPYST Linear	HPYST Interaction	HPYST Quadratic	HPYST Purquadratic
b0	281,7605089	-19831,23113	-13929,69429	1681,221357
b1	0,769938686	11,19607261	16,98350761	10,13441603
b2	-5,686750625	117,2072016	47,03547682	-81,37579971
b3	2,666364048	339,0633434	108,0361561	-144,7766011
b4	0	0,010270454	-0,00218524	-0,004025094
b5	0	-0,178236149	-0,229885401	0,626878768
b6	0	-2,17894546	-1,636920076	1,187566439
b7	0	0	-0,000803575	0
b8	0	0	0,42367047	0
b9	0	0	2,088295319	0

Çizelge 4.39. HPWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPWST Linear	HPWST Interaction	HPWST Quadratic	HPWST Purquadratic
b0	559,8710985	-2248,606404	-12883,13624	-4994,197451
b1	0,873242713	3,419080564	20,95341833	11,83354391
b2	-6,046342443	-2,93018228	-35,88982489	-48,60010499
b3	-45,31624593	477,2419746	1078,905328	153,0195282
b4	0	-0,005032904	-0,009077947	-0,004702098
b5	0	-0,480201194	-0,772149812	0,351862319
b6	0	0,642023057	0,173728329	-21,07668961
b7	0	0	-0,006816443	0
b8	0	0	0,329970602	0
b9	0	0	-24,83014708	0

Çizelge 4.40. HPSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPSST Linear	HPSST İnteraction	HPSST Quadratic	HPSST Purquadratic
b0	225,3658572	-10409,42932	1715,247787	682,1172284
b1	1,797323796	7,673291188	-51,4949934	-36,32964567
b2	-5,315735476	39,52062306	-124,6339564	-110,8775026
b3	-1,456018403	15,52306127	95,38098191	71,38040501
b4	0	0,015564216	0,198386315	0,016455598
b5	0	-0,009858468	-0,178273743	0,877704153
b6	0	-0,091184866	-0,319554733	-0,053505534
b7	0	0	0,070240292	0
b8	0	0	0,891751191	0
b9	0	0	0,094614166	0

Çizelge 4.41. HCGST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCGST Linear	HCGST İnteraction	HCGST Quadratic	HCGST Purquadratic
b0	-2017,096953	19401,90771	28358,97743	-4391,047811
b1	1,460682255	-17,77226355	-2,633110086	19,62753627
b2	10,51062888	-148,5370305	-404,098503	-108,6815356
b3	-3,725390724	46,68335219	75,95070918	12,68175861
b4	0	0,142346721	0,194308117	-0,00774571
b5	0	-0,026210689	-0,038460537	0,408575769
b6	0	-0,136177849	-0,117318695	-0,157491886
b7	0	0	-0,009388281	0
b8	0	0	0,664634092	0
b9	0	0	-0,169525066	0

Çizelge 4.42. HCYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCYST Linear	HCYST İnteraction	HCYST Quadratic	HCYST Purquadratic
b0	-2162,371862	13720,84815	28529,24923	-3225,035353
b1	1,25195711	1,433904053	4,023530385	18,08559347
b2	10,98241464	-213,389303	-377,9480283	-74,18754427
b3	2,009568757	9,95070642	-130,6846342	-81,77445054
b4	0	0,09707635	0,154987011	-0,007156008
b5	0	-0,229101911	-0,278890307	0,292414983
b6	0	1,791360358	1,245123801	0,664980336
b7	0	0	-0,00333082	0
b8	0	0	0,44906883	0
b9	0	0	2,223453363	0

Çizelge 4.43. HCWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCWST Linear	HCWST İnteraction	HCWST Quadratic	HCWST Purquadratic
b0	-1846,029136	18593,83867	25838,17984	-4184,669032
b1	1,313487457	-17,20342087	-0,330354417	18,31418418
b2	10,50366726	-143,087822	-397,6293882	-99,46343493
b3	-41,52535129	596,7921514	1204,864235	140,2759881
b4	0	0,138534676	0,192931621	-0,007264674
b5	0	-0,329074151	-0,679471263	0,376988827
b6	0	-1,752670272	-1,553247732	-19,45633397
b7	0	0	-0,009872492	0
b8	0	0	0,65134665	0
b9	0	0	-24,36936436	0

Çizelge 4.44. HCSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCSST Linear	HCSST İnteraction	HCSST Quadratic	HCSST Purquadratic
b0	-2157,367702	16800,08238	37267,98897	-5748,51729
b1	2,148954847	-9,018335764	36,30128888	18,81475683
b2	10,77715005	-191,1121126	-452,2203131	-76,7940242
b3	-1,308034088	4,783773504	-76,75582906	-0,748572602
b4	0	0,136153319	0,094623439	-0,007079756
b5	0	-0,012654756	0,087127089	0,30054878
b6	0	0,063040647	0,226487948	-0,000473484
b7	0	0	-0,046160546	0
b8	0	0	0,677998367	0
b9	0	0	-0,042650094	0

Çizelge 4.45. HGYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HGYST Linear	HGYST İnteraction	HGYST Quadratic	HGYST Purquadratic
b0	190,2395178	-12255,2338	-13480,73318	-5086,972813
b1	1,733342238	13,48973117	33,61215175	23,35740908
b2	-5,095164134	41,82925886	55,35354948	11,38681595
b3	-15,05319552	124,8504361	-226,5208242	-266,8391643
b4	0	-0,062824359	-0,058955465	-0,009187631
b5	0	-0,137475867	-0,15880259	-0,158468113
b6	0	0,427592836	0,384682194	2,0169339
b7	0	0	-0,008068121	0
b8	0	0	-0,147767605	0
b9	0	0	3,035993596	0

Çizelge 4.46. HGWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HGWST Linear	HGWST İnteraction	HGWST Quadratic	HGWST Purquadratic
b0	146,8474653	-3880,92204	-16181,49877	-9064,859024
b1	0,918603639	3,955006904	22,66397115	15,74809219
b2	0,018717664	316,1466086	181,6814	-3,817013997
b3	-44,75123155	-2623,958818	-500,6796846	198,3526029
b4	0	-0,262923195	-0,184947595	-0,00626901
b5	0	2,306339752	0,908327605	0,00116822
b6	0	-2,050322908	-15,25157287	-21,6236792
b7	0	0	-0,007006398	0
b8	0	0	1,023955135	0
b9	0	0	18,84056355	0

Çizelge 4.47. HGSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HGSST Linear	HGSST İnteraction	HGSST Quadratic	HGSST Purquadratic
b0	-177,1865309	-14533,64247	-12447,44722	-7891,361421
b1	2,93875476	17,35600821	-29,70808696	-19,27038041
b2	-4,091730256	65,71472157	91,01026063	14,06397839
b3	-2,95401758	8,833602374	81,01200071	55,87852473
b4	0	-0,098631208	-0,095788988	0,009527188
b5	0	-0,013178754	-0,068196145	-0,174089844
b6	0	0,066089719	0,051349755	-0,042820187
b7	0	0	0,036211582	0
b8	0	0	-0,177117309	0
b9	0	0	-0,00512551	0

Çizelge 4.48. HYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HYWST Linear	HYWST İnteraction	HYWST Quadratic	HYWST Purquadratic
b0	445,3874832	-10871,67545	-13973,90073	-2437,866084
b1	1,580966685	12,20769168	33,39962353	22,28795636
b2	-16,24648636	104,1520282	-228,9301898	-327,4827715
b3	-57,9884733	526,0723281	976,7555788	131,607926
b4	0	-0,118150245	-0,127522663	-0,008817798
b5	0	-0,72079883	-0,809789475	2,496646873
b6	0	4,165287489	2,05192852	-20,32632713
b7	0	0	-0,008596946	0
b8	0	0	2,840666671	0
b9	0	0	-23,07797636	0

Çizelge 4.49. HYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HYSST Linear	HYSST İnteraction	HYSST Quadratic	HYSST Purquadratic
b0	-203,7403859	-12539,62519	-13027,66357	-4195,010118
b1	2,372469579	-30,5656081	-37,0953245	-13,18408579
b2	1,57100139	141,0418988	91,00583724	-79,85810971
b3	-2,40785674	77,02039266	94,10552038	43,00368927
b4	0	0,581761868	0,529295479	0,006683532
b5	0	-0,004559588	0,16010549	0,644736984
b6	0	-1,194404546	-1,347931248	-0,033012073
b7	0	0	-0,044293095	0
b8	0	0	1,745286995	0
b9	0	0	-0,145333281	0

Çizelge 4.50. HWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HWSST Linear	HWSST İnteraction	HWSST Quadratic	HWSST Purquadratic
b0	5,082003557	-14489,61131	-14569,53205	-6823,345039
b1	2,851248398	17,71799622	-24,78739493	-21,24095306
b2	-45,91583777	802,0415109	1308,886708	148,6971413
b3	-3,071495546	7,926358743	77,20771731	56,52851398
b4	0	-1,240586494	-1,045741974	0,010272755
b5	0	-0,012982761	-0,050912828	-20,82055873
b6	0	0,87416168	0,150008975	-0,043271398
b7	0	0	0,0288861	0
b8	0	0	-25,40715333	0
b9	0	0	-0,015618007	0

Çizelge 4.51. PCGST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCGST Linear	PCGST İnteraction	PCGST Quadratic	PCGST Purquadratic
b0	330,5146839	-7283,884538	5932,106833	13910,47189
b1	-4,687186057	119,2201961	7,606353488	-98,71171051
b2	7,911951656	60,42675592	-80,18419752	-145,885948
b3	-3,532262764	4,817649048	18,04431541	13,51807995
b4	0	-0,855405695	-0,649178984	0,776995354
b5	0	-0,024635292	-0,049523914	0,528183016
b6	0	-0,047115084	-0,009196274	-0,162034523
b7	0	0	0,688427807	0
b8	0	0	0,434652341	0
b9	0	0	-0,164111692	0

Çizelge 4.52. PCYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCYST Linear	PCYST İnteraction	PCYST Quadratic	PCYST Purquadratic
b0	-753,7603239	10442,44222	20817,02735	11515,10075
b1	-3,704287468	156,1593026	14,34300036	-117,8325606
b2	8,949849466	-97,10134257	-183,3479041	-98,96171965
b3	11,11503711	-251,1530577	-248,4856113	-21,28013431
b4	0	-0,611969373	-0,422142424	0,944426156
b5	0	-1,164243835	-0,655284375	0,371585688
b6	0	2,28041854	2,184690411	0,258214532
b7	0	0	0,68746186	0
b8	0	0	0,27942618	0
b9	0	0	-0,150420591	0

Çizelge 4.53. PCWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCWST Linear	PCWST İnteraction	PCWST Quadratic	PCWST Purquadratic
b0	330,5283361	-7022,724122	4947,770178	12866,8727
b1	-4,70573163	109,5506263	9,699904397	-89,19685205
b2	8,021060582	58,71973973	-70,45892566	-135,6961258
b3	-42,88886261	114,2417243	287,7584296	156,7443177
b4	0	-0,78853762	-0,594295989	0,69821383
b5	0	-0,254046863	-0,834782914	0,493678984
b6	0	-0,975608101	-0,542444278	-21,1503632
b7	0	0	0,616596085	0
b8	0	0	0,397895567	0
b9	0	0	-21,44210878	0

Çizelge 4.54. PCSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCSST Linear	PCSST İnteraction	PCSST Quadratic	PCSST Purquadratic
b0	-1386,181234	11588,22374	28832,26578	2023,084288
b1	-4,392441718	149,1123946	37,69171444	-89,26398065
b2	10,21417042	-96,02278808	-334,0101487	-89,70592538
b3	1,719647345	-26,83191573	-17,07209206	20,52260322
b4	0	-0,781363106	-0,495303037	0,703038327
b5	0	-0,059391443	-0,058351531	0,343239256
b6	0	0,22166507	0,296166428	-0,013799056
b7	0	0	0,578278126	0
b8	0	0	0,584330839	0
b9	0	0	-0,01502989	0

Çizelge 4.55. CGYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CGYST Linear	CGYST İnteraction	CGYST Quadratic	CGYST Purquadratic
b0	-467,6822682	29741,75227	35869,1618	10749,02143
b1	9,016737053	-198,2167747	-350,5932807	-134,2614029
b2	-3,101394458	-22,64291033	24,27174773	13,5787683
b3	5,46674613	-467,328405	-346,5700868	-32,99541547
b4	0	0,107773055	0,13531114	0,490690808
b5	0	3,24301379	3,254072168	-0,159934202
b6	0	0,063084094	-0,447167069	0,311445834
b7	0	0	0,514671273	0
b8	0	0	-0,183182911	0
b9	0	0	-0,764768441	0

Çizelge 4.56. CGWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CGWST Linear	CGWST İnteraction	CGWST Quadratic	CGWST Purquadratic
b0	-181,858606	-1479,069822	13045,79184	8083,945733
b1	9,503018738	16,10696744	-177,8389415	-108,6463629
b2	11,51645224	-440,2295182	-533,5678891	0,625304007
b3	-168,0192557	5278,753364	6134,727464	111,9942172
b4	0	3,182629737	3,725351722	0,404524174
b5	0	-37,26730605	-42,04791958	0,081940486
b6	0	-1,454758895	-66,80826728	-27,26999553
b7	0	0	0,645804182	0
b8	0	0	3,114932423	0
b9	0	0	341,3698926	0

Çizelge 4.57. CGSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CGSST Linear	CGSST İnteraction	CGSST Quadratic	CGSST Purquadratic
b0	-1576,999359	20639,61774	35717,21917	-1500,54369
b1	10,5303298	-146,294916	-436,8239385	-115,0489328
b2	-3,596990971	22,34763765	52,62131235	12,21451081
b3	1,829622875	-31,98808746	-16,64153521	27,09912985
b4	0	-0,124790001	-0,105925633	0,429993762
b5	0	0,238484286	0,335917004	-0,151919493
b6	0	-0,011330005	-0,033845053	-0,01836476
b7	0	0	0,76285417	0
b8	0	0	-0,168289023	0
b9	0	0	-0,020523096	0

Çizelge 4.58. GYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	GYWST Linear	GYWST İnteraction	GYWST Quadratic	GYWST Purquadratic
b0	1476,749312	-1778,876049	3081,906325	9055,001028
b1	9,989901882	206,6121141	225,8372884	-3,457349229
b2	-4,10260197	39,27389548	-119,0571124	-261,488502
b3	-157,416797	-1570,028189	-1692,747952	167,6150216
b4	0	-3,020261672	-3,460106279	0,111007588
b5	0	-2,309521814	-77,76048181	2,076388199
b6	0	25,06335342	28,48927428	-32,54392062
b7	0	0	3,537236039	0
b8	0	0	1,287764804	0
b9	0	0	401,0086879	0

Çizelge 4.59. GYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	GYSTT Linear	GYSTT İnteraction	GYSTT Quadratic	GYSTT Purquadratic
b0	552,8065879	-18256,33298	-16402,01794	-2643,146383
b1	-4,140413985	31,76477392	52,51762128	12,83907324
b2	-3,792127035	251,4489696	-113,100925	-228,6978338
b3	1,328331149	30,33083591	56,32627984	29,65586281
b4	0	0,360044829	0,38882868	-0,162879602
b5	0	-0,084746971	-0,092600821	1,805256497
b6	0	-0,397536205	-0,575755537	-0,02052068
b7	0	0	-0,163733298	0
b8	0	0	3,904531434	0
b9	0	0	-0,010522472	0

Çizelge 4.60. YWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	YWSST Linear	YWSST İnteraction	YWSST Quadratic	YWSST Purquadratic
b0	780,3440883	-16867,80349	-17668,55442	-466,0454911
b1	-5,424655471	231,8721068	-121,5426747	-290,7383869
b2	-48,53563156	379,2396108	989,7131107	154,6013327
b3	1,157890118	28,20949132	58,39153026	29,23421253
b4	0	3,492626631	1,960682134	2,289590188
b5	0	-0,367277235	-0,538364952	-21,77163533
b6	0	-0,937359361	-1,322116818	-0,020361335
b7	0	0	3,846449472	0
b8	0	0	-26,80723975	0
b9	0	0	-0,01290993	0

Dört değişkenlilere ait katsayılar aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.61. HPCGST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCGST Linear	HPCGST İnteraction	HPCGST Quadratic	HPCGST Purquadratic
b0	-1574,650735	12440,43991	25019,99699	295,278876
b1	1,39881216	-15,27088246	-2,867805036	16,65824382
b2	-4,055825713	58,82712027	-22,41207378	-69,25586344
b3	9,62444248	-90,03769427	-340,0523862	-117,4235909
b4	-3,78368594	39,26070462	67,82685432	13,35014289
b5	0	0,016617963	0,013611403	-0,006536777
b6	0	0,116816564	0,161053673	0,538713417
b7	0	-0,024090865	-0,034195466	0,436122356
b8	0	-0,553920322	-0,301812444	-0,163187251
b9	0	-0,0499934	-0,066436002	0
b10	0	-0,081635563	-0,065295266	0
b11	0	0	-0,007728238	0
b12	0	0	0,409161856	0
b13	0	0	0,627075431	0
b14	0	0	-0,173384723	0

Çizelge 4.62. HPCYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCYST Linear	HPCYST İnteraction	HPCYST Quadratic	HPCYST Purquadratic
b0	-1741,544112	182,8150327	20016,07011	2512,059668
b1	1,258883283	1,472482136	2,599888677	14,72228354
b2	-3,749959521	141,3960771	38,55511252	-95,15213619
b3	10,21963803	-150,7721945	-306,3837864	-78,96369511
b4	0,437482479	174,6255821	-23,38147346	-92,33385005
b5	0	0,000711584	-0,00557103	-0,005778777
b6	0	0,099207672	0,138136406	0,756775964
b7	0	-0,236133088	-0,221031547	0,306998661
b8	0	-0,492627885	-0,306134228	0,746984719
b9	0	-1,21529402	-0,742123215	0
b10	0	1,19254009	0,877150511	0
b11	0	0	-0,00312597	0
b12	0	0	0,44864301	0
b13	0	0	0,408355515	0
b14	0	0	1,589932467	0

Çizelge 4.63. HPCWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCWST Linear	HPCWST İnteraction	HPCWST Quadratic	HPCWST Purquadratic
b0	-1393,274379	12324,79149	23218,91182	335,4012128
b1	1,248274553	-15,05482636	-1,030388219	15,47225263
b2	-4,117230569	55,78378391	-20,15895809	-65,0300092
b3	9,602337785	-89,73854681	-341,5154755	-108,6265779
b4	-42,30895302	502,7903591	1135,307018	146,0999867
b5	0	0,015454303	0,014230018	-0,006107936
b6	0	0,115994963	0,163694476	0,503261813
b7	0	-0,307699384	-0,635355892	0,405891927
b8	0	-0,528243023	-0,279867205	-20,00167785
b9	0	-0,414195797	-0,947880218	0
b10	0	-1,106774483	-1,012526226	0
b11	0	0	-0,008265957	0
b12	0	0	0,36592485	0
b13	0	0	0,621261281	0
b14	0	0	-24,76149234	0

Çizelge 4.64. HPCSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCSST Linear	HPCSST İnteraction	HPCSST Quadratic	HPCSST Purquadratic
b0	-1763,715619	9757,744508	30446,43353	1556,771374
b1	1,682525174	-33,16624372	-20,64752757	-6,132688572
b2	-3,567388553	102,6487691	-64,17687738	-113,0466442
b3	10,14018995	-130,0497895	-305,8886665	-78,89558015
b4	-0,647679154	45,54415491	15,60937031	31,43845489
b5	0	0,173849847	0,270693182	0,003546651
b6	0	0,220259102	0,174489059	0,909248837
b7	0	-0,011057767	-0,012478971	0,305938099
b8	0	-0,746353251	-0,486006998	-0,023990412
b9	0	-0,293257383	-0,412429857	0
b10	0	-0,106645001	0,009845452	0
b11	0	0	-0,00442819	0
b12	0	0	0,81656717	0
b13	0	0	0,461275633	0
b14	0	0	0,01544023	0

Çizelge 4.65. HPGYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPGYST Linear	HPGYST İnteraction	HPGYST Quadratic	HPGYST Purquadratic
b0	738,4338656	-19161,8232	-21612,04467	-4213,781556
b1	1,904269505	15,71759691	41,96230317	22,84598147
b2	-6,947889066	81,13088703	84,23595664	-28,99067388
b3	-5,525994447	28,61425287	33,96452982	11,14114424
b4	-20,13348193	249,2968375	-173,9040578	-248,1388434
b5	0	0,005817373	-0,0365018	-0,008921203
b6	0	-0,060972409	-0,061717529	0,182812508
b7	0	-0,178888009	-0,27929069	-0,159310017
b8	0	-0,006005668	0,023865129	1,831572286
b9	0	-1,526163026	-0,873230098	0
b10	0	0,606494696	0,725420629	0
b11	0	0	-0,007407527	0
b12	0	0	0,036418043	0
b13	0	0	-0,131258527	0
b14	0	0	3,976630285	0

Çizelge 4.66. HPGWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPGWST Linear	HPGWST İnteraction	HPGWST Quadratic	HPGWST Purquadratic
b0	605,8418357	-2059,207127	-11024,1621	-5804,87458
b1	0,833395683	2,769951484	18,91554272	13,19758097
b2	-6,060324195	-23,76073658	-84,81903512	-51,26523059
b3	1,007875656	283,1035809	175,466723	-2,613800112
b4	-56,36005403	-2350,158084	-559,8542114	190,2232383
b5	0	0,014177926	0,03493822	-0,005228991
b6	0	-0,211569635	-0,127670639	0,374305561
b7	0	1,791678133	0,384018566	-0,006406592
b8	0	-0,454110784	-1,025512134	-21,19774968
b9	0	5,430380863	11,273142	0
b10	0	-2,008556614	-6,189155354	0
b11	0	0	-0,006510763	0
b12	0	0	0,329145505	0
b13	0	0	0,593381391	0
b14	0	0	-28,2261495	0

Çizelge 4.67. HPGSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPGSST Linear	HPGSST İnteraction	HPGSST Quadratic	HPGSST Purquadratic
b0	239,7525092	-13904,43498	-2489,777966	-2230,304189
b1	2,205065535	12,61921771	-63,21764095	-33,88628866
b2	-5,364537857	10,83411647	-139,600303	-89,9990738
b3	-4,10342983	54,83995913	84,99662605	14,67443547
b4	-1,851829113	15,5144921	122,3412719	72,77455513
b5	0	0,050520641	0,196867714	0,015600223
b6	0	-0,091777994	-0,087439247	0,704171291
b7	0	-0,012320838	-0,202508743	-0,178667097
b8	0	0,030546035	0,001449074	-0,054807274
b9	0	-0,110918638	-0,267588574	0
b10	0	0,067663578	0,046905541	0
b11	0	0	0,084607236	0
b12	0	0	0,734163936	0
b13	0	0	-0,183075266	0
b14	0	0	0,09119336	0

Çizelge 4.68. HPYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPYWST Linear	HPYWST İnteraction	HPYWST Quadratic	HPYWST Purquadratic
b0	1032,437602	-17259,8624	-21907,46987	-1941,1687
b1	1,748712602	14,75821002	43,42895031	22,00866192
b2	-7,109361395	73,65619633	87,71390757	-21,03220126
b3	-21,69655473	214,1222471	-213,6983136	-308,1276623
b4	-63,40331768	367,4117839	686,527947	126,7608497
b5	0	1,73E-05	-0,039532756	-0,008642769
b6	0	-0,158153629	-0,270087387	0,115654803
b7	0	-0,71413716	-0,872084898	2,301396301
b8	0	-1,322917093	-0,737710888	-20,30240612
b9	0	0,263962244	0,256600032	0
b10	0	6,283927414	7,048248406	0
b11	0	0	-0,00792345	0
b12	0	0	-0,032841997	0
b13	0	0	4,178314702	0
b14	0	0	-19,5097326	0

Çizelge 4.69. HPYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPYSST Linear	HPYSST İnteraction	HPYSST Quadratic	HPYSST Purquadratic
b0	218,3797648	-19084,70115	-9583,901643	2285,952503
b1	1,738757816	-60,95608404	-79,53193963	-33,47693335
b2	-5,306315379	96,31445738	-32,92184525	-110,6560739
b3	0,614444902	349,3999563	292,2356893	-69,80363607
b4	-1,402624632	121,4556929	141,8828304	68,1505227
b5	0	0,320046299	0,427878284	0,015251012
b6	0	0,722660171	0,434442908	0,875821376
b7	0	-0,00189959	-0,093608463	0,557726063
b8	0	-2,677390376	-2,621177516	-0,051169695
b9	0	-0,450212808	-0,578530964	0
b10	0	-1,50986851	-1,024783743	0
b11	0	0	0,039932184	0
b12	0	0	0,73128229	0
b13	0	0	0,464075427	0
b14	0	0	0,046342499	0

Çizelge 4.70. HPWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPWSST Linear	HPWSST İnteraction	HPWSST Quadratic	HPWSST Purquadratic
b0	424,7337079	-13437,90236	-4564,28638	-1541,646028
b1	2,114342078	12,55764935	-58,38177263	-34,17216888
b2	-5,389396851	5,602653254	-138,0188641	-83,85874103
b3	-46,10893182	673,2022065	1246,404758	154,8046335
b4	-1,965233015	14,598216	118,3532891	71,12524459
b5	0	0,052577248	0,195415071	0,015611907
b6	0	-1,119379763	-0,973622186	0,652480425
b7	0	-0,011980978	-0,186190042	-21,31980326
b8	0	0,472520005	-0,005085294	-0,053536124
b9	0	-0,107706198	-0,260194932	0
b10	0	0,815210872	0,125178256	0
b11	0	0	0,077675592	0
b12	0	0	0,693629467	0
b13	0	0	-25,69322752	0
b14	0	0	0,08127924	0

Çizelge 4.71. HCGYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCGYST Linear	HCGYST İnteraction	HCGYST Quadratic	HCGYST Purquadratic
b0	-1814,295041	13365,76434	32864,92331	-3610,70818
b1	2,268602535	7,992347018	9,179965371	28,27451246
b2	10,88761545	-191,5682427	-430,9853111	-105,6183219
b3	-5,04335632	6,314778348	38,87481526	9,943619693
b4	-18,2146265	-151,8189807	-270,0544345	-189,8428882
b5	0	0,046148991	0,146689588	-0,011052462
b6	0	-0,028179389	-0,019941293	0,399561356
b7	0	-0,177384762	-0,025536345	-0,145048195
b8	0	0,09100113	0,031427292	1,367338183
b9	0	2,313901335	1,391950294	0
b10	0	0,137864221	-0,140095159	0
b11	0	0	-0,010848117	0
b12	0	0	0,625678487	0
b13	0	0	-0,158058294	0
b14	0	0	0,690090554	0

Çizelge 4.72. HCGWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCGWST Linear	HCGWST İnteraction	HCGWST Quadratic	HCGWST Purquadratic
b0	-1842,059632	3064,324324	8449,122732	-5047,311523
b1	1,309975789	-4,209717161	13,53192554	20,21222994
b2	10,50372257	-42,83177483	-276,620996	-104,531793
b3	0,089113715	-19,667517	-224,8278747	-4,04354598
b4	-42,5016424	1164,732026	4066,752722	195,6190981
b5	0	0,052231693	0,070635074	-0,008000441
b6	0	-0,21402553	-0,17939442	0,394376469
b7	0	1,944969144	0,952266744	-0,003226118
b8	0	1,939268178	2,760941798	-20,2413409
b9	0	-23,55094574	-31,97664659	0
b10	0	-1,82750167	-24,42073558	0
b11	0	0	-0,007609971	0
b12	0	0	0,714495296	0
b13	0	0	1,482615915	0
b14	0	0	65,89619953	0

Çizelge 4.73. HCGSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCGSST Linear	HCGSST İnteraction	HCGSST Quadratic	HCGSST Purquadratic
b0	-2031,47242	5753,487767	26300,22742	-4424,886723
b1	2,55400024	-0,546116974	16,8589381	13,03541274
b2	10,14183895	-143,4248468	-400,5289797	-109,676313
b3	-3,790747388	63,279346	78,98951775	13,25505308
b4	-1,756130422	7,883171064	-28,24679906	11,47671097
b5	0	0,128033288	0,094329734	-0,004395647
b6	0	-0,101221145	-0,072838224	0,410349993
b7	0	-0,014811722	0,051814296	-0,163779375
b8	0	-0,140352513	-0,111049121	-0,009803033
b9	0	0,016940299	0,153913171	0
b10	0	0,104217318	0,052786524	0
b11	0	0	-0,02557165	0
b12	0	0	0,688592073	0
b13	0	0	-0,170403617	0
b14	0	0	-0,042844898	0

Çizelge 4.74. HGYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HGYWST Linear	HGYWST İnteraction	HGYWST Quadratic	HGYWST Purquadratic
b0	509,0154353	-8967,750154	-14714,94167	-2763,307424
b1	1,533266737	8,144348718	30,23184195	23,33477658
b2	1,363308986	290,9925	116,1611741	-9,643179467
b3	-16,39517388	85,15202978	-176,7778753	-337,8481373
b4	-73,04756083	-2284,772299	135,8600505	238,3017721
b5	0	-0,17642347	-0,27939064	-0,009237028
b6	0	-0,069795398	-0,086513341	0,072462343
b7	0	1,480692082	2,049469579	2,580419663
b8	0	-1,20333091	2,606486828	-29,32393008
b9	0	-2,117206845	-8,078007972	0
b10	0	9,804322078	-29,59194227	0
b11	0	0	-0,007825559	0
b12	0	0	0,844501281	0
b13	0	0	2,113229955	0
b14	0	0	-37,79783321	0

Çizelge 4.75. HGYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HGYSST Linear	HGYSST İnteraction	HGYSST Quadratic	HGYSST Purquadratic
b0	125,422424	-19360,4095	-21823,55849	-11017,16095
b1	6,004091248	-19,64907558	-43,47237045	-8,031791619
b2	-6,308365421	53,26198798	85,4657729	10,10594896
b3	-29,1685526	-66,71350675	102,6658678	-154,6341179
b4	-5,799903792	93,41742296	123,3493953	60,55193112
b5	0	-0,096027114	0,001876462	0,006197831
b6	0	0,729097229	0,998386307	-0,16001786
b7	0	-0,020754058	0,13440789	0,981910934
b8	0	0,566584887	-0,331585197	-0,04850916
b9	0	0,024904787	-0,080901208	0
b10	0	-1,232585736	-1,681901668	0
b11	0	0	-0,044770391	0
b12	0	0	-0,172597179	0
b13	0	0	-1,031868562	0
b14	0	0	-0,129377427	0

Çizelge 4.76. HYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HYWSST Linear	HYWSST İnteraction	HYWSST Quadratic	HYWSST Purquadratic
b0	452,0395898	-18392,72165	-22562,70499	-8323,30932
b1	6,196939149	-16,71930381	-47,79959881	-8,074162312
b2	-32,29386049	-98,61289616	130,7441494	-213,2109886
b3	-74,07531537	695,1670583	1317,589183	96,71762669
b4	-6,299820913	88,31540822	128,40734	58,73733383
b5	0	0,708353809	1,191688283	0,006206748
b6	0	-1,261739288	0,40583384	1,433278595
b7	0	-0,021694421	0,17760476	-18,52513905
b8	0	6,175660954	-7,579238564	-0,047394884
b9	0	-1,153641445	-1,920241918	0
b10	0	0,462528586	-1,674821587	0
b11	0	0	-0,061509307	0
b12	0	0	-1,633123348	0
b13	0	0	-26,42907588	0
b14	0	0	-0,156659925	0

Çizelge 4.77. PCGYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCGYST Linear	PCGYST İnteraction	PCGYST Quadratic	PCGYST Purquadratic
b0	93,49113847	18390,4726	30035,60515	15152,86777
b1	-4,482167166	136,0903945	16,62299045	-100,8140272
b2	8,045959832	-137,5846862	-295,9759605	-138,7859217
b3	-3,327892933	-32,36217082	14,62621196	14,22548165
b4	3,136110292	-352,8523538	-283,286255	-59,7583142
b5	0	-0,569544305	-0,38152838	0,796570177
b6	0	-0,047402618	-0,07211656	0,504364803
b7	0	-0,914031739	-0,465755737	-0,166381931
b8	0	0,139412901	0,163877611	0,510748244
b9	0	2,759505695	2,749430075	0
b10	0	0,188619544	-0,296609613	0
b11	0	0	0,546654363	0
b12	0	0	0,503934387	0
b13	0	0	-0,179590708	0
b14	0	0	-0,547369024	0

Çizelge 4.78. PCGWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCGWST Linear	PCGWST İnteraction	PCGWST Quadratic	PCGWST Purquadratic
b0	232,6847641	-5310,606467	12526,40287	11301,55668
b1	-4,656790184	76,64830062	-17,68545778	-76,54854478
b2	8,563058624	44,58545181	-158,4111577	-119,0671712
b3	11,36734161	-442,9746672	-525,3963839	1,572180457
b4	-167,2463197	5199,750185	5981,325278	113,6575513
b5	0	-0,568315106	-0,288605229	0,593940915
b6	0	0,973532006	0,948865834	0,437824219
b7	0	-10,89961174	-10,95543696	0,057742338
b8	0	2,805288284	3,291970676	-25,48692505
b9	0	-32,16959769	-36,48502846	0
b10	0	-1,612234945	-58,92078798	0
b11	0	0	0,462773091	0
b12	0	0	0,62407386	0
b13	0	0	2,728482724	0
b14	0	0	299,3154957	0

Çizelge 4.79. PCGSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCGSST Linear	PCGSST İnteraction	PCGSST Quadratic	PCGSST Purquadratic
b0	-1163,236537	8539,652667	26524,04323	2494,645773
b1	-4,7301274	111,0258139	18,23224303	-65,38506038
b2	9,586306662	-70,07253486	-348,0597469	-125,184429
b3	-3,679178575	13,71146916	44,71565173	12,96255807
b4	1,838045463	-20,87364081	-8,688696345	23,99372792
b5	0	-0,629607844	-0,37957316	0,501629889
b6	0	-0,028664428	-0,035925496	0,461957059
b7	0	-0,034133047	-0,022113954	-0,158683287
b8	0	-0,058841314	-0,046652602	-0,016213913
b9	0	0,174500256	0,263609053	0
b10	0	-0,010193675	-0,031171248	0
b11	0	0	0,406608954	0
b12	0	0	0,691187506	0
b13	0	0	-0,171367381	0
b14	0	0	-0,017985978	0

Çizelge 4.80. PCYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCYWST Linear	PCYWST İnteraction	PCYWST Quadratic	PCYWST Purquadratic
b0	311,1152221	21151,58775	29788,62524	16285,44816
b1	-4,688826431	117,9383991	19,50635747	-91,1313176
b2	8,031669434	-150,1136631	-294,7506745	-130,7067818
b3	0,255450354	-387,6412612	-295,2863764	-121,2366342
b4	-42,67188091	-423,4977132	391,4864928	162,9524518
b5	0	-0,517781584	-0,34526602	0,714852769
b6	0	-0,75792959	-0,434701015	0,476593215
b7	0	-0,359112946	-1,179077234	0,981153465
b8	0	2,903422909	2,863653566	-21,74021248
b9	0	1,688975871	1,788683528	0
b10	0	2,553314963	-6,002505273	0
b11	0	0	0,476632526	0
b12	0	0	0,469166979	0
b13	0	0	-0,520436434	0
b14	0	0	-26,48395016	0

Çizelge 4.81. PCYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCYSST Linear	PCYSST İnteraction	PCYSST Quadratic	PCYSST Purquadratic
b0	-1525,452569	-2078,213453	20041,17832	4824,382339
b1	-4,119041047	180,6326018	77,25839335	-94,50213514
b2	10,14730996	-160,7440601	-323,1631793	-85,39052753
b3	4,541878177	121,1129331	-88,35072094	-81,02532713
b4	1,502165037	12,95839754	10,77615636	19,02616313
b5	0	-0,509254375	-0,321463128	0,748992398
b6	0	-0,824528971	-0,405455333	0,32817555
b7	0	-0,087796143	-0,088690595	0,691278843
b8	0	1,617187174	1,414971358	-0,012888972
b9	0	0,146136921	0,203341692	0
b10	0	-0,441947303	-0,437830596	0
b11	0	0	0,423892448	0
b12	0	0	0,428416472	0
b13	0	0	1,697510118	0
b14	0	0	-0,004597639	0

Çizelge 4.82. PCWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCWSST Linear	PCWSST İnteraction	PCWSST Quadratic	PCWSST Purquadratic
b0	-1004,693838	8185,705009	24488,27901	2312,342671
b1	-4,722225765	107,8513147	16,82656854	-62,13494079
b2	9,53815065	-68,27902623	-347,1082016	-116,1945347
b3	-41,69214929	243,6511646	905,5969476	148,9606829
b4	1,618583406	-20,33581083	-5,308758935	22,55576176
b5	0	-0,606261875	-0,356506379	0,474908706
b6	0	-0,280096902	-0,609972116	0,431042933
b7	0	-0,034618711	-0,018465154	-20,27829024
b8	0	-0,960475966	-0,926747961	-0,015347483
b9	0	0,171837139	0,264193904	0
b10	0	-0,186491985	-0,782177985	0
b11	0	0	0,37839422	0
b12	0	0	0,687917339	0
b13	0	0	-25,47318895	0
b14	0	0	-0,019380235	0

Çizelge 4.83. PGYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PGYWST Linear	PGYWST İnteraction	PGYWST Quadratic	PGYWST Purquadratic
b0	2178,41957	-7738,126862	-718,3367453	10872,08667
b1	-6,807320959	117,1836175	71,34617495	-52,66179244
b2	12,14083661	142,6245561	231,8804467	-2,639526264
b3	-8,63839022	138,0101978	-44,83222593	-259,0338238
b4	-185,6038227	-942,9013907	-1880,46843	156,9630289
b5	0	0,893010737	0,348845389	0,38054131
b6	0	-1,923949008	-1,403484029	0,110843138
b7	0	-11,12255198	-4,937680096	2,028150844
b8	0	-2,819614515	-3,791509145	-32,62523438
b9	0	-2,198966611	-76,58711189	0
b10	0	25,09281017	34,8349413	0
b11	0	0	0,111284217	0
b12	0	0	3,434714198	0
b13	0	0	1,230291503	0
b14	0	0	402,3444173	0

Çizelge 4.84. PGYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PGYSST Linear	PGYSST İnteraction	PGYSST Quadratic	PGYSST Purquadratic
b0	1071,157476	-30870,31757	-25961,11556	-735,8198264
b1	-7,062112902	121,9878112	86,86928197	-44,27051122
b2	-4,586025342	18,80606645	27,73102312	12,66627788
b3	-9,064347497	404,9088684	-80,14744072	-220,3181997
b4	1,690833854	44,54506956	76,50678054	28,00586658
b5	0	0,044134055	0,0624461	0,309297724
b6	0	-1,209412565	-0,48147468	-0,16404365
b7	0	-0,081964776	-0,116831061	1,704072899
b8	0	0,556721992	0,809263408	-0,01917074
b9	0	-0,087978522	-0,103795391	0
b10	0	-0,540607778	-0,888985472	0
b11	0	0	0,107510019	0
b12	0	0	-0,141665467	0
b13	0	0	5,373601799	0
b14	0	0	-0,005388023	0

Çizelge 4.85. PYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PYWSST Linear	PYWSST İnteraction	PYWSST Quadratic	PYWSST Purquadratic
b0	1332,079093	-29266,70008	-26727,89604	1212,409539
b1	-7,170703908	116,4336578	89,99942011	-37,38876096
b2	-10,96738849	379,4331119	-114,0257413	-281,2123614
b3	-53,87684856	248,3888317	673,2131533	150,7884459
b4	1,507795115	42,74041916	79,41059875	27,58655453
b5	0	-1,103950363	-0,41549448	0,251400599
b6	0	0,598622945	0,524315756	2,176192169
b7	0	-0,084188395	-0,115681777	-21,77188101
b8	0	5,711028849	7,374575619	-0,019000109
b9	0	-0,511142176	-0,8722154	0
b10	0	-1,004969869	-1,45888741	0
b11	0	0	0,047814734	0
b12	0	0	5,575502384	0
b13	0	0	-22,64611022	0
b14	0	0	-0,007462977	0

Çizelge 4.86. CGYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CGYWST Linear	CGYWST İnteraction	CGYWST Quadratic	CGYWST Purquadratic
b0	33,76195733	14456,75348	23706,3965	13109,95575
b1	9,474560975	-112,3878026	-250,6437086	-102,2185647
b2	12,86065622	-41,23606263	-132,5629181	-1,497255787
b3	-3,232611094	-242,5306768	-214,2894073	-173,8966441
b4	-185,4321367	1216,950852	2300,287514	133,2675547
b5	0	2,334208653	3,387249944	0,382296914
b6	0	1,954918971	1,294144539	0,11447545
b7	0	-26,21031115	-37,20151546	1,378099268
b8	0	-4,394972079	-5,508064751	-31,27760638
b9	0	-2,081674915	-107,1113319	0
b10	0	40,11889452	49,74507588	0
b11	0	0	0,604367438	0
b12	0	0	4,899542789	0
b13	0	0	0,58790683	0
b14	0	0	561,1914769	0

Çizelge 4.87. CGYSST Modeli Regresyon Katsayılar

Modeller	CGYSST Linear	CGYSST İnteraction	CGYSST Quadratic	CGYSST Purquadratic
b0	-1416,802116	18459,79498	39404,99496	1620,374954
b1	10,61969729	-226,2956783	-469,6088201	-112,7075139
b2	-3,972266388	-1,590079862	31,47637056	11,47922141
b3	-5,517480116	-137,2067069	-276,3143795	-149,4761268
b4	2,105448803	5,896889899	6,509647232	31,33369192
b5	0	0,069866293	0,050899397	0,422220295
b6	0	2,401838757	1,965056544	-0,148939586
b7	0	0,122569597	0,235743922	1,152214889
b8	0	0,115101337	-0,098238813	-0,021201933
b9	0	-0,028443397	-0,028064746	0
b10	0	-0,323128703	-0,239225218	0
b11	0	0	0,664100946	0
b12	0	0	-0,16654835	0
b13	0	0	1,244885674	0
b14	0	0	-0,016055749	0

Çizelge 4.88. CGWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CGWSST Linear	CGWSST İnteraction	CGWSST Quadratic	CGWSST Purquadratic
b0	-1284,111277	4478,831218	15804,57558	-1852,749331
b1	10,45227689	-43,49673207	-304,3419499	-104,8780281
b2	3,388645404	-261,2130829	-253,1928074	-6,945182032
b3	-78,04615792	3695,363135	4317,658702	217,1405157
b4	1,415662204	-9,217060863	8,812482065	26,17606874
b5	0	2,178403508	2,608456674	0,395080268
b6	0	-26,23633553	-30,44363286	0,059482767
b7	0	0,089913245	0,140689663	-26,78274418
b8	0	-1,751754773	-54,0112971	-0,01785655
b9	0	-0,058789995	-0,231575875	0
b10	0	0,134028393	0,945199194	0
b11	0	0	0,76407049	0
b12	0	0	2,862727099	0
b13	0	0	223,1141697	0
b14	0	0	-0,015021371	0

Çizelge 4.89. GYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	GYWSST Linear	GYWSST İnteraction	GYWSST Quadratic	GYWSST Purquadratic
b0	1055,356808	-15326,18263	-11954,97911	804,9021088
b1	5,878534336	318,7705176	466,4571879	-10,10993038
b2	-6,775227453	202,2424686	-82,93268066	-321,8951419
b3	-114,1824721	-2501,479527	-3350,51615	251,121273
b4	0,876127497	21,91721568	33,65840167	28,67609738
b5	0	-1,903840302	0,8348765	0,120872086
b6	0	-2,29095015	-81,06751737	2,532409375
b7	0	-0,270948917	-0,826815699	-35,17170529
b8	0	17,20755551	-13,83031216	-0,020048192
b9	0	-0,271960741	-0,311240173	0
b10	0	2,135085403	7,232821948	0
b11	0	0	4,264789458	0
b12	0	0	2,472287752	0
b13	0	0	346,0286855	0
b14	0	0	-0,003401336	0

Beş değişkenlilere ait katsayılar aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.90. HPCGYST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCGYST Linear	HPCGYST İnteraction	HPCGYST Quadratic	HPCGYST Purquadratic
b0	-1226,514822	4481,806897	25553,7375	-171,2853465
b1	2,341933638	15,27128631	20,45024157	26,53464781
b2	-5,042346367	72,26353976	40,07583864	-42,28653017
b3	9,855985864	-146,220829	-395,7486322	-120,8198513
b4	-5,360935126	-13,71602861	13,74465509	10,1743099
b5	-21,60202913	-148,5997506	-334,6841538	-181,6685868
b6	0	-0,014564477	-0,030696712	-0,010319405
b7	0	0,009621839	0,101451083	0,307688564
b8	0	-0,029134738	-0,024626605	0,448401038
b9	0	-0,194643535	-0,114007626	-0,148823493
b10	0	-0,30363622	-0,136101518	1,283503047
b11	0	0,002331065	-0,00173314	0
b12	0	-0,274050548	-0,009797873	0
b13	0	0,171490776	0,114467938	0
b14	0	2,46903343	1,696258536	0
b15	0	0,284660428	0,136281021	0
b16	0	0	-0,00964241	0
b17	0	0	0,091078687	0
b18	0	0	0,629666807	0
b19	0	0	-0,145595003	0
b20	0	0	1,555025368	0

Çizelge 4.91. HPCGWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCGWST Linear	HPCGWST İnteraction	HPCGWST Quadratic	HPCGWST Purquadratic
b0	-1358,364454	-876,2202556	9380,6531	-415,3309787
b1	1,218277476	-4,215290983	10,65554577	17,37765062
b2	-4,128114186	53,03680808	-47,08515816	-68,8480018
b3	9,600424963	-4,325935924	-241,7546752	-113,9177048
b4	0,756845069	-24,11212133	-204,0177708	-2,690932164
b5	-50,60268989	1148,604386	3750,680029	188,3147986
b6	0	0,019466212	0,032308436	-0,006842337
b7	0	0,043201464	0,058363694	0,535415121
b8	0	-0,167840481	-0,138550481	0,424135029
b9	0	1,443629668	0,572734534	-0,018558925
b10	0	-0,53688258	-0,23255755	-19,07415687
b11	0	-0,113182597	-0,337599558	0
b12	0	0,727822714	2,731831602	0
b13	0	1,641521846	2,432926535	0
b14	0	-19,6341318	-27,88987642	0
b15	0	-1,879441577	-19,70345532	0
b16	0	0	-0,006604348	0
b17	0	0	0,364746941	0
b18	0	0	0,682503561	0
b19	0	0	1,240972456	0
b20	0	0	42,74469371	0

Çizelge 4.92. HPCGSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCGSST Linear	HPCGSST İnteraction	HPCGSST Quadratic	HPCGSST Purquadratic
b0	-1619,155315	2275,667729	24890,41979	1848,602088
b1	2,069552105	-27,2806821	-40,03733207	-6,280786643
b2	-3,728101701	59,78102181	-93,65597468	-92,51863072
b3	9,471486537	-95,68668223	-289,3835684	-113,9373842
b4	-3,818772323	59,81007227	80,02188297	13,96773952
b5	-1,069338843	49,32184974	58,08836176	35,7022855
b6	0	0,205341615	0,264297188	0,003779157
b7	0	0,21847781	0,164936253	0,737108398
b8	0	-0,110416546	-0,084345301	0,423016047
b9	0	-0,012835271	-0,052402508	-0,169443078
b10	0	-0,599014648	-0,380753704	-0,02738985
b11	0	-0,085292221	-0,097022189	0
b12	0	-0,308826275	-0,353038525	0
b13	0	-0,093506336	-0,069702582	0
b14	0	-0,160050363	-0,034246059	0
b15	0	0,122417663	0,070874797	0
b16	0	0	0,018454442	0
b17	0	0	0,698218864	0
b18	0	0	0,534361784	0
b19	0	0	-0,17180608	0
b20	0	0	0,017435341	0

Çizelge 4.93. HPCYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCYWST Linear	HPCYWST İnteraction	HPCYWST Quadratic	HPCYWST Purquadratic
b0	-937,2999351	8926,37467	26543,25129	1312,447085
b1	2,189926933	12,73217386	19,6818692	25,64446831
b2	-5,202738094	58,97707189	41,72807201	-35,05097088
b3	9,835388587	-163,425088	-405,5011796	-109,9126053
b4	-23,11116393	-191,7695268	-353,9194602	-240,1272214
b5	-61,50230906	-90,71942695	520,6492784	113,9243296
b6	0	-0,018754698	-0,030982954	-0,010018703
b7	0	0,020325034	0,114928541	0,246634305
b8	0	-0,174070523	-0,108632556	0,410838925
b9	0	-0,366603761	-0,465797622	1,742683635
b10	0	-0,270205664	-0,111485037	-18,72693013
b11	0	-0,083001703	0,049797562	0
b12	0	0,338866283	-0,134102805	0
b13	0	2,522841788	1,663769614	0
b14	0	1,796273613	0,969395207	0
b15	0	2,898932724	0,487730843	0
b16	0	0	-0,00998472	0
b17	0	0	0,024353585	0
b18	0	0	0,61599656	0
b19	0	0	1,699026531	0
b20	0	0	-21,39742691	0

Çizelge 4.94. HPCYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCYSST Linear	HPCYSST İnteraction	HPCYSST Quadratic	HPCYSST Purquadratic
b0	-1758,458047	3145,06636	23224,44903	2300,121713
b1	1,736323781	-35,63764976	-13,79462063	-3,393288885
b2	-3,575026145	124,5480697	-15,55593039	-112,9227009
b3	10,14614372	-162,9027769	-287,0824455	-76,71467804
b4	-0,565135184	138,3960045	-14,88868772	-54,08202669
b5	-0,696313418	61,77168701	18,28542254	29,04379184
b6	0	0,372243474	0,435842754	0,00245254
b7	0	0,025306238	0,007915157	0,908074864
b8	0	0,229416145	0,317539635	0,298555099
b9	0	-0,004171953	0,023267342	0,419634555
b10	0	-0,506332993	-0,328774423	-0,022359061
b11	0	-2,129131202	-1,862946934	0
b12	0	-0,520461921	-0,60680039	0
b13	0	1,422941519	1,278883353	0
b14	0	0,123509112	0,193635215	0
b15	0	-0,711939049	-0,712396908	0
b16	0	0	-0,02016409	0
b17	0	0	0,692029191	0
b18	0	0	0,326850023	0
b19	0	0	0,448641183	0
b20	0	0	0,00432112	0

Çizelge 4.95. HPCWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCWSST Linear	HPCWSST İnteraction	HPCWSST Quadratic	HPCWSST Purquadratic
b0	-1439,637314	1759,857815	22864,10529	1835,848914
b1	1,98506184	-26,75410063	-34,20905311	-6,600627711
b2	-3,757874883	57,15638313	-90,10857569	-87,1052939
b3	9,432303947	-91,57741237	-292,7163743	-104,9902157
b4	-42,83702981	766,824626	1238,705894	147,5817799
b5	-1,177189873	48,92232372	52,47410213	34,2882643
b6	0	0,199834118	0,258348884	0,003812992
b7	0	0,214843633	0,163862291	0,691568986
b8	0	-1,245369224	-0,867919954	0,392328943
b9	0	-0,012486108	-0,039157093	-20,2097918
b10	0	-0,57728273	-0,35675034	-0,026294613
b11	0	-0,823563862	-1,134599993	0
b12	0	-0,301150054	-0,345586308	0
b13	0	-1,248887664	-1,082466666	0
b14	0	-0,160514224	-0,028357158	0
b15	0	1,274862026	0,275190823	0
b16	0	0	0,012047403	0
b17	0	0	0,656920438	0
b18	0	0	0,535863983	0
b19	0	0	-24,7311256	0
b20	0	0	0,011094664	0

Çizelge 4.96. HPGYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPGYWST Linear	HPGYWST İnteraction	HPGYWST Quadratic	HPGYWST Purquadratic
b0	1177,34186	-13314,53646	-18251,58416	-1782,696658
b1	1,645201441	8,653048659	37,78883994	22,53514337
b2	-7,169235799	39,62580432	30,44297784	-20,76884202
b3	2,998822957	280,2392974	129,0044663	-8,866844615
b4	-22,06951744	196,4206845	-202,3620902	-323,1609281
b5	-96,57386764	-2283,051635	-334,2605537	220,9633883
b6	0	0,035144056	0,016895584	-0,008861712
b7	0	-0,109468289	-0,111498208	0,11352429
b8	0	-0,108579058	-0,210553486	0,078662038
b9	0	0,714376221	0,165405596	2,421437253
b10	0	-0,832043501	-1,167847963	-29,64963257
b11	0	-1,372320663	-0,837275781	0
b12	0	8,848076733	12,78844444	0
b13	0	-1,518167358	0,538971496	0
b14	0	-1,876991472	-2,457220426	0
b15	0	15,52618617	-1,476670537	0
b16	0	0	-0,008104217	0
b17	0	0	-0,026533509	0
b18	0	0	0,462548931	0
b19	0	0	3,663008473	0
b20	0	0	-49,02860919	0

Çizelge 4.97. HPGYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPGYSST Linear	HPGYSST Interaction	HPGYSST Quadratic	HPGYSST Purquadratic
b0	599,8635326	-26152,20727	-22750,471	-6545,55617
b1	5,388599421	-49,91057847	-74,63604778	-17,83960207
b2	-5,866973902	91,25231412	28,06701724	-72,98144981
b3	-6,456323665	46,14034224	87,58238048	10,51270686
b4	-30,9471521	113,8267437	299,0361559	-149,2700446
b5	-4,768018201	141,892656	159,6338675	70,80613443
b6	0	0,228382103	0,33608668	0,010190358
b7	0	-0,081376472	0,002714551	0,559228362
b8	0	0,937579277	0,89271023	-0,163299067
b9	0	-0,017727821	-0,128234042	0,934620501
b10	0	-0,028660045	-0,086546697	-0,055549641
b11	0	-1,954914072	-2,362103322	0
b12	0	-0,350781264	-0,470613607	0
b13	0	0,690911962	-0,339815601	0
b14	0	0,001623477	-0,076457881	0
b15	0	-1,693618325	-1,44224769	0
b16	0	0	0,039748458	0
b17	0	0	0,399838097	0
b18	0	0	-0,175719714	0
b19	0	0	-1,822570113	0
b20	0	0	0,077477016	0

Çizelge 4.98. HPYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPYWSST Linear	HPYWSST İnteraction	HPYWSST Quadratic	HPYWSST Purquadratic
b0	943,270754	-25046,05855	-24309,69658	-4437,038088
b1	5,583707945	-48,15369618	-74,93337797	-15,0009841
b2	-5,962121141	86,48684469	38,85800844	-62,70351546
b3	-34,24349736	67,00860426	307,2785039	-209,6738534
b4	-75,98896622	587,9898794	1304,966532	100,8427622
b5	-5,270896933	140,3362842	161,3029891	65,0661198
b6	0	0,201077165	0,309861437	0,008951819
b7	0	0,952716437	1,090122936	0,472741417
b8	0	-0,962610637	0,362065915	1,399456236
b9	0	-0,018732664	-0,079081362	-18,92271199
b10	0	-1,676349943	-2,199057379	-0,051514562
b11	0	0,124757785	-0,806473146	0
b12	0	-0,325701071	-0,445491092	0
b13	0	7,535236397	-6,994332167	0
b14	0	-1,678001869	-1,708686891	0
b15	0	-0,023616721	-1,572766004	0
b16	0	0	0,020189384	0
b17	0	0	0,330776886	0
b18	0	0	-2,250910169	0
b19	0	0	-25,67882178	0
b20	0	0	0,047645849	0

Çizelge 4.99. HCGYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCGYWST Linear	HCGYWST İnteraction	HCGYWST Quadratic	HCGYWST Purquadratic
b0	-1484,492247	1462,578306	16749,10636	-2334,824141
b1	2,060496802	10,86808132	16,29733628	28,37620599
b2	10,90432447	-91,12704812	-311,5013129	-94,10662879
b3	1,700930323	-105,9479801	-247,5919761	-9,391972462
b4	-19,62082809	-101,3705631	-215,5707376	-256,9536624
b5	-76,27931118	1949,424087	4101,741233	219,2029639
b6	0	-0,007338103	0,05253283	-0,011146558
b7	0	-0,026593216	-0,121720668	0,360107746
b8	0	-0,114417703	0,067191795	0,065592043
b9	0	0,129595727	0,645449778	1,900428534
b10	0	2,157038325	2,85421181	-26,7533596
b11	0	1,742156154	0,956859122	0
b12	0	-23,81593013	-31,73745619	0
b13	0	-2,612589272	-0,908762632	0
b14	0	-2,01522834	-29,15396217	0
b15	0	21,88780585	4,111847228	0
b16	0	0	-0,00978052	0
b17	0	0	0,684048744	0
b18	0	0	1,703566968	0
b19	0	0	0,041382966	0
b20	0	0	90,99236711	0

Çizelge 4.100. HCGYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCGYSST Linear	HCGYSST Interaction	HCGYSST Quadratic	HCGYSST Purquadratic
b0	-1729,598567	5455,868424	26275,10773	-8201,506093
b1	5,62317635	43,80780836	48,06484083	23,41951826
b2	10,14806011	-175,5808141	-424,8662604	-112,2768845
b3	-6,010145138	9,276267349	36,51511681	9,163522795
b4	-29,20733477	-435,8209602	-293,1031642	-125,3802275
b5	-4,605065689	-15,85828677	-45,96427188	17,40809798
b6	0	-0,199483737	-0,160995728	-0,007336729
b7	0	-0,113759171	-0,010897274	0,419477739
b8	0	0,174525112	0,610245869	-0,148795054
b9	0	-0,020648395	0,149665201	0,742687499
b10	0	0,126934355	0,120050946	-0,016443469
b11	0	2,801633967	2,27777332	0
b12	0	0,346751669	0,408796503	0
b13	0	0,392073577	-0,357025837	0
b14	0	0,108916764	-0,012011478	0
b15	0	-0,326560207	-0,871817233	0
b16	0	0	-0,068099982	0
b17	0	0	0,667754572	0
b18	0	0	-0,161278139	0
b19	0	0	-1,313521978	0
b20	0	0	-0,100251895	0

Çizelge 4.101. HGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HGYWSST Linear	HGYWSST İnteraction	HGYWSST Quadratic	HGYWSST Purquadratic
b0	734,5976981	-15259,96673	-15312,97783	-7926,560539
b1	6,203651914	-29,98898604	-71,26753845	-8,417210688
b2	6,047422597	264,3078387	352,0104746	5,627143569
b3	-33,7123397	-87,92607009	157,6283348	-210,5309885
b4	-141,6358325	-1783,859829	-2135,060392	31,05610317
b5	-6,597756959	97,68261085	142,340298	58,07257129
b6	0	-0,199496675	-0,725292555	0,006361521
b7	0	0,793058903	1,811217298	-0,03345863
b8	0	2,310097492	9,24828488	1,408008738
b9	0	-0,018931304	0,318883546	-14,03800011
b10	0	-2,568396748	1,780871476	-0,047001867
b11	0	-2,148435454	-45,57878673	0
b12	0	0,205955787	0,519207398	0
b13	0	24,11934734	-33,61918928	0
b14	0	-1,238538262	-2,649881089	0
b15	0	-3,5078575	-8,851415548	0
b16	0	0	-0,110955902	0
b17	0	0	2,420069881	0
b18	0	0	-3,432077361	0
b19	0	0	178,8885831	0
b20	0	0	-0,249682466	0

Çizelge 4.102. PCGYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCGYWST Linear	PCGYWST İnteraction	PCGYWST Quadratic	PCGYWST Purquadratic
b0	719,516255	5874,01274	23394,49361	16593,42178
b1	-5,089600716	122,75466	37,83373173	-72,27242114
b2	8,416529651	-75,76768321	-255,430862	-113,6255628
b3	14,14825715	-103,3674317	-121,8936099	-0,627466799
b4	-6,721017142	-148,0538648	-207,2460326	-181,2440345
b5	-203,3781164	1792,759292	2017,649292	129,9163441
b6	0	-0,383431435	-0,135178138	0,556407683
b7	0	1,120297578	0,7257976	0,418690387
b8	0	-1,095601364	-0,536033349	0,100090841
b9	0	-13,69609268	-9,145865289	1,420700537
b10	0	2,123896221	2,987359868	-30,27248732
b11	0	1,67296091	1,340052948	0
b12	0	-23,32047453	-32,13372043	0
b13	0	-3,959542607	-5,385152713	0
b14	0	-2,086481059	-102,3060913	0
b15	0	37,00018916	50,52515594	0
b16	0	0	0,118149026	0
b17	0	0	0,626011056	0
b18	0	0	4,647973672	0
b19	0	0	0,636196896	0
b20	0	0	539,1731981	0

Çizelge 4.103. PCGYSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCGYSST Linear	PCGYSST İnteraction	PCGYSST Quadratic	PCGYSST Purquadratic
b0	-837,3463672	1577,983835	26445,61072	5261,79969
b1	-5,352302037	120,3647283	51,36391957	-54,4508123
b2	9,613574959	-165,470179	-399,5484187	-126,6140451
b3	-4,325921105	-22,73866109	3,573202636	11,74977535
b4	-9,349779323	-117,3554445	-364,420891	-150,0177278
b5	2,306560818	32,80621692	36,20208715	29,34525616
b6	0	-0,368686434	-0,172902048	0,406579264
b7	0	0,035831693	0,021559323	0,466789407
b8	0	0,075103431	0,334278312	-0,153183062
b9	0	-0,115319796	-0,103879152	1,1354701
b10	0	0,166143214	0,136845235	-0,019746072
b11	0	2,659711809	2,270592955	0
b12	0	0,032703014	0,135573908	0
b13	0	0,259184813	0,238974564	0
b14	0	-0,034524007	-0,040920931	0
b15	0	-0,430020258	-0,488273811	0
b16	0	0	0,147334271	0
b17	0	0	0,609519557	0
b18	0	0	-0,149435329	0
b19	0	0	2,644409373	0
b20	0	0	-0,010858595	0

Çizelge 4.104. PCGWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCGWSST Linear	PCGWSST İnteraction	PCGWSST Quadratic	PCGWSST Purquadratic
b0	-879,8205498	-9975,634927	6343,861905	1989,139855
b1	-4,706876763	164,0280529	60,75757975	-62,50200159
b2	9,514876295	25,01465559	-243,4121205	-116,4905303
b3	3,129452549	-419,8735658	-389,314202	-5,545002595
b4	-76,06407515	5346,211034	5642,965224	210,8040594
b5	1,434556457	6,089139164	20,36027512	23,51457052
b6	0	-0,588188237	-0,281518002	0,477942598
b7	0	1,659786944	1,584175359	0,432119109
b8	0	-18,6749109	-18,09144475	0,039060945
b9	0	-0,122340488	-0,104737437	-25,18282155
b10	0	2,235196496	2,557663843	-0,015987824
b11	0	-25,93734117	-29,10857362	0
b12	0	0,03248539	0,090846081	0
b13	0	-1,882017201	-46,88534002	0
b14	0	0,020258866	-0,146910725	0
b15	0	-0,737015077	0,176497203	0
b16	0	0	0,404540849	0
b17	0	0	0,714684112	0
b18	0	0	2,462731599	0
b19	0	0	192,0579452	0
b20	0	0	-0,01436345	0

Çizelge 4.105. PCYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCYWSST Linear	PCYWSST İnteraction	PCYWSST Quadratic	PCYWSST Purquadratic
b0	-580,7844521	4924,785775	26289,1713	6477,251684
b1	-5,463248226	111,7351026	54,31690901	-48,37911956
b2	9,554811641	-178,9849055	-407,6107762	-116,9147279
b3	-11,11881132	-150,1020383	-376,0017441	-209,2670804
b4	-50,75916977	-201,86502	466,2609222	139,6089029
b5	2,129015223	29,57534918	36,59679016	28,91460977
b6	0	-0,346059196	-0,151743287	0,355500764
b7	0	0,152634927	0,317654557	0,433327856
b8	0	0,475212144	-0,04365059	1,59634095
b9	0	-0,115054612	-0,099733524	-20,25999332
b10	0	2,730203344	2,254603154	-0,019566012
b11	0	1,785888717	1,211525997	0
b12	0	0,044600755	0,152016386	0
b13	0	2,723606858	1,192509992	0
b14	0	-0,404813183	-0,486336041	0
b15	0	-0,441001147	-0,788510564	0
b16	0	0	0,09366036	0
b17	0	0	0,60261117	0
b18	0	0	2,798569391	0
b19	0	0	-23,63808464	0
b20	0	0	-0,012178413	0

Çizelge 4.106. CGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	CGYWSST Linear	CGYWSST İnteraction	CGYWSST Quadratic	CGYWSST Purquadratic
b0	-940,7076689	8206,635449	27758,9471	3516,920012
b1	10,55861478	-148,6244708	-352,4003531	-95,60777743
b2	5,292433073	-84,91539993	25,8261263	-11,22062868
b3	-8,266370114	-66,7858383	-234,2660358	-240,0153455
b4	-105,5975822	1849,642243	1367,184129	250,6538672
b5	1,682774566	7,582689102	5,182993125	30,89413409
b6	0	1,627227734	2,491879003	0,36354428
b7	0	1,759241876	1,134239773	0,121096745
b8	0	-18,35497777	-28,00471729	1,861300764
b9	0	0,072808632	0,121375165	-33,66345791
b10	0	-2,940182317	-3,085820462	-0,02107949
b11	0	-2,123631737	-90,23356362	0
b12	0	0,070051409	-0,321424034	0
b13	0	26,13285052	26,50921702	0
b14	0	-0,236546038	0,014200313	0
b15	0	-1,189329926	2,217349759	0
b16	0	0	0,715680607	0
b17	0	0	4,483166255	0
b18	0	0	0,686067158	0
b19	0	0	422,5636706	0
b20	0	0	-0,011862488	0

Altı değişkenlilere ait katsayılar aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.107. HPCGYWST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCGYWST Linear	HPCGYWST İnteraction	HPCGYWST Quadratic	HPCGYWST Purquadratic
b0	-797,9923589	-2629,565458	16036,81233	1012,525985
b1	2,090772813	14,70700921	25,19294211	26,55643239
b2	-5,26070622	45,67547812	18,293655	-36,2891146
b3	9,831731858	-67,78595429	-312,0992532	-109,4912473
b4	2,867842677	-75,2315909	-202,6316199	-8,212888579
b5	-23,46731072	-115,6342306	-343,4362222	-248,6650996
b6	-93,22476806	1424,852213	3271,689609	205,4509488
b7	0	0,005792596	-0,007517475	-0,010383207
b8	0	-0,029234819	0,034169112	0,257195001
b9	0	0,017435101	-0,007732443	0,40945017
b10	0	-0,127813719	-0,028278518	0,060140263
b11	0	-0,399703943	-0,661996419	1,812389236
b12	0	-0,284714498	-0,07551631	-26,25497636
b13	0	-0,452175802	-0,418223333	0
b14	0	-0,234636071	0,006994816	0
b15	0	4,662014391	4,313548792	0
b16	0	1,856111973	2,456952046	0
b17	0	1,96816326	1,28752818	0
b18	0	-19,62867043	-26,56001533	0
b19	0	-2,82317735	-2,311459428	0
b20	0	-1,876060815	-25,59566761	0
b21	0	26,02980714	23,93021208	0
b22	0	0	-0,009636145	0
b23	0	0	-0,016981772	0
b24	0	0	0,689590315	0
b25	0	0	1,445087141	0
b26	0	0	1,408177253	0
b27	0	0	85,79199247	0

Çizelge 4.108. HPCGYSSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCGYSSST Linear	HPCGYSSST Interaction	HPCGYSSST Quadratic	HPCGYSSST Purquadratic
b0	-1247,660563	-3580,503843	18369,08954	-2780,291909
b1	5,207188298	-12,92515968	-7,488342923	8,449607886
b2	-4,237814842	100,3640658	19,60727578	-75,39597549
b3	9,38632887	-130,6870366	-338,8335672	-120,050986
b4	-6,139402828	11,94299685	46,24347889	9,746635158
b5	-30,48913633	-237,3619688	-87,08109828	-117,4131982
b6	-3,949403859	71,74696747	33,30389468	35,31490455
b7	0	0,305458862	0,359477299	-0,001065408
b8	0	-0,046428541	-0,07755609	0,591181327
b9	0	-0,108098726	-0,019305115	0,443846105
b10	0	0,392849703	0,517242105	-0,153589311
b11	0	-0,017871765	-0,07925985	0,678046326
b12	0	-0,367209221	-0,221178	-0,029292027
b13	0	-0,089168244	-0,130347421	0
b14	0	-1,493244876	-1,730397161	0
b15	0	-0,452680497	-0,505521846	0
b16	0	0,134372817	0,142465747	0
b17	0	2,262982956	2,022678565	0
b18	0	0,09883625	0,230984365	0
b19	0	0,474978199	-0,44679063	0
b20	0	0,09406518	0,003883021	0
b21	0	-0,752496585	-0,660215488	0
b22	0	0	0,01113266	0
b23	0	0	0,415204306	0
b24	0	0	0,548794486	0
b25	0	0	-0,166916747	0
b26	0	0	-2,107946936	0
b27	0	0	0,067426057	0

Çizelge 4.109. HPCGWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCGWSST Linear	HPCGWSST İnteraction	HPCGWSST Quadratic	HPCGWSST Purquadratic
b0	-1381,18264	-12862,91036	14238,17935	1373,792673
b1	1,954139523	-14,63050097	-64,53158121	-6,290920376
b2	-3,766544817	97,27836845	-78,93040422	-91,20326075
b3	9,424320584	-20,92793364	-221,7026042	-111,1721246
b4	1,29513717	-238,4512689	-216,5303798	1,688356891
b5	-57,04416228	3711,745643	3635,806276	143,3334645
b6	-1,209799022	50,80690824	113,8792005	36,37755842
b7	0	0,203976032	0,240866239	0,003751311
b8	0	0,119837906	0,057768017	0,725973
b9	0	-0,883366367	-1,166198468	0,413590102
b10	0	9,327747225	12,4537146	-0,056806546
b11	0	-0,014345087	0,014047546	-14,75181362
b12	0	-0,607238267	-0,341339399	-0,02779871
b13	0	0,537073027	0,432413472	0
b14	0	-6,607350185	-5,643538195	0
b15	0	-0,361924654	-0,340729423	0
b16	0	1,525894081	2,419043848	0
b17	0	-18,35084262	-27,60631563	0
b18	0	-0,099608634	-0,013426736	0
b19	0	-2,113189171	-21,06411301	0
b20	0	1,5000694	1,745127127	0
b21	0	-16,77409125	-19,81146302	0
b22	0	0	0,01596688	0
b23	0	0	0,67589493	0
b24	0	0	0,667900204	0
b25	0	0	1,036769053	0
b26	0	0	80,65849214	0
b27	0	0	-0,079267253	0

Çizelge 4.110. HPCYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCYWSST Linear	HPCYWSST İnteraction	HPCYWSST Quadratic	HPCYWSST Purquadratic
b0	-905,2378314	-1076,034481	18054,48354	-1507,569095
b1	5,388874025	-11,51577899	-9,067259718	10,98246856
b2	-4,342171288	92,69293196	29,37620757	-66,05557092
b3	9,301123242	-143,0209243	-346,8691251	-108,2193999
b4	-33,57871985	-282,6862705	-63,91968259	-177,1409938
b5	-72,1825	220,8074527	898,8133477	92,71018452
b6	-4,429639906	69,30927451	33,5450474	30,01804932
b7	0	0,276126182	0,338978055	-0,002177812
b8	0	-0,042548775	-0,060892258	0,512588536
b9	0	0,401606147	0,741417288	0,403104664
b10	0	-1,251214819	0,173132269	1,139821409
b11	0	-0,018546838	-0,029464774	-17,69735793
b12	0	-0,329144805	-0,189360359	-0,025567309
b13	0	-1,253213817	-1,649029683	0
b14	0	-0,60228875	-1,407600681	0
b15	0	-0,424118338	-0,487389052	0
b16	0	2,317337895	1,95442971	0
b17	0	1,416000019	1,241707794	0
b18	0	0,102508531	0,227220653	0
b19	0	5,295628482	-8,24161665	0
b20	0	-0,737332781	-0,965717554	0
b21	0	0,977486549	-0,76027346	0
b22	0	0	-0,010074251	0
b23	0	0	0,347384307	0
b24	0	0	0,532139852	0
b25	0	0	-2,570864781	0
b26	0	0	-24,91495593	0
b27	0	0	0,04086942	0

Çizelge 4.111. HPGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPGYWSST Linear	HPGYWSST İnteraction	HPGYWSST Quadratic	HPGYWSST Purquadratic
b0	1261,950784	-21848,63268	-18457,90761	-4123,963118
b1	5,584527886	-74,14615645	-100,0029865	-14,96764973
b2	-6,026531521	86,53908572	30,57333082	-61,39941042
b3	6,706938105	191,6666839	264,4952413	5,195773198
b4	-35,83773451	71,38528366	360,3359582	-207,6369885
b5	-150,9381238	-1125,534254	-1275,190014	39,90946096
b6	-5,590209337	171,9844851	180,7828716	63,94462301
b7	0	0,228873575	0,310209902	0,008943351
b8	0	-0,6448506	-0,694981592	0,461798664
b9	0	1,210179068	1,621633917	-0,030250048
b10	0	7,743875105	8,755760401	1,379317664
b11	0	-0,016259941	0,053618568	-14,83258734
b12	0	-0,217188629	-0,223591868	-0,050777368
b13	0	-1,623158627	-2,281406817	0
b14	0	2,329663837	1,547675027	0
b15	0	-0,375935722	-0,425950407	0
b16	0	-1,278629922	1,944033288	0
b17	0	-2,03304606	-29,17629325	0
b18	0	0,970584163	0,608210404	0
b19	0	11,4787898	-34,05481551	0
b20	0	-2,055209207	-2,350227729	0
b21	0	-12,77547698	-9,465003619	0
b22	0	0	-0,023439365	0
b23	0	0	0,336820909	0
b24	0	0	1,596172067	0
b25	0	0	-3,905710928	0
b26	0	0	99,3553529	0
b27	0	0	-0,047904247	0

Çizelge 4.112. HCGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HCGYWSST Linear	HCGYWSST İnteraction	HCGYWSST Quadratic	HCGYWSST Purquadratic
b0	-1146,212253	-3178,74953	17651,58914	-6363,299506
b1	5,812231681	25,1204056	3,074107443	23,25827432
b2	10,0560061	-92,60263081	-314,0628967	-99,08544334
b3	5,478564759	-126,4297936	-41,33896259	3,493642126
b4	-33,43290071	-344,0119617	-157,9390487	-181,0197535
b5	-131,7274252	2263,833067	1779,175253	48,02768369
b6	-5,35794199	11,06973898	15,75310209	15,25294448
b7	0	-0,217388838	-0,203284666	-0,007274576
b8	0	-0,511611999	-1,027376843	0,374138497
b9	0	0,400428247	1,475067179	-0,02388133
b10	0	5,815010205	12,61207377	1,17065294
b11	0	-0,018819159	0,345309219	-14,17950278
b12	0	1,731677829	2,588971462	-0,015114221
b13	0	2,100156223	1,660085522	0
b14	0	-18,91401637	-28,17525524	0
b15	0	0,32549646	0,349320691	0
b16	0	-2,332828205	0,014405701	0
b17	0	-2,082712104	-56,39291554	0
b18	0	0,922955759	1,242350222	0
b19	0	19,26711417	-13,95501042	0
b20	0	-0,623317041	-1,964153329	0
b21	0	-10,9783919	-16,3796857	0
b22	0	0	-0,129207668	0
b23	0	0	0,734163071	0
b24	0	0	2,796017863	0
b25	0	0	-3,441966044	0
b26	0	0	254,5781745	0
b27	0	0	-0,248809179	0

Çizelge 4.113. PCGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	PCGYWSST Linear	PCGYWSST İnteraction	PCGYWSST Quadratic	PCGYWSST Purquadratic
b0	-288,5582388	-15252,76777	11861,0089	6898,155551
b1	-5,528305105	233,1857046	163,37333	-45,81897765
b2	9,512525656	-92,96887139	-316,0540167	-110,7769626
b3	5,970954269	-319,6140068	-184,4324378	-10,2628835
b4	-12,53439229	-6,991681396	-282,1132584	-236,9507334
b5	-117,494711	4249,703949	3275,336029	240,833734
b6	1,842879371	41,56004776	37,99338534	28,89578093
b7	0	-0,360624896	-0,134378279	0,334107208
b8	0	2,414228302	2,158235312	0,412293574
b9	0	-0,359123319	-0,229982667	0,112443735
b10	0	-27,37787834	-24,50697206	1,812703098
b11	0	-0,238171079	-0,202795478	-32,93556693
b12	0	1,723343352	2,405899445	-0,01959934
b13	0	2,001097134	1,428988096	0
b14	0	-18,2128857	-26,00716438	0
b15	0	-0,009390272	0,058208765	0
b16	0	-2,623974732	-3,741646626	0
b17	0	-2,112180148	-79,3189519	0
b18	0	0,159350493	-0,099429272	0
b19	0	24,32287763	38,03561695	0
b20	0	-0,361881491	-0,207929559	0
b21	0	-2,246949241	-0,202961914	0
b22	0	0	0,04591712	0
b23	0	0	0,684356925	0
b24	0	0	3,838141916	0
b25	0	0	1,888190739	0
b26	0	0	382,3059295	0
b27	0	0	-0,010513687	0

Yedi değişkenlilere ait katsayılar aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.114. HPCGYWSST Modeli Regresyon Katsayıları

Modeller	HPCGYWSST Linear	HPCGYWSST İnteraction	HPCGYWSST Quadratic	HPCGYWSST Purquadratic
b0	-993,2943799	-2507,207402	10832,30168	-5105,498681
b1	5,741811901	-6,917053788	-8,912598121	28,53764311
b2	-1,091391227	18,65828435	69,49823399	4,27682824
b3	9,808751696	-102,2044936	-303,4299038	-111,4917292
b4	5,53691098	-183,5186099	-86,45507901	2,831402245
b5	-33,77263996	-293,5782021	-116,3061626	-182,3180838
b6	-132,1464297	3057,100423	2207,757881	52,17561373
b7	-5,287274211	58,7016787	45,04057218	5,750037771
b8	0	0,173245161	0,138872804	-0,009725288
b9	0	-0,149742333	-0,158869783	-0,070946244
b10	0	-0,571776738	-0,847044692	0,414105647
b11	0	0,584382106	1,321006896	-0,010911153
b12	0	6,385665108	10,27577868	1,168810775
b13	0	-0,017842852	0,154864574	-15,66800176
b14	0	0,072906829	0,007617188	-0,007697007
b15	0	0,743948679	0,165782231	0
b16	0	-0,713079881	-0,814580468	0
b17	0	-10,27083107	-2,904688811	0
b18	0	-0,261709203	-0,249997299	0
b19	0	1,636228275	2,398855893	0
b20	0	2,021437138	1,670443477	0
b21	0	-18,02319303	-25,80731509	0
b22	0	0,226374954	0,269145706	0
b23	0	-2,312938146	-0,943735359	0
b24	0	-2,084347316	-47,21855656	0
b25	0	1,063639265	1,122956236	0
b26	0	19,19971737	-0,756006398	0
b27	0	-0,931854535	-1,817334371	0
b28	0	-12,41113609	-14,5982583	0
b29	0	0	-0,069812236	0
b30	0	0	-0,076163546	0
b31	0	0	0,698782103	0
b32	0	0	2,310263187	0
b33	0	0	-2,864552375	0
b34	0	0	214,2946902	0
b35	0	0	-0,09659123	0

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DURAN AŞKAR, Dilay
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 26.12.1989, Hatay
 Medeni hali : Evli
 Telefon :
 Faks : -
 e-mail : duran_dilay@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Mustafa Kemal Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2012
Lise	Selim Nevzat Şahin Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2015-Halen	Dilay Mühendislik	Mühendis
2012-2015	Statik Güç Yapı Denetim	Mühendis

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

Cansız, O.F. ve Duran Askar, D. (2018). *Developing Multi Linear Regression Models for Estimation of Marshall Stability*, International Advanced Engineering Research and Science (IAERS)

Hobiler

Yüzme, Gitar, Dans

DİZİN

A

Agrega · 4, 8, 9, 137
 asfalt · iv, 1, 2, 3, 4, 5, 8

B

bitüm · iv, xxi, xxii, 1, 2, 3, 4, 6, 7,
 8, 9, 16, 18, 55, 61, 70, 73, 79,
 82, 90, 96, 108, 111, 114, 117,
 120, 133

D

dinamik · 1, 131

E

Excell · viii, 5, 131

G

g · xxi, 73, 108

H

HKO · xviii, xx, xxi, 18, 55, 58,
 61, 64, 67, 70, 73, 76, 79, 82,
 85, 88, 89, 90, 91, 93, 96, 99,
 102, 105, 108, 111, 114, 117,

I

Interaction · 16, 17, 19, 20, 21,
 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,
 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38,

39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47,
 48, 50, 51, 52, 53, 54, 133,
 140

K

Karayolu · 1, 5, 9, 136, 137
 kg · xxi, 9

L

Linear · 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24,
 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32,
 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40,
 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 50,
 51, 52, 53, 54, 135, 139, 140,
 141, 142, 143, 144, 145, 146,
 147, 148, 149, 150, 151, 152,
 153, 154, 155, 156, 157, 158,
 165, 166, 167, 168, 169, 170,
 171, 172, 173, 174, 175, 176,
 177, 178, 179, 180, 181, 182,
 183, 184, 185, 186, 187, 188

M

Matlab · xx, 6, 8, 16, 54, 127, 137
 mm · xxi, 8

N

normalize · 90, 131

P

Purequadratic · 16, 17, 19, 20, 21,
 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,

30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38,
 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47,
 48, 50, 51, 52, 53, 54, 133,
 140

Q

Quadratic · 16, 17, 19, 20, 21, 22,
 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30,
 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40,
 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49,
 50, 51, 52, 53, 54, 133, 139,
 140, 141, 142, 143, 144, 145,
 146, 147, 148, 149, 150, 151,
 152, 153, 154, 155, 156, 157,
 164, 165, 166, 167, 168, 169,
 170, 171, 172, 173, 174, 175,
 176, 177, 178, 179, 180, 181,
 182, 183, 184, 185, 186, 187

S

SPSS · 3, 4
 Superpave · 3, 135, 137

T

Traingdm · 15

V

viskozite · 6



TEKNOVERSİTE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

