

İsmail ÜSTÜN



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**REGRESYON VE MULTİ REGRESYON
ANALİZLERİ KULLANILARAK
GÜNEŞ IŞINIM MİKTARININ
TAHMİNİNDE YENİ MODELLERİN
OLUŞTURULMASI**

İsmail ÜSTÜN

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2018

HAZİRAN 2018



**REGRESYON VE MULTİ REGRESYON ANALİZLERİ KULLANILARAK
GÜNEŞ IŞINIM MİKTARININ TAHMİNİNDE
YENİ MODELLERİN OLUŞTURULMASI**

İsmail ÜSTÜN

**YÜKSEK LİSANS
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

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

HAZİRAN 2018

İsmail ÜSTÜN tarafından hazırlanan “REGRESYON VE MULTİ REGRESYON ANALİZLERİ KULLANILARAK GÜNEŞ IŞINIM MİKTARININ TAHMİNİNDE YENİ MODELLERİN OLUŞTURULMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Cuma KARAKUŞ
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin. kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Prof. Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin. kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Dr. Öğr. Üyesi M. Atakan AKAR
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi
Bu tezin. kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 08/06/2018

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

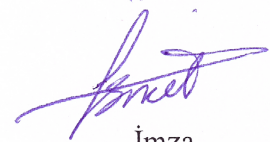
Doç. Dr. Tolga DEPCI
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.



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
İsmail ÜSTÜN
08/06/2018

REGRESYON VE MULTİ REGRESYON ANALİZLERİ KULLANILARAK GÜNEŞ
IŞINIM MİKTARININ TAHMİNİNDE YENİ MODELLERİN OLUŞTURULMASI
(Yüksek Lisans Tezi)

İsmail ÜSTÜN

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2018

ÖZET

Güneş enerji sistemlerinin kurulmadan önce o bölgenin meteorolojik verileri incelenmeli ve en az bir yıllık güneş potansiyeline bakılmalıdır. Meteoroloji istasyonlarında ölçümler sürekli olarak kayıt altına alınmaktadır. Fakat bu ölçümlerin yapılabilmesi için maliyetli güneş ışınımı ölçüm cihazları, kalifiye eleman ve toplanan verilerin düzgün bir şekilde muhafaza edilmesi gibi zorlukları vardır. Teknik arıza, kalibre ve diğer sorunlardan dolayı kesintisiz bir şekilde veri toplanması imkansız hale gelmektedir. Bu ve bunun gibi sebeplerden dolayı bölgelere yönelik güneş ışınımı tahmin modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan veriler kullanılarak günlük ve aylık ortalama günlük güneş ışınımı modelleri geliştirilmiştir. Bu modelleri geliştirmek için lineer ve multi regresyon analizleri kullanılmıştır. Bu analizler sonrasında Lineer, Kareli, Kübik, Multi 1 ve Multi 2 tipte modeller oluşturulmuştur. Adana, Antakya, Antalya, Burdur, Elbistan, Isparta, İskenderun, Karaman, Konya, Mersin, Niğde, Tarsus ve Ürgüp bölgeleri için günlük ve aylık ortalama günlük güneş ışınımı tahmin modelleri literatüre kazandırılmıştır. Oluşturulan bu modellerin tahmin performansını görebilmek için hem kendi aralarında hem de literatürdeki modeller ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırmayı yaparken MBE, MPE%, RMSE, NSE, MAPE%, RSE ve R^2 gibi hata analizleri yapılmıştır. Lineer tip regresyon modeli güneş ışınımı ve süresine bağlı olduğundan dolayı tahmin edebilmede bazen yetersiz kalabilmektedir. Bundan dolayı multi tip regresyonda bağıl nem, sıcaklık, toprak sıcaklığı ve bulutluluk gibi parametrelerin eklenmesi tahmin edebilme kabiliyeti analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarında geliştirilen modellerde günlük ışınım tahmininde kübik tip modellerin lineer ve kareli tip modellerine göre daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Aylık ortalama günlük güneş ışınımı tahmininde ise geliştirilen Multi-2 tip modelin en iyi performansı gösterdiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : Multi ve Lineer regresyon analizi, Güneş Işınımı Tahmin Modelleri,
Güneş ışınımı, Meteorolojik Parametreler

Sayfa Adedi : 133

Danışman : Doç. Dr. Cuma KARAKUŞ

ESTABLISHING NEW MODELS FOR ESTIMATING THE AMOUNT OF SOLAR
RADIATION USING REGRESSION AND MULTI-REGRESSION ANALYSIS
(M. Sc. Thesis)

İsmail ÜSTÜN

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

June 2018

ABSTRACT

Before installing solar energy systems, the meteorological data of the area should be examined and solar potential should be considered at least for one year. Measurements are continuously recorded at meteorological stations. However, these measurements have difficulties in achieving cost-effective solar radiation measurement devices, qualification elements and uniform data collection. Due to technical failures, calibrations and other problems, it is impossible to collect data continuously and precisely. Because of this and other reasons, solar radiation prediction models for zones should be developed.

In this study, daily and monthly average solar radiation models were developed using the data obtained from the Meteorology Department. Linear and multi-regression analyses have been used to improve these models. After these analyses Linear, Square, Cubic, Multi-1 and Multi-2 type models have been created. Daily and monthly average daily solar radiation forecasting models for Adana, Antakya, Antalya, Burdur, Elbistan, Isparta, Iskenderun, Karaman, Konya, Mersin, Nigde, Tarsus and Urgup have been gained to the literature. In order to see the predictive performance of these models, the evaluated results were compared with each other and with the results in the literature. In order to make this comparison, error analysis such as MBE, MBE%, RMSE, MAE, MAPE%, RSE and R^2 have been performed. The linear type regression model can sometimes be inadequate because of its dependence on only solar radiation and its duration. Therefore, the ability to estimate the addition of parameters such as relative humidity, temperature, soil temperature and cloudiness in a multi-type regression have been analysed. It has been observed that the models developed from the analysis results proved in many analyses that the cubic type models are better than the linear and quadratic type models in estimating the daily global radiation. In the estimation of the monthly mean solar radiation, the developed Multi-2 type model has been showed the best performance.

Key Words : Multi and Linear Regression Analysis, Solar Radiation Forecasting Model,
Solar Radiation, Meteorological parameters

Page Number : 133

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Cuma KARAKUŞ

TEŞEKKÜR

Beni yüksek lisans öğrencisi olarak kabul eden, bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesinde bana destek olan, bilgi ve tavsiyelerini benimle paylaşan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Cuma KARAKUŞ'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca gerekli kolaylığı gösteren, değerli görüş ve katkılarıyla hiçbir desteği esirgemeyen çok değerli sayın Prof. Dr. Ahmet YAPICI, Prof. Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Vahit ÇALIŞIR ve Dr. Öğr. Üyesi Abdulla SAKALLI hocalarıma ve isimlerini burada zikredemediğim ama yardımlarını esirgememiş herkese içten teşekkürlerimi sunarım. Hayatımın her aşamasında maddi-manevi desteğini esirgemeyen, bugünlere gelmemde üzerimde büyük emeği olan annem, babam ve kız kardeşlerime, bu süreçte desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan kıymetli mesai arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Hüseyin YAĞLI, Arş. Gör. Özkan KÖSE, Arş. Gör. Mehmet Ali Güvenç, Bölüm Sekreteri Mehmet Ateş ve iş arkadaşlarıma en içten duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
2.1. Materyal	19
2.2 Yöntem.....	21
2.2.1. Güneş Enerjisi.....	21
2.2.2. Güneş Açılırları	21
2.2.3. Atmosfer Dışında Yatay Düzleme Gelen Güneş Işınımı	23
2.2.4. Yeryüzüne Ulaşan Güneş Işınımının Hesabı.....	23
2.2.5. İstatistiksel Hata Analiz Yöntemleri.....	24
2.3. Literatürdeki Güneş ışınlm Modelleri	26
2.3.1. Lineer Güneş Işınımı Tahmin Modelleri.....	26
2.3.2. Kareli Modeller.....	28
2.3.3. Kübik Modelleri	31
2.3.4 Diğer Modeller.....	33

3.ARAŞTIRMA BULGULARI.....	36
3.1 Uzun Yıllar Aylık Ortalama sıcaklık dağılımı	36
3.2. Uzun yıllar Aylık Ortalama Güneş Işınımı Ortalaması ve Sapma Miktarı.....	38
3.3. Aylık Meteorolojik Verilerin İl ve İlçeler İçin Değişimi	42
3.4. Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Grafikleri	53
3.5. Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Grafikleri	58
3.6. Regresyon Analizlerinden Elde Edilen Güneş Işınımı Tahminin Modelleri	65
3.6.1. Adana İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri.....	65
3.6.2. Adana İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	65
3.6.3. Adana İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri	65
3.6.4. Antakya İlçesi Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri.....	66
3.6.5. Antakya İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	66
3.6.6. Antakya İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri	66
3.6.7. Antalya İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	67
3.6.8. Antalya İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri.....	67
3.6.9. Antalya İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri.....	67
3.6.10. İskenderun İlçesi Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	68
3.6.11. İskenderun İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	68
3.6.12. İskenderun İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri.....	68
3.6.13. Isparta İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	69
3.6.14. Isparta İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	69
3.6.15 Isparta İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri.....	70
3.6.16. Karaman İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	70

3.6.17. Karaman İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	70
3.6.18 Karaman İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri.....	71
3.6.19. Mersin İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri.....	71
3.6.20. Mersin İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri.....	71
3.6.21. Mersin İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri	72
3.6.22. Niğde İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	72
3.6.23. Niğde İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri.....	72
3.6.24. Niğde İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri.....	73
3.6.25. Ürgüp İlçesi Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	73
3.6.26. Ürgüp İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri.....	73
3.6.27. Ürgüp İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri.....	74
3.6.28. Burdur İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	74
3.6.29. Burdur İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri.....	74
3.6.30. Elbistan İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	75
3.6.31. Elbistan İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri	75
3.6.32. Konya İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri.....	75
3.6.33. Konya İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri.....	76
3.6.34. Tarsus İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri	76
3.6.35. Tarsus İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri	76
3.7. Literatürdeki Seçilmiş Olan Güneş Işınımı Modellerinin İstatistiksel Analizleri.....	77
3.7.1. Literatürden Seçilmiş Olan Güneş Işınımı Tahmin Modellerinin Aylık Ortalama Günlük Güneş Işınımını Tahmin Edebilme Performans Analizleri	77

3.7.2. Seçilmiş Olan Güneş Işınımı Tahmin Modellerinin Günlük Güneş Işınımını Tahmin Edebilme Performans Analizleri	95
3.8. Oluşturulan Günlük Regresyon Modellerinin İstatistiksel Hata Analiz Sonuçları	107
3.9. Oluşturulan Aylık Regresyon Modellerinin İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	112
4. SONUÇ ve ÖNERİLER	120
KAYNAKLAR	122
ÖZGEÇMİŞ	130



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Meteoroloji Müdürlüğünden alınan istasyon bilgileri	19
Çizelge 2.2. Günlük modellerde kullanılan veri ve zaman	20
Çizelge 2.3. Aylık regresyon analizinde kullanılan veriler ve zaman dilimleri.....	20
Çizelge 3.1. Adana ili aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	78
Çizelge 3.2. Antakya ilçesi aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	79
Çizelge 3.3. Antalya ili aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	81
Çizelge 3.4. Burdur ili aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	82
Çizelge 3.5. Elbistan ilçesi aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	83
Çizelge 3.6. Isparta ili aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	85
Çizelge 3.7. İskenderun ilçesi aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	86
Çizelge 3.8. Karaman ili aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	88
Çizelge 3.9. Konya ili aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	89
Çizelge 3.10. Mersin ili aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	90
Çizelge 3.11. Niğde ili aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	92
Çizelge 3.12. Tarsus ilçesi aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	93
Çizelge 3.13. Ürgüp ilçesi aylık güneş ışıınıımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	94

Çizelge 3.14. Adana ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	96
Çizelge 3.15. Antakya ilçesi günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	97
Çizelge 3.16. Antalya ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	99
Çizelge 3.17. İskenderun ilçesi günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	100
Çizelge 3.18. Isparta ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	101
Çizelge 3.19. Karaman ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	103
Çizelge 3.20. Mersin ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	104
Çizelge 3.21. Niğde ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	105
Çizelge 3.22. Ürgüp ilçesi günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları	106
Çizelge 3.23. Adana ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	107
Çizelge 3.24. Antakya ilçesi günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	108
Çizelge 3.25. Antalya ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	108
Çizelge 3.26. Isparta ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	109
Çizelge 3.27. İskenderun ilçesi günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	109
Çizelge 3.28. Karaman ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	110
Çizelge 3.29. Mersin ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	110
Çizelge 3.30. Niğde ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	111
Çizelge 3.31. Ürgüp ilçesi günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri	111
Çizelge 3.32. Adana ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	112

Çizelge 3.33. Antakya ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	113
Çizelge 3.34. Antalya ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	113
Çizelge 3.35. Burdur ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	114
Çizelge 3.36. Elbistan ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	114
Çizelge 3.37. Isparta ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	115
Çizelge 3.38. İskenderun ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	115
Çizelge 3.39. Karaman ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	116
Çizelge 3.40. Konya ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	117
Çizelge 3.41. Mersin ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	117
Çizelge 3.42. Niğde ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	118
Çizelge 3.43. Tarsus ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	118
Çizelge 3.44. Ürgüp ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları	119

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Yer yüzeyine gelen güneş ışınım türleri	2
Şekil 1.2. Güneş enerjisi ve dağılma evreleri	3
Şekil 1.3. Dünya'nın güneş etrafındaki yıllık hareketi	3
Şekil 1.4. Elektromanyetik spektrum.....	4
Şekil 1.5. Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli	5
Şekil 1.6. Türkiye'nin aylık global güneş radyasyonunun dağılımı	5
Şekil 1.7. Türkiye'nin aylık güneşlenme süresinin dağılımı	6
Şekil 1.8. Kipp&Zonen CPM11 piranometre yapısı.....	7
Şekil 1.9. Güneş ışınımı tahmin yöntemlerinin sınıflandırılması	9
Şekil 3.1. Aylık ortalama sıcaklık dağılımı ve sapma miktarı (Adana, Burdur, Antakya ve Isparta)	36
Şekil 3.2. Aylık ortalama sıcaklık dağılımı ve sapma miktarı (Elbistan, Mersin, Tarsus ve İskenderun)	37
Şekil 3.3 Aylık ortalama sıcaklık dağılımı ve sapma miktarı (Karaman, Konya, Ürgüp ve Niğde).....	38
Şekil 3.4 Aylık ortalama güneş ışınım miktarı dağılımı ve sapma miktarı (Adana, Burdur, Antakya ve Isparta)	39
Şekil 3.5. Aylık ortalama güneş ışınım miktarı dağılımı ve sapma miktarı (Elbistan, Mersin, Tarsus ve İskenderun).....	40
Şekil 3.6. Aylık ortalama güneş ışınım miktarı dağılımı ve sapma miktarı (Karaman, Konya, Ürgüp ve Niğde)	41
Şekil 3.7. Adana ili aylık ortalama meteorolojik verilerin değişimi.....	42
Şekil 3.8. Antakya ilçesi aylık meteorolojik verilerin incelenmesi	43
Şekil 3.9. Burdur ili meteorolojik verilerin değişimi.....	44
Şekil 3.10. Elbistan ilçesi meteorolojik verilerin değişimi	45

Şekil 3.11. İskenderun ilçesi meteorolojik verilerin değişimi	46
Şekil 3.12. Isparta ili meteorolojik verilerin değişimi	47
Şekil 3.13. Karaman için meteorolojik verilerin değişimi	48
Şekil 3.14. Konya için meteorolojik verilerin değişimi	49
Şekil 3.15. Mersin ili meteorolojik verilerin değişimi	50
Şekil 3.16. Niğde ili meteorolojik verilerin değişimi	51
Şekil 3.17. Tarsus ilçesi meteorolojik verilerin değişimi	52
Şekil 3.18. Ürgüp için meteorolojik verilerin değişimi	53
Şekil 3.19. Adana ili regresyon modeli grafiği	54
Şekil 3.20. Antakya ilçesi regresyon modeli grafiği.....	54
Şekil 3.21. Antalya ili regresyon modeli grafiği.....	55
Şekil 3.22. İskenderun ilçesi regresyon modeli grafiği.....	55
Şekil 3.23. Isparta ili regresyon modeli grafiği.....	56
Şekil 3.24. Karaman ili regresyon modeli grafiği.....	56
Şekil 3.25. Mersin ili regresyon modeli grafiği	57
Şekil 3.26. Niğde ili regresyon modeli grafiği.....	57
Şekil 3.27. Ürgüp ilçesi regresyon modeli grafiği	58
Şekil 3.28. Adana ili regresyon modeli grafiği	59
Şekil 3.29. Antakya ilçesi regresyon modeli grafiği.....	59
Şekil 3.30. Antalya ili regresyon modeli grafiği.....	59
Şekil 3.31. Burdur ili regresyon modeli grafiği	60
Şekil 3.32. Elbistan ilçesi regresyon modeli grafiği	60
Şekil 3.33. Isparta ili regresyon modeli grafiği.....	61
Şekil 3.34. İskenderun ilçesi regresyon modeli grafiği.....	61

Şekil 3.35. Karaman ili regresyon modeli grafiği.....	62
Şekil 3.36. Konya ili regresyon modeli grafiği.....	62
Şekil 3.37. Mersin ili regresyon modeli grafiği	63
Şekil 3.38. Niğde ili regresyon modeli grafiği.....	63
Şekil 3.39. Tarsus ilçesi regresyon modeli grafiği.....	64
Şekil 3.40. Ürgüp ilçesi regresyon modeli grafiği	64



SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

G_{sc}

H

H_0

S_0

s

n

ST

RH

\varnothing

δ

a,b

ω_s

T

T_{min}

T_{max}

C

h

Açıklamalar

Güneş sabiti (1367 W/ m²)

Yatay düzleme düşen güneş ışınımı (Mj/m²)

Atmosfere dışına düşen güneş ışınımı (Mj/m²)

Gün uzunluğu (saat)

Güneşlenme süresi (saat)

Gün sayısı

Toprak sıcaklığı (°C)

Bağıl nem (%)

Enlem açısı (°)

Deklinasyon açısı (°)

Ampirik katsayılar

Güneş batış açısı (°)

Sıcaklık (°C)

Minimum sıcaklık (°C)

Maksimum sıcaklık (°C)

Bulutluluk (Okta)

Saat

Kısaltmalar

EİE

MAPE

MBE

MPE%

NSE

RMSE

RSE

Açıklamalar

Elektrik İşleri Etüt İdaresi

Ortalama Mutlak Yüzde Hatası

Ortalama Sapma Hatası

Ortalama Yüzde Hatası

Nash-Sutcliffe Eşitliği

Ortalama Karekök Hatası

Bağıl Standart Hata

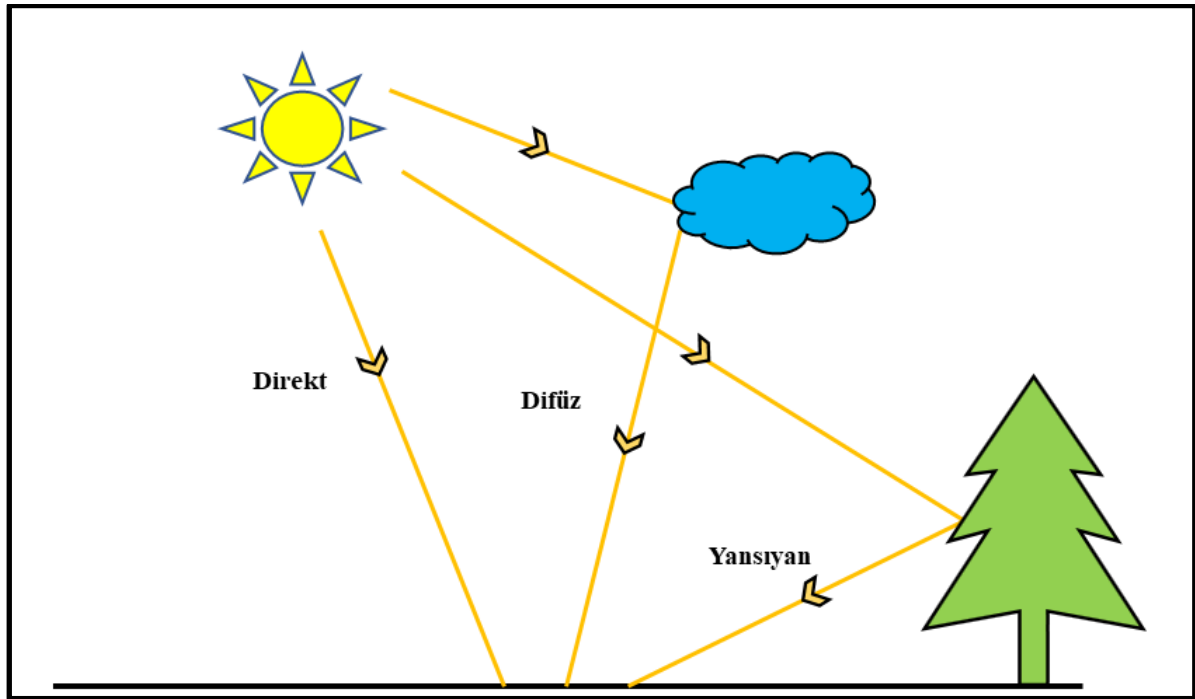
1. GİRİŞ

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmesi ve devamlılığını sağlayabilmesi için enerjiye ihtiyaçları vardır. Enerjiye olan bu ihtiyaçlarını karşılayabilmek için öncelikle dünyadaki rezervleri sınırlı olan fosil kaynakları kullanmaktadırlar. Fosil yakıtlarındaki kullanım sırasında ortaya çıkan sera gazları atmosferde tonlarca tabaka oluşumuna neden olmaktadır. Bu oluşumların ve fosil yakıt kullanımının sürekli olarak artması küresel ısınma, hava kalitesinin azalması, buzulların erimesi, çölleşme ve ekolojik dengenin bozulması gibi küresel problemlere yol açmıştır (Yiğit & Atmaca, 2010). Bunun yanı sıra fosil yakıtlarının (kömür, petrol, doğal gaz) birincil enerji olarak kullanımı ve bu enerji kaynaklarının sınırlı olması gibi problemlere sahiptir (Dincer & Kaymil, 2017). Bu gibi olumsuz nedenler yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi ve ar-ge çalışmalarını arttırmıştır. Güneş enerjisi yenilenebilir, sürdürülebilir ve çevreyi kirletmeyen en önemli enerji kaynaklarından bir tanesidir. Bu enerjisinin limitsiz, bedava ve yenilenebilir olması gibi artıları fosil kaynaklarına olan bağımlılığı azaltacaktır (Quej, Almorox, Ibrakhimov, & Saito, 2017). Güneş enerjisi ve sistemleri enerji ihtiyacını karşılamada atmosfere zararlı olan gazları oluşturmayan en önemli bir enerji kaynaklarından birisidir (Shahsavari & Akbari, 2018).

Güneş'in çapı 1.400.000 km olmakla birlikte dünyanın çapının yaklaşık 109 katı kadardır. Güneşin yapısına bakıldığında %92,8'i hidrojen ve %7,1'u helyum gazlarından oluşmakla çok az miktarda da ağır metalleri barındırmaktadır. Çok yüksek sıcaklıkta oluşan füzyon tepkimesi ile dört hidrojen çekirdeği birleşerek bir helyum çekirdeği oluşur. Bu oluşuma bakıldığında tepkimeye giren dört hidrojen çekirdeğinin miktarı oluşan bir helyum miktarından daha fazla olmakla birlikte aradaki fark ortaya çıkan güneş enerjisini vermektedir. Güneşin oluşturduğu enerjinin çok küçük bir kısmı dünyaya ulaşmaktadır ve ulaşan enerjinin yaklaşık %45'i dünyaya ulaşırken yaklaşık %55'ide uzaya atmosfer sayesinde geri yansıtılır. Güneş kütlesi nükleer, ışınım ve ısı taşınım bölgesi olarak üçe ayrılmaktadır. Nükleer bölgede sıcaklık yaklaşık 15-16 milyon °C ve basınç 200 milyar atmosfer değerindedir. Bu bölge güneş kütlesinin %40'ını oluşturup toplam enerji üretiminin %90'ını sağlamaktadır. Işınım bölgesinde nükleer bölgede üretilen enerjinin ışınım ile yüzeye doğru taşınan bölgesidir. Son olarak ısı taşınım bölgesinde ise ısı enerjisini buradaki gazlar 2.000.000 K olan bölgenin alt tarafından 20.000 K olan bölgeye taşınması sonucu oluşur (Öztürk, 2012).

Yeryüzüne Gelen Güneş Işınımı

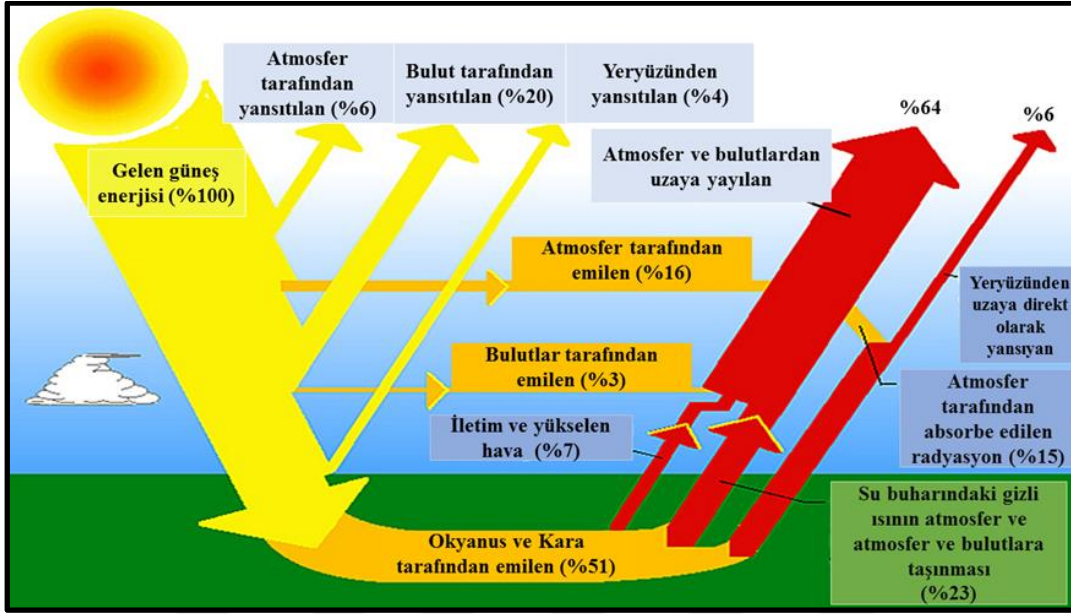
Güneş ışınları dünyaya doğru gelme esnasında atmosferdeki partiküller tarafından yutulur veya geri yansıtılır. Bu olay gelen ışınların atmosferden geçme esnasındaki su buharı, toz ve diğer partiküller nedeniyle yaklaşık olarak %20 ile %90 arasında yeryüzüne ulaşamaz. Yeryüzüne gelen güneş ışınımını direkt, difüz (yayılı) ve bu ışınımın toplamı olan toplam güneş ışınımından oluşur. Yeryüzüne ulaşan bu güneş ışınlarının şematik gösterimi Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Yer yüzeyine gelen güneş ışınım türleri

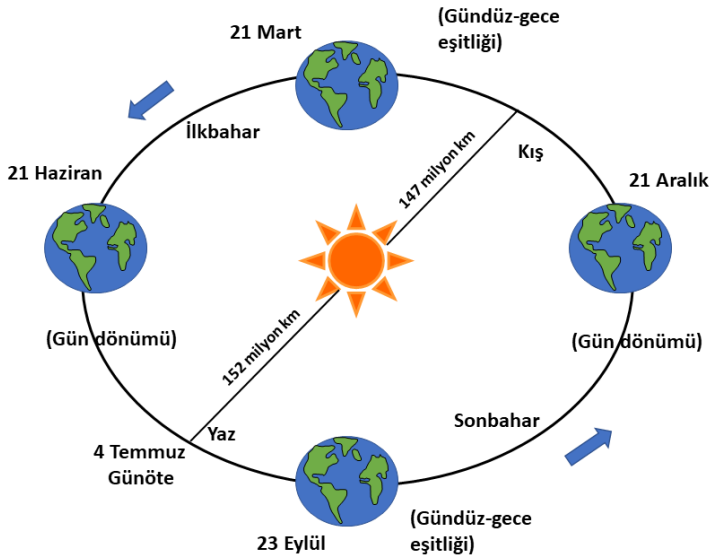
Direkt güneş ışınımı atmosferde engellemeden direkt olarak yeryüzüne düşen ışınımken difüz güneş ışınımı atmosferde su buharı, toz ve diğer partiküllere çarparak saçılma suretiyle yeryüzüne gelen ışınım türüdür.

Güneş enerjisi ve dağılım evreleri Şekil 1.2'de görülmektedir. Güneşten gelen total radyasyonun atmosferden geçerken dağılımlara uğramaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere bu total enerjinin sadece %51'i yeryüzüne ulaşırken geriye kalan %49'u yeryüzüne ulaşmamaktadır. Yer yüzüne ulaşamayan bu miktarın uzaya geri yansıyan miktarı %30 olduğu görülürken, geriye kalan %19'u atmosfer ve bulutlar tarafından absorbe edilir (Solarcellcentral, 2018:05).



Şekil 1.2. Güneş enerjisi ve dağılım evreleri (Solarcellcentral, 2018:05)

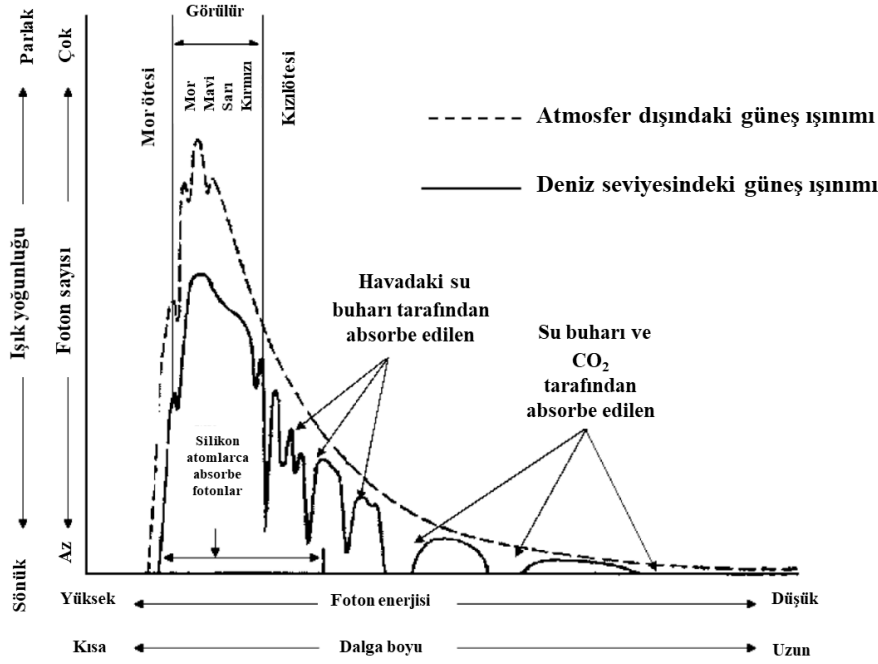
Dünya'nın güneş etrafındaki yıllık hareketi Şekil 1.3'de görülmektedir. Şekil incelendiğinde dünyanın bu hareketi sonucunda oluşan güneş ile dünya arası uzaklık, mevsimler ve gece gündüz eşitliği görülmektedir.



Şekil 1.3. Dünya'nın güneş etrafındaki yıllık hareketi (Yiğit & Atmaca, 2010)

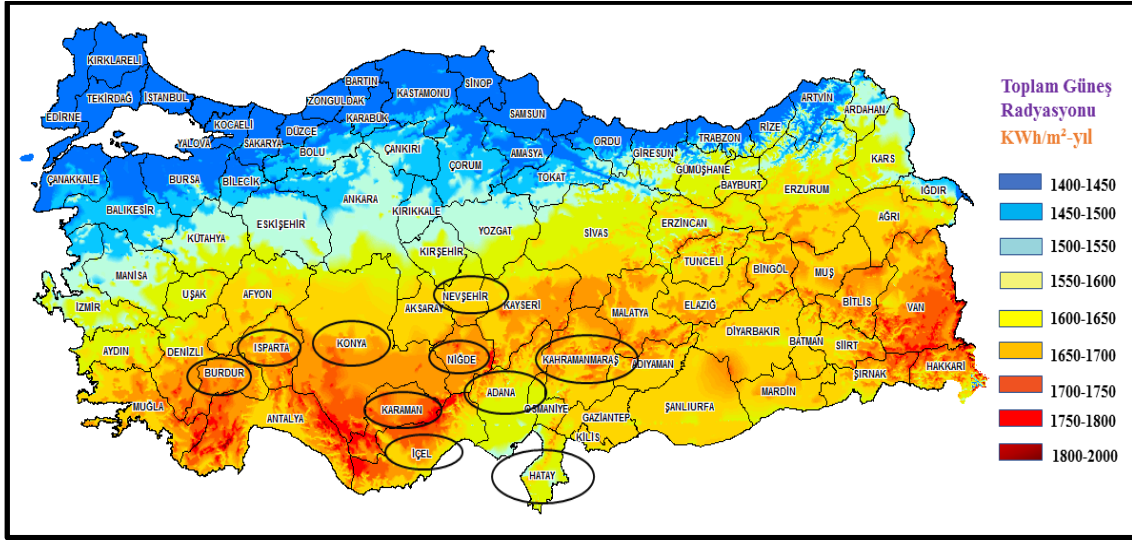
Güneş ışınları dünyaya gelirken direkt olarak gelmez ve bazı saçılmalara maruz kalır. Bu saçılmalar ışığın maruz kaldığı partikül boyutuna ve sayısına bağlıdır. Bunu açıklayabilmek

için Elektromanyetik spektrum Şekil 1.4’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi güneş ışınımının spektrum dalga boyu değişimi kızıl ötesi spektrumun yutulması karbondioksit ve su buharıyla ilişkiliyken morötesi spektrumun yutulması ozon tabakasıyla ilişkili olduğu görülmektedir.



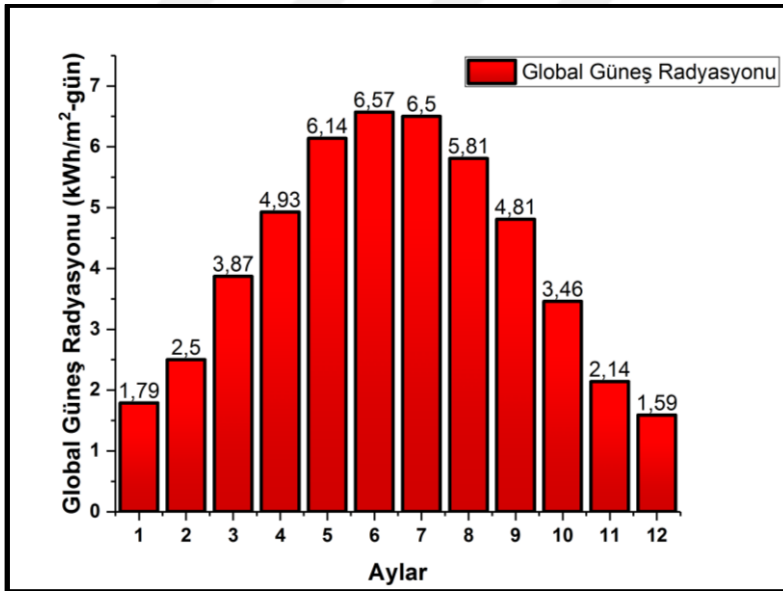
Şekil 1.4. Elektromanyetik spektrum (Şen, 2008)

Uzun yıllardaki meteorolojik verilerden yararlanarak Elektrik İşleri Enstitüsü (EİE) Türkiye'nin güneş enerjisi haritasını çıkartarak yıllık toplam güneşlenme süresini 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat) ve 1,311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğunu belirtmiştir (YEGM, 2018:05). EİE tarafından yapılan Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası Şekil 1.5’de gösterilmiştir.



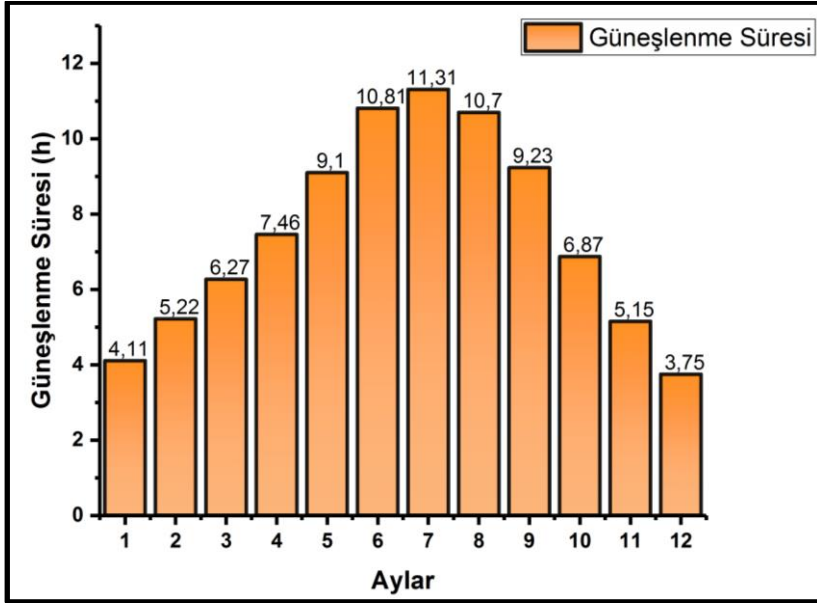
Şekil 1.5. Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli (YEGM, 2018:05)

Türkiye'nin aylık global güneş radyasyonunun dağılımı Şekil 1.6'da verilmiştir. Şekil incelendiğinde global güneş radyasyonunun maksimum olduğu aylar sırasıyla 6.ay (6,57 kWh/m²-gün) ve 7.ay (6,50 kWh/m²-gün) olduğu görülürken, minimum olduğu ayların sırasıyla 12.ay (1,59 kWh/m²-gün) ve 1.ay (1,79 kWh/m²-gün) olduğu görülmektedir.



Şekil 1.6. Türkiye'nin aylık global güneş radyasyonunun dağılımı (YEGM, 2018:05)

Türkiye'nin aylık güneşlenme süresinin dağılımı Şekil 1.7'de verilmektedir. Şekil incelendiğinde maksimum güneşlenme süresi 7.ayda (11,31 saat) iken minimum güneşlenmenin 12.ayda (3,75 saat) olduğu görülmektedir.



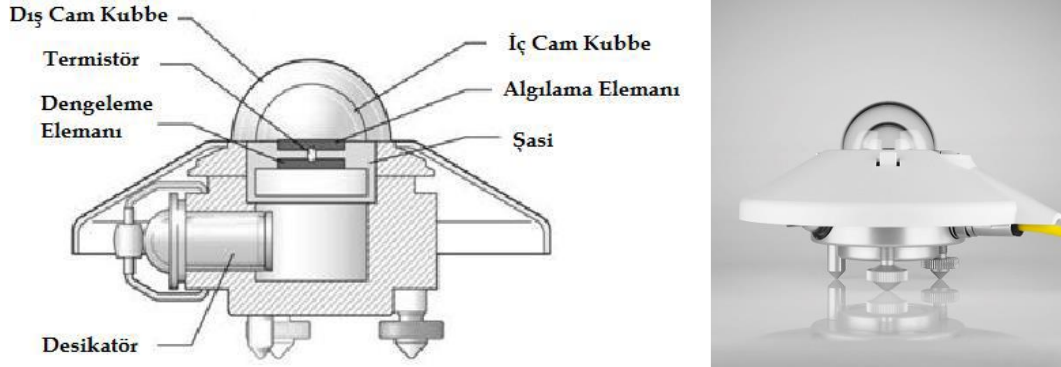
Şekil 1.7. Türkiye'nin aylık güneşlenme süresinin dağılımı (YEGM, 2018:05)

Türkiye'nin en fazla güneş alan bölgesinin Güneydoğu Anadolu Bölgesi gelirken, daha sonra sırasıyla; Akdeniz, Doğu Anadolu, İç Anadolu, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri gelmektedir. Karadeniz Bölgesi enlem değeri büyük ve rutubetli olması nedenlerinden dolayı en az miktardaki güneş ışınımını alan bölgedir. Havadaki fazla miktarda olan nem miktarı güneş ışınlarının gelmesini perde gibi engelleyerek kırmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin (Aksungur, Kurban, & Filik, 2013) en fazla güneş ışınımı almasındaki sebep ise havadaki su buharının yağmur ve kar şeklinde yoğunlaşması sonucu atmosferin berrak olmasıdır. Sonuç olarak hava daha berrak olmasına ve güneş ışınları daha az saçılarak yer yüzüne ulaşmasına sebep olur.

Piranometre

Yatay yüzeye gelen $0,3\mu\text{m}$ ile $3\mu\text{m}$ dalga boyu arasındaki toplam güneş ışınımını (direkt ve difüz) ölçmek için kullanılmasına ek olarak üzerine metal bant yerleştirilerek gölgelendirme yapılmasıyla difüz ışınımın ölçülmesini mümkün kılar. Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi iki katlı camdan oluşan yarım kürelerden oluşmaktadır. Isıl çiftler içeren metallere oluşmakta olup sıcak metal yüzeyinin alt tarafına yerleştirilirken ısı almaya engel bölüme güneş ışınımını görmeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Genel olarak bir yüzeyin üzerine gelen güneş radyasyonu sayesinde elektriksel fark oluşturulup bu farkın ölçülmesi sonucundan ibarettir. Aşağıda verilmiş olan şekil incelendiğinde piranometrenin CM11 tip model yapısı

görülmektedir. Başta meteoroloji istasyonlarında kullanılmak üzere birçok çeşit piranometre vardır (KippZonen, 2018:05).



Şekil 1.8. Kipp&Zonen CPM11 piranometre yapısı (KippZonen, 2018:05)

Yatay düzleme düşen güneş ışınımının hesabı için literatürde meteorolojik parametreler modellerde girdi olarak verilmiştir. Bu verilere bakıldığında; güneş ışınımı, bulutluluk, bağıl nem, basınç, toprak sıcaklığı ve yağmur miktarı gibi meteorolojik parametreler değişik kombinasyonlarda literatüre girmişlerdir. Yatay düzleme düşen güneş ışınım miktarının hesabında literatüre ilk olarak güneş ışınımına bağlı model Angström tarafından ortaya atılmıştır (Angström, 1924). Bu Angström tip modelde bulutsuz bir gündeki güneş radyasyon miktarı gibi bir parametrenin bulunması zorluğu olduğundan, Prescott bu parametreyi daha kolay bir şekilde hesaplanabilen atmosfer dışına düşen güneş ışınımını önermiştir (Prescott, 1940). Angström-Prescott modeli literatürde en geniş kapsamda kullanılan modellerden birisidir.

Akinoğlu ve Ecevit kareli regresyon modelini önermişler ve formül olarak (Akinoglu & Ecevit, 1990);

$$H/H_0 = a + b(s/S_0) + c(s/S_0)^2 \quad (1.1)$$

şeklinde vermişlerdir.

Bahel ve arkadaşları kübik modeli önermişler ve formül olarak (Bahel, Bakhsh, & Srinivasan, 1987)

$$H/H_0 = a + b(s/S_0) + c(s/S_0)^2 + d(s/S_0)^3 \quad (1.2)$$

şeklinde vermişlerdir.

Çizelge 1.1. Ülkelerin dünyada güneş enerjisi santrali kurulu güç sıralaması (Enerji Atlası, 05:2018)

No	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Haz.17	102.470
2	Japonya	Ara.16	42.750
3	Almanya	Eki.17	42.710
4	Amerika Birleşik Devletleri	Ara.16	40.300
5	İtalya	Ara.16	19.279
6	Birleşik Krallık	Ara.16	11.630
7	Hindistan	Ara.16	9.010
8	Fransa	Ara.16	7.130
9	İspanya	Tem.17	6.730
10	Avusturalya	Ara.16	5.900
11	Güney Kore	Ara.16	4.350
12	Belçika	Ara.16	3.422
13	Kanada	Ara.16	2.715
14	Yunanistan	Ara.16	2.610
15	Türkiye	Kas.17	2.246

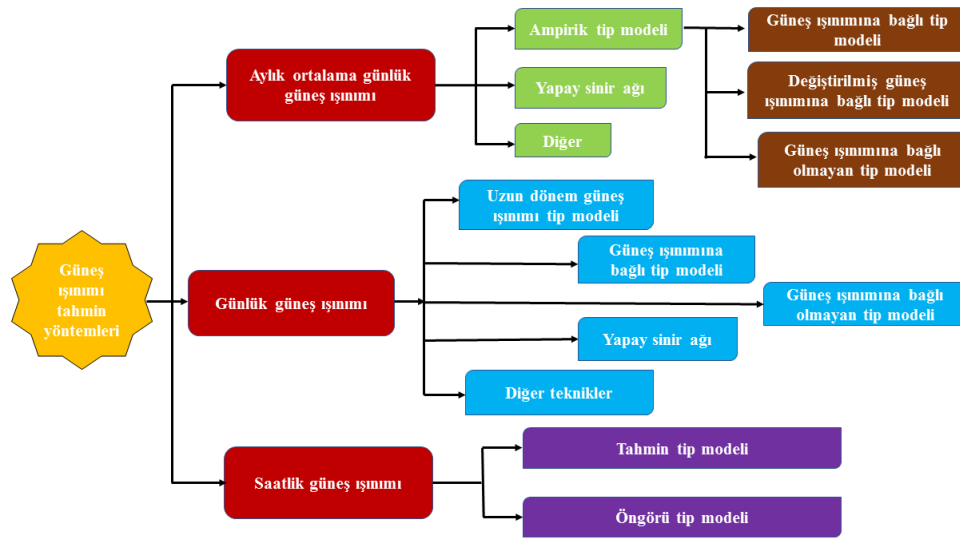
Türkiye enerji ihtiyacının yaklaşık %75 gibi bir bölümünü dış ülkelerden ithal yolu ile karşılamaktadır. Bu itahalatta %75,9 ile petrol, %99,2'si doğalgaz ve %96,75 taş kömürü oluşturmaktadır (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü - Denge Tabloları, 2018:06). Türkiye'ye yüksek miktarda ithal edilen bu durumu iyileştirmek ve enerjide yerli üretime geçmek için 2023 yılı hedefleri belirlemiştir. Bu hedefler doğrultusunda 36 000 MW hidroelektrik, 20 000 MW rüzgar, 3000 MW güneş, 600 MW jeotermal ve 2000 MW biyokütle ile enerji üretimindeki yenilenebilir enerji kapasitesini %30'a ulaştırmayı hedeflemektedir (Nuclear Energy Project Implementation Department, 2018:06). Türkiye bulunduğu konum itibarıyla önemli miktarda yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir. Bu enerji kaynaklarından en önemlilerinden birisi güneş enerjisidir. Türkiye'nin teorik olarak yıllık güneş enerji potansiyeli 6150 TWh olup bu miktarın 305 TWh'ı ekonomik olarak geri kazandırılabilir (Melikoglu, 2016, 2017). Güneş enerji sistemleri ve teknoloji alanlarında çalışmalar, teknolojik yatırımlar ve santraller hızla artmaktadır. Fakat ülkelerin dünyada güneş enerjisi santrali kurulu güç sıralaması Çizelge 1.1 incelendiğinde Türkiye'nin güneş enerjisinden yararlanmada geride kaldığı görülmektedir. Bu yüzden bu potansiyelin hızlı bir şekilde doğru analizler ve yatırımlarla desteklenmeli ve ekonomiye kazandırılmalıdır.

Bölgelerde meteorolojik ölçümler meteoroloji istasyonların yapılmaktadır. Meteoroloji istasyonlarda yeterli altyapı ve kalifiye elemanın bulundurulması gibi ihtiyaçları vardır. Bu

durum gelişmekte olan ülkeler için meteoroloji istasyonlarının tüm bölgelerde kurularak uzun periyotta veri toplanması, ölçüm aletlerinin kalibrasyonu ve yüksek maliyeti oldukça güçtür (Çelik, Teke, & Yildirim, 2016). Buna ek olarak güneş ışınımı miktarı ve diğer meteorolojik veriler mühendislik, mimarlık, su ve okyanus bilimi, tarım, astronomi, atmosfer bilimi, iklim değişikliği, yenilenebilir enerji ve sağlık gibi birçok alanda ihtiyaç duyulmaktadır (Boukelia, Mecibah, & Meriche, 2014; Ulgen & Hepbasli, 2009; López-Lapeña & Pallas-Areny, 2018). Bir bölgede güneş enerji santrali kurulmadan önce o bölgenin güneş ışınımı, güneşlenme süresi ve diğer parametreleri incelenmesi gerekmektedir. Her bölgede istasyon olmadığı için bu verilere ulaşmak her zaman kolay olmamaktadır. Bunu kolaylaştırmak için güneş ışınımı tahmin modellerinin geliştirilmesi hem bu sorunlara bir çözüm olacağı gibi bölgelerin güneş ışınımı tahminini düşük hata oranlarıyla bulunmasını da sağlayacaktır.

Yukarıdaki değinilen bu sebeplerden dolayı Şekil 1.5’de işaretli bölgelerdeki meteorolojik veriler Meteoroloji Müdürlüğünden toplanarak güneş ışınımı tahmini için gerekli veri düzenleme, regresyon ve hata analizleri yapılmıştır. Bölge seçiminde güneş enerji sistemlerinin en çok kurulabilme potansiyeli olan bölgeler seçilmeye çalışılmıştır.

Güneş ışınımı tahmin yöntemlerinin sınıflandırılması Şekil 1.9’da verilmiştir. Şekil incelendiğinde tahmin yöntemleri zaman bazlı olarak üç başlık altında saatlik, günlük ve aylık olarak toplanmaktadır.



Şekil 1.9. Güneş ışınımı tahmin yöntemlerinin sınıflandırılması (Zhang, Zhao, Deng, Xu, & Zhang, 2017)

Literatürde daha önceden güneş ışınımı tahmin analizi hakkında yapılan çalışmalara bakıldığında;

Maghrabi yapmış olduğu çalışmada yeni bir güneş ışınımı modeli geliştirmek için beş farklı meteorolojik parametreleri (hissedilir nem, sıcaklık, bağıl nem, atmosfer basıncı, güneşlenme süresi gibi) kullanıp ortaya yeni bir multi-regresyon modeli koymuştur. İstatistiksel olarak incelemiş olan modelde $R^2=0,996$, $MBE=-14 \times 10^{-14}$ kWh/m², $RMSE=0,10$ kWh/m² ve $MPE=-\%0,03$ kabul edilebilir hata değerleriyle Tabouk için aylık ortalama güneş ışınımı tahmininin yanı sıra benzer iklimi taşıyan bölgelerde de kullanılabileceğini belirtmiştir (Maghrabi, 2009).

Şenkal ve Kuleli tarafından yapılmış olan çalışmada Türkiye'deki 12 farklı bölge için Meteosat-6 uydusundaki verileri kullanmışlardır. Bu verileri kalibre ve normalleştirme yapılarak Yapay sinir ağında tahmin modeli oluşturmaya çalışmışlardır. 12 bölge için tahmin yapılmaya çalışılan aylık ortalama günlük güneşlenme miktarı eğitilen şehirler için 54-64 W/m² olurken test edilen şehirler için 91-125 W/m² arasında değiştiğini bulmuşlardır. Bu metodun Türkiye'de ve diğer ülkelerde kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Şenkal & Kuleli, 2009).

Almorox ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada İspanya'nın önemli şehirlerinden birisi olan Madrid için yedi adet istasyondaki verileri toplayıp bölgelere kalibre etmişler ve bir tane de yeni model önermişlerdir. Daha sonra analiz edilen modellerin performansını kıyaslayabilmek için literatürde sıkça kullanılan istatistiksel hata kıyaslamasını incelemişlerdir. Sonuç olarak sıcaklık bazlı güneş ışınım tahmin modellerinin Madrid şehri için oldukça iyi sonuçlar verdiğini ve güneş ışınımı tahmininde kolaylıkla kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Almorox, Hontoria, & Benito, 2011).

Li ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada yatay düzleme düşen güneş ışınımının tahmini için literatürde mevcut lineer, kareli, kübik, logaritmik ve üstel regresyon modellerini kullanmışlardır. Bu modellerin MBE, RMSE, NSE (Nash- Sutcliffe Equation) gibi istatistiksel hatalarına bakmışlardır. Geliştirdikleri Angström tip modelin Tibet'in güneş ışınım miktarının tahmini için optimum model olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Model 10 için MPE, MBE RMSE ve NSE değerlerinin ortalamasını sırayla; $\%4,7559$, $0,8804$ Mj/m², $1,3422$ Mj/m² ve $0,8913$ Model 11 için ise MPE, MBE, RMSE ve NSE değerlerinin ortalamasını sırayla;

%4,6222; 0,8740 Mj/m²; 0,9930 Mj/m² ve 0,9085 istatistiksel olarak iyi sonuçlar verdiğini analiz etmişlerdir (Li, Ma, Lian, Wang, & Zhao, 2011).

Berkama tarafından yapılmış olan çalışmada Isparta ili için hem ayık ortalama yatay düzleme düşen global güneş ışınımı miktarını hem de difüz aylık ortalama güneş ışınımının model çalışmasını yapmıştır. Bu hesaplamaları yapmak için literatürdeki 111 modeli incelemiş ve istatistiksel olarak hata oranlarını kıyaslamıştır. Yatay düzleme düşen global güneş ışınımı tahmin modellemesinde en iyi performansı kübik modellerin verdiğini belirtmiştir. En iyi modellerin gerçek verilerden ne kadar saptığını göstermek için meteorolojik verilerle karşılaştırmalı grafiğini göstermiş ve bu modellerin güneş enerji sistemleri için önemini belirtmiştir (Berkama, 2012).

Kallioğlu tarafından yapılmış olan çalışmada Niğde ili için aylık ortalama güneş ışınım modelinin tahmini ve optimum modeli bulmak için literatürdeki modeller ile kıyaslamış ve optimum model olarak El-Sebaai ve Trabea tarafından geliştirilen modelin olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğün' den Niğde ili için 1970-2011 yılları arasındaki (31 yıllık) meteorolojik verileri kullanmıştır. Geliştirilen beş model arasında Kalli-III tip modelin logaritmik versiyonu en iyi performansı gösterdiğini belirtmiştir (Kallioğlu, 2014).

Derse, Batman ili için eğimli düzleme düşen güneş ışınım miktarının tahmini için model çalışması yapmıştır. Bu çalışmayı Kipp&Zonen CM11 piranometresini kullanarak Ekim 2011 ve Ekim 2013 tarihleri arasında Batman Üniversitesi merkez kampüsünde yapmıştır. Batman ili için en optimum modeli bulurken literatürdeki mevcut modellerin kıyaslamasını yapmıştır. Bunlara ilaveten yatay düzlem, 15°, 30°, 45° ve 60° eğimli düzlem için en optimum modeli bulmaya çalışmıştır (Derse, 2014).

Genç tarafından yapılan çalışmada Osmaniye ili için yatay düzleme gelen güneş ışınımının tahmini için yeni bir modeli literatüre kazandırmaya çalışmıştır. Yeni modeli oluştururken üniversite kampüsünde kurulu ölçüm cihazı (Vantage PRO2) kullanılmıştır. Bu cihaz 20 m yükseklikte olup 21.06.2012 tarihinden 21.06.2013 tarihinde kadar her 5 dakikalık zaman aralığında veri toplamıştır. Oluşturulan modelin performansını görmek için literatürdeki mevcut olan sekiz adet model ile istatistiksel olarak kıyaslamasını yapmıştır. Sonuç olarak

geliştirilen üçüncü dereceden polinom modelin en iyi tahmin doğruluğunu belirtmiştir (Genç, 2015).

Riveros-Rosas ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada Meksika meteorolojik istasyon ağından 136 istasyona ait verileri almışlardır. Bu istasyondaki kayıt edilen verilerin yarısından azında kalibrasyon hatası olduğunu görmüşler ve bu verileri elimine etmişlerdir. Daha sonra mevsimsel güneş radyasyonu (CSR) model ile elde edilen analiz verilerin doğruluğunu görmek için uydu verileriyle kıyaslanması yapılmıştır. Meksika'yı üç bölgeye ayırarak RMSE değerlerini iklimsel şartlar ile karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırmada ülkenin kuzeybatısındaki düşük RMSE değerinin bölgedeki fizyografik bütünlük nedeniyle olabileceğini, dağlık ve denize yakın bölgelerde ise RMSE değerinin daha yüksek değeri olduğunu belirtmişlerdir. Ülke genelinde günlük ortalama güneş ışıınım miktarını +5,5 ile -0,5 kWh/m²/gün olarak ve MNBE'nin ise %-7,3 ile %8,8 arasında değiştiğini analiz etmişlerdir. Ayrıca ileri zamanlarda daha fazla düzgün ve kalibre edilmiş veriler olduğunda daha iyi sonuçların elde edileceğinin altını çizmişlerdir (Riveros-Rosas ve diğerleri, 2015).

Manzano ve arkadaşları İspanya bölgesi için günlük ve aylık ortalama günlük verilerden yararlanılarak güneş ışıınımı tahmini modellemesini çalışmışlar. Oluşturulan modellerin (Angström-Prescott tip) istatistiksel olarak kıyaslamasını yapmışlardır. Hem günlük hem de aylık ortalama günlük modellerin güneş ışıınımı tahmininde iyi bir doğruluk derecesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Manzano, Martín, Valero, & Armenta, 2015).

Yao ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada günlük güneş ışıınım modellerinin karmaşık iklime sahip olan bölgelerde güneş ışıınımı tahmininde yetersiz kalabileceğini belirtmişlerdir. Bundan dolayı bulutluluk, sıcaklık, güneş saat açısı, güneş azimut açısı, güneş ve berraklık indeksi gibi verilerin eklenmesinin daha iyi bir tahmin modeli vereceğini göstermiştir ve analiz edilen modellerin arasında en iyi modelin CPRG modelinden sonra Collares-Pereira & Rabl modelinin olduğunu belirtmişlerdir (Yao, Li, Xiu, Lu, & Li, 2015).

Demirhan ve Atılğan yapmış oldukları çalışmada aylık ve yıllık ortalama günlük radyasyon miktarının hesabı için Türkiye'nin etrafında dağılmış olan meteoroloji istasyonlarından veriler toplamışlardır. Daha sonra verilerden modeller elde etmek için gelişmiş kompakt grafik ve genetik programlama teknikleri kullanmışlardır. Oluşturulan modellerin çoğunda bağıl nem,

yükseklik ve güneş ışınımı parametreler girdi olarak vermişler. Meteorolojik verilerin aylara göre optimize ederek bazı parametreleri bazı aylara eklemişler ve bazılarını dahil etmemişlerdir. Bağıl nem ve yüksekliğin birbiriyle korelasyon oluşturmazken güneş ışınımıyla iyi bir korelasyon oluşturduğunu belirtmişlerdir (Demirhan & Atilgan, 2015).

Hassan ve arkadaşları çalışmalarında uzun dönem meteorolojik verileri kullanarak günlük güneş ışınımı modeli oluşturmuşlardır. Literatürde bulunan yedi modeli kalibre ederek en iyi modelin kıyaslamasını yapmışlardır. Bu kıyaslama sonucunda en iyi modellerin Hibrit sinüs kosinüs dalga modeli ve dördüncü dereceden polinomsal model olduğunu belirtmişlerdir. Kıyı bölgeleri hariç modellerin tahmin performanslarının iyi derecede ve kolaylıkla hesaplanabileceğini belirtmişlerdir. Öneri olarak gelecek çalışmalarda bazı parametrelerini (sıcaklık ve bağıl nem gibi) ekleyerek modellerin performansının daha da geliştirebileceğini belirtmişlerdir (Hassan, Youssef, Ali, Mohamed, & Shehata, 2016).

Özgür ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada Mersin, Adana, Kahramanmaraş ve Antakya illeri için yapay sinir ağı kullanarak aylık ortalama güneş ışınımı tahmininin modellemesini yapmışlardır. SCG, LM, SCG ve RB algoritmaları eğitim için kullanılmıştır. Tanjant sigmoid transfer fonksiyonu gizli katman için kullanılırken, pürelin transfer fonksiyonu çıkış katmanında kullanılmıştır. Ayrıca her bir il için tahmin ve ölçüm verileri hata oranlarıyla birlikte grafiklerle görselleştirmişlerdir. En iyi performansı yakalamak için gizli katmandaki nöron sayılarını 5 ile 20 arasında seçmişlerdir. Yapay sinir ağı modellemesinde girdi olarak en uygun girdilerin aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama güneşlenme süresi, rakım ve ay parametreleri olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra istatistiksel olarak hata oranlarını (R^2 , R, MAPE, RMSE ve MAE) incelemişlerdir. Çalışmada sonuç olarak R^2 değerinin %99'den büyük olarak ve MAPE değerini ise %5 civarında olduğunu belirtmişlerdir (Çelik ve diğerleri, 2016).

Khorasanizadeh ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada İran'ın Kerman bölgesi için yedi yıllık (2005-2012) verileri yeni bir difüz güneş ışınımı tahmin modeli oluşturmak için analiz etmişlerdir. Bu analizleri yaparken ilk beş yıllık verileri modelleri kalibre etmede kullanırken, son iki yıllık verileri ise model performansını kıyaslanmasında kullanmışlardır. Bu modelleri hem aylık ortalama günlük difüz ışınım hem de günlük difüz ışınım için yapmışlardır. Daha iyi bir model oluşturabilmek için iki farklı kategoride modelleri ayırmışlar. Bu kategorilerden

birincisi difüzyon kırılma ($k_{df}=H_d/H$) ve berraklık indeksi ($K_T=H/H_0$) yer alırken ikinci kategoride difüzyon katsayısı ($K_{dc}=H_d/H_0$) ve berraklık indeksi yer almaktadır. Kalibre edilmiş modellerin performansları incelendiğinde Kerman bölgesine uyum sağlamayan en kötü olan modelin logaritmik fonksiyonlu olduğunu belirtmişlerdir. Günlük difüz ışınım için difüzyon kırılma içeren lineer olan fonksiyon olurken, aylık ortalama günlük ışınım için ise difüzyon katsayısı içeren lineer olan fonksiyon olarak sonuçlandırmışlardır (Khorasanizadeh, Mohammadi, & Goudarzi, 2016).

Marques Filho ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada Global, difüz ve direkt güneş ışınımının tahmin modellemesini analiz etmişlerdir. Sıcaklık, bağıl nem, yağış miktarı, bulutluluk ve güneş ışınımı gibi meteorolojik verilerin mevsimsel ve yıllar bazında karşılaştırılmasını yapmışlardır. Angström eşitliğini %93,6 korelasyon katsayısıyla tekrardan bölgeye uyarlamışlar. Ayrıca diğer modellerden daha iyi sigmoid fonksiyonuna bağlı bir korelasyon modelini literatüre kazandırmışlardır (Marques Filho ve diğerleri, 2016).

Jahani ve arkadaşları İran bölgesi için 1992-2010 yılları arasındaki verileri 35 meteorolojik istasyondan alarak günlük güneş ışınımı tahmin modelleri oluşturmuşlardır. Bu modellerde güneş ışınımı, güneşlenme süresi, minimum maksimum sıcaklık miktarı, bağıl nem, yaş ve kuru termometre sıcaklığı, yağış miktarı, basınç miktarı gibi meteorolojik verileri içermektedir. Hangi verileri içeren modellerin daha iyi olduğunu kıyaslayabilmek için sıcaklık, güneş ışınımı, kompleks ve önerilen olarak dört farklı kategoride sınıflandırmıştır. Güneş ışınımını baz alarak oluşturulan modellerde daha iyi bir performans göstermesine rağmen neredeyse oluşturulan tüm modeller ile tahmin yapabileceğini belirtmişlerdir (Jahani, Dinpashoh, & Raisi Nafchi, 2017).

Bou-Rabee ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Kuveyt' teki beş farklı bölgenin güneş ışınım modelinin tahmininde kullanılmasının yanı sıra tüm ülke boyunca kapsayacak şekilde ayarlamaya çalışmışlardır. Tahmin için yapay sinir ağı kullanılarak 2007 ile 2010 yılları arasındaki verileri eğitim, 2011 yılını ise test fazında kullanmışlardır. Farklı eğitim algoritmaları test edilerek iyi performansları Gradient Descent Metodu ve Levenberg-Marquardt metodu vermiştir. İstatistiksel olarak karşılaştırmada MAPE değerleri sırasıyla; 86,3 ve 85,6 olarak bulmuşlardır. En iyi performansı gizli tabakadaki nöron sayısı daha fazla verilen modelde MAPE 94,75 olarak bulmuşlardır. Ayrıca geliştirilen modelin Kuveyt'teki

güneş ışınımı miktarının tahmininde kullanılmasında kabul edilebilir ve doğru olduğunu belirtmişlerdir (Bou-Rabee, Sulaiman, Saleh, & Marafi, 2017).

Bakırcı Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesindeki 13 il için günlük ve aylık güneş ışınımının hesabı için lineer, kareli ve kübik modelleri literatüre kazandırmıştır. Elde edilen modellerin istatistiksel olarak kıyaslanması için MPE, MBE, RMSE ve t-stat değerlerini incelemiştir. En iyi model olarak kübik regresyon modelini önermiş olup bu modelden hesaplanan güneş ışınım miktarının NASA-SSE verileriyle kıyaslayarak uydu verilerinin güvenilirliği test etmiştir. Elde edilen modelin Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi içinde benzer iklime sahip bölgeler içerisinde güneş ışınım miktarının hesaplanmasında kullanılabileceğini belirtmiştir (Bakirci, 2017).

Quej ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada Yucatán'da bulunan altı şehir için güneş ışınım tahmini için Guassian korelasyon formülünü kullanarak yeni bir model geliştirmişlerdir. Bu modelin istatistiksel olarak kıyaslamasını yapmak için literatürde oldukça sık kullanılan RMSE, MBE ve MAPE gibi değerlerini incelemiştir. RMSE değerinin (0,975-0,984 $Mjm^{-2}d^{-1}$), MAPE değerinin (%5,660 - %3,857), MABE değerinin (1,005 - 0,751 $Mjm^{-2}d^{-1}$) arasında olduğunu hesaplamışlardır. Ayrıca modelin mevsimsel olarak istatistiksel analiz değerlendirmesini yapmışlardır. Bu modelin basit, etkili ve güvenilir olmasının yanı sıra diğer meteorolojik verilere ihtiyacın olmadığını belirtmişlerdir. Fakat bu modelin dezavantajı olarak her bölge için kalibre edilme zorunluluğunun altını çizmişlerdir (Quej ve diğerleri, 2017).

Marzo ve arkadaşları birçok çöl bölgelerinde meteorolojik verilerin eksikliğinden dolayı bu bölgelerdeki güneş ışınımının tahmini için yapay sinir ağı (YSA) yardımıyla model oluşturmaya çalışmışlardır. Bölge olarak Şili, Avustralya, Suudi Arabistan, Güney Afrika ve İsrail istasyonlarını seçmişlerdir. Maksimum-minimum sıcaklık ve atmosfere düşen güneş ışınımı parametrelerinin YSA için en iyi girdi olduğunu belirtmişlerdir. İstatistiksel olarak modellerin hataları incelendiğinde istasyonlar için ortalama RMSE (bağıl ortalama karekök sapması) değerinin yaklaşık %13, RMBE (ortalama hata farkı) değerinin %4'den düşük ve R değerinin 0.8 olduğunu belirtmişlerdir (Marzo ve diğerleri, 2017).

Nematollahi ve Kim yapmış oldukları çalışmada Güney Kore'nin değişik bölgelerindeki güneş ışınımı miktarını ve güneşlenme süresini aylık ve yıllık olarak incelemiştir. Beş yıllık

zaman dilimi olarak 24 istasyon için yatay düzleme düşen güneş ışınımı hesabı yapılırken, üç yıllık zaman dilimi olarak 78 istasyon için güneşlenme süresi hesaplamışlardır. Bunlara ilaveten 24 istasyon için berraklık indeksi (Clearness index) hesabını yaparak aylara göre dağılımını çalışmalarında sunmuşlardır. Jeostatistiksel yöntem ile aylık güneş ışınım miktarının bölgesel dağılım değişimini vermişler. Merkez ve güney bölgelerinin daha yüksek aylık ortalama berraklık indeksinin olduğunu belirtmişler. Buna ek olarak 24 istasyon arasındaki yıllık ortalama berraklık indeksinin 0,51 ile Daejeon istasyonu iken, 0,43 yıllık ortalama berraklık indeksi ile Seoul ve Jeju istasyonlarının en düşük değerleri aldıklarını belirtmişlerdir. Bunlara ek olarak çalışmanın Güney Kore’de yapılacak olan güneş enerji sistemi, projeleri ve bu alandaki çalışmalar için rehber olacağına belirtmişlerdir (Nematollahi & Kim, 2017).

Kuncan ve Mehmet yaptıkları çalışmada yapay sinir ağı (YSA) ve uydu verileri kullanarak güneş radyasyonu tahmini çalışmalarında Türkiye’deki 53 yerleşim yerine ait 2000 ile 2002 yılları arasındaki verileri toplamışlardır. Bu verileri YSA’nda girdi olarak yer yüzey sıcaklığı, yükseklik, ay, enlem ve boylam, çıktı olarak ise güneş radyasyon miktarı parametre olarak almışlardır. Çalışmada optimum seviyede 20 adet ağ modeli elde edilmiştir. İstatistiksel olarak modelleri kıyaslayarak en başarılı modelin RMSE 1,550 MJ/m², MBE -1,172 MJ/m² ve korelasyon katsayısı olarak 0,972 olarak hesaplamışlardır (Kuncan & Mehmet, 2017).

Vakili ve arkadaşları İran’ın Rahran şehri için multi girdili yapay sinir ağı kuşanarak güneş ışınım miktarının tahmin modellemesini çalışmışlardır. ANN-1’ ve ANN-2 modellemelerini kullanmışlardır. ANN-1’e girdi olarak maximum-minimum sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr hızı ve hava partikülleri (2,5-10 µm), çıktı olarak ise güneş ışınım miktarı olarak oluşturmuşlardır. ANN-2 için hava partiküllerini eklemeyerek iki modelleme arasındaki kıyaslamayı vermeye çalışmışlardır. Yapay sinir ağındaki 1. ve 2. gizli tabaka için Tansig ve Logsig fonksiyonunu kullanırken, transfer fonksiyonu olarak purelin fonksiyonunu kullanmışlardır. Sonuç olarak hava partiküllerinin güneş ışınımı miktarının tahmininde girdi olması modelin doğruluğunu önemli derecede arttırdığını göstermişlerdir. Buna ek olarak literatürden örnekler vererek MAPE değerinin %2.99 kadar azalttığını kıyaslamalı olarak belirtmişlerdir (Vakili, Sabbagh-Yazdi, Khosrojerdi, & Kalhor, 2017).

Ben Othman ve arkadaşları güneş panellerinin maksimum verimde etkili çalışabilmesi için 0° ile 90° arasında mevsimsel ve aylık olarak elde edilen güneş ışınım miktarını analiz etmiştir (Ben Othman, Belkilani, & Besbes, 2018).

Ekici ve arkadaşları Hollanda'nın bazı şehirleri için yeni bir güneş ışınımı tahmin modeli çalışmışlardır. Bu model Buckingham teoremine dayanmakta olup boyutsuz pi parametrelerinden türetmişler. Modellerin katsayılarını verileri kalibre ederek MATLAB programı yardımıyla belirlemişlerdir. Oluşturulan modelin istatistiksel olarak kıyaslanmasını yapabilmek için literatürde bulunan sıcaklık bazlı güneş ışınım modellerini ele almışlardır. Kıyaslamalar sonucunda kısa dönem performans bakımından yüksek derecede doğruluk verdiği görmüşlerdir. Ayrıca uzun dönem performansının da iyi bir sonuç değeri verdiğini belirtmişlerdir (Ekici & Teke, 2018).

Jamil ve Siddiqui çalışmalarında aylık ortalama günlük difüz güneş ışınımının tahmini için 16 basit tahmin modelini iki kategori altında oluşturmuşlardır. Modellerin kategorileri difüz kırılma ve difüzyon katsayısıdır. Ayrıca model performanslarının kıyaslamasını yaparak en iyi modeli bulmaya çalışmışlardır. Bu kıyaslamayı yaparken MBE, RMSE, t-stats, MAPE ve R^2 gibi istatistiksel hata analizleri yapmışlardır (Jamil & Siddiqui, 2018).

Bailek ve arkadaşları Cezayir bölgesi civarlarında aylık ortalama difüz güneş ışınımı miktarının tahminini çalışmışlardır. 35 difüz korelasyon bağıntısı gözden geçirilerek tahmin başarılarını incelemişlerdir. Ayrıca bu çalışmada önerilmiş olan sekiz modelin performanslarını görebilmek için literatürdeki mevcut sekiz model ile kıyaslamalarını yapmışlardır (Bailek ve diğerleri, 2018).

Charuchittipan ve arkadaşları çalışmalarında biokütle üretiminde kızıl ötesi güneş ışınımı miktarının bilinmesinin önemine değinmişlerdir. Atmosferik geçirgenliği bulutluluk miktarı verilerinden elde edilirken, atmosferdeki su buharı miktarı için bağıl nem ve hava sıcaklığı verilerini kullanmışlar. Ayrıca kızıl ötesi güneş ışınımı dağılımının jeolojik olarak dağılım haritasını vererek analiz yapmışlardır (Charuchittipan ve diğerleri, 2018).

Yıldırım ve arkadaşları Doğu Akdeniz Bölgesi güneş ışınım miktarı tahmini için meteoroloji istasyonundan aldıkları 11 yıllık veriyi kullanarak tahmin modelleri geliştirmişlerdir. Bu

modelleri geliştirirken literatürde oldukça sık kullanılan lineer tip (Angström-Prescott), kareli, kübik ve logaritmik regresyon modelleri geliştirerek Gauss, Sinusoidal, Weibull fonksiyonları ve yapay sinir ağı (YSA) yardımıyla en ideal modeli bulmaya çalışmışlardır. YSA için en iyi girdilerin sıcaklık, bağıl nem, güneşlenme süresi, gün, enlem, boylam, rakım ve hesaplanan atmosfere düşen ışınım olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan istatistiksel olarak hata kıyaslamalarında en ideal güneş ışınımı tahmini modelinin %96 doğruluğuyla YSA modelinin yaptığıı belirtmişlerdir (Yıldırım, Çelik, Teke, & Barutçu, 2018).

Bayrakçı ve arkadaşları Muğla ili için global güneş ışınım miktarını tahmin edebilmek için yeni modeller literatüre kazandırmışlardır. Bunun yanı sıra literatürdeki mevcut 105 diğer regresyon modellerini yeni oluşturulan modeller ile kıyaslamışlardır. Gerekli meteorolojik verileri (2007-2015) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesindeki Kipp ve Zonen piranometrelerden almışlardır. Model kıyaslamalarını daha iyi yapabilmek için, mevsimsel olarak ayırmışlardır. Sonuç olarak Ocak-Haziran periyodundaki güneş ışınım miktarının tahmininde kübik modellerin, Temmuz-Aralık ayları arasında ise kareli modellerin daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir (Bayrakçı, Demircan, & Keçebaş, 2018a).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmadaki gerekli regresyon analizlerini ve modellerini oluşturmak için gerekli veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Her bir bölgedeki istasyonlardan alınan verilerin istasyon kodu, enlem, boylam ve konum bilgileri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Günlük güneş ışınımı tahmin modellemesinde kullanılan veriler ve zaman dilimi Çizelge 2.2'de verilmiştir. Burada kullanılan verilere bakıldığında günlük güneş ışınımı miktarı ve güneşlenme süresi görülmektedir. Meteoroloji istasyonunda teknik veya diğer sorunlardan dolayı bazı günlerde ölçüm yapılamadığı görülmüştür. Bu eksik verilerin bir ay içerisindeki sayısı 12 günden az olması şartı ile lineer regresyon tahmini uygulanmış ve eksik veriler giderilmiştir. Eğer bir ay içerisindeki eksik veriler regresyon analizini değiştirebilecek düzeyde olduğu düşünülen yerlerde o yılın tamamı çıkartılmıştır. Bu nedenle, Adana ili için 2009 yılı verileri, Isparta ili için 2010 yılı verileri ve Mersin ili için 2005 yılı verileri regresyon analizlerinde kullanılmamıştır. Aylık regresyon analizinde kullanılan veriler ve zaman dilimleri Çizelge 2.3'de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi bu veriler aylık ortalama günlük ve günlük olmak üzere güneş ışınımı miktarı, güneşlenme süresi, bağıl nem, hava sıcaklığı, bulutluluk ve toprak sıcaklığı gibi meteorolojik verilerinden oluşmaktadır.

Çizelge 2.1. Meteoroloji Müdürlüğünden alınan istasyon bilgileri

Bölge	İstasyon no	Enlem (°)	Boylam (°)	Konum (m)
Adana	17351	37,0036	35,3431	27
Antalya	17302	36,8849	30,6828	41
Burdur	17238	37,722	30,294	957
Antakya	17372	36,2048	36,1513	104
İskenderun	17370	36,5924	36,1582	4
Isparta	17240	37,7848	30,5679	997
Elbistan	17870	38,2038	37,1982	1137
Karaman	17246	37,1932	33,2202	1018
Konya	17244	37,9837	32,574	1031
Mersin	17340	36,7808	34,6031	7
Niğde	17250	37,9587	34,6795	1211
Tarsus	17978	36,8942	34,9597	12
Ürgüp	17835	38,6218	34,9144	1068

Çizelge 2.2. Günlük modellerde kullanılan veri ve zaman

Bölge	Zaman aralığı	Kullanılan veri türleri
Adana	(2003-2013) / (2009 hariç)	<i>H, s</i>
Antakya	(2003-2010)	<i>H, s</i>
Antalya	(2007)	<i>H, s</i>
İskenderun	(2003-2010))	<i>H, s</i>
Isparta	(2007-2016) / (2010 hariç)	<i>H, s</i>
Karaman	(2007-2013)	<i>H, s</i>
Mersin	(2003-2010) / (2005 hariç)	<i>H, s</i>
Niğde	(2007-2010)	<i>H, s</i>
Ürgüp	(2007-2010)	<i>H, s</i>

Çizelge 2.3. Aylık regresyon analizinde kullanılan veriler ve zaman dilimleri

Bölge	Zaman aralığı	Kullanılan veri türleri
Adana	(2005-2016)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Antakya	(2005-2010)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Antalya	(2007-2008)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Burdur	(2005-2006)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Elbistan	(2005-2010)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
İskenderun	(2005-2010)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Isparta	(2007-2016)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Karaman	(2005-2016)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Konya	(2005-2006)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Mersin	(2005-2010)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Niğde	(2005-2010) (2014-2016)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>
Tarsus	(2010-2016)	<i>H, s, ST, RH, T</i>
Ürgüp	(2005-2010)	<i>H, s, ST, RH, T, C</i>

2.2 Yöntem

2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş ile dünya arasındaki ortalama mesafede, tüm dalga boylarında atmosfer dışında güneş ışınımına dik birim alana tüm dalga boylarında gelen güneş ışınımı değeri Güneş sabiti (G_{sc}) olarak tanımlanır ve bu değer %1 hata ile 1367 W/m^2 ile kabul edilmektedir. Atmosfer dışında yılın herhangi bir zamanında güneş ışınımına dik düzleme tüm dalga boylarında gelen güneş ışınımı (G_{on}) olarak adlandırılır.

$$G_{on} = G_{sc} \left(1 + 0,033 \cos \frac{360n}{365} \right) \quad (2.1)$$

burada n, 1 ocaktan itibaren gün sayısını ifade etmektedir.

2.2.2. Güneş Açıları

Güneş potansiyeli hesabında yer yüzündeki referans bölgenin ve güneşin pozisyonuna bağlı olan açılar kullanılmaktadır.

Enlem açısı (θ) Dünya üzerindeki bir noktanın dünya merkezini birleştiren doğru ile ekvator düzlemi arasındaki yapmış olduğu açıdır ve kuzey taraf pozitif olmak üzere -90° ile $+90^\circ$ arasında değişim göstermektedir.

Deklinasyon açısı (δ) Dünyaya ulaşan güneş ışınlarının ekvator düzlemiyle yapmış olduğu açıdır. Bu açı dünyanın yörünge düzlemi ile yaptığı $23^\circ 27'$ lik açıdan kaynaklanmaktadır. Bu açı $-23,45^\circ$ (21 Aralık kış gündönümü) ve $+23,45^\circ$ (21 Haziran yaz gündönümü) arasında değişmektedir. Ayrıca deklinasyon açısı ilkbahar ekinoksunda (21 Mart) ve sonbahar ekinoksunda (21 Eylül) sıfır değerine sahiptir. Deklinasyon açısı aşağıdaki verilen eşitlikle hesaplanır;

$$\delta = 23,45 \sin \left(360 \frac{284+n}{365} \right) \quad (2.2)$$

burada, n 1 ocaktan itibaren gün sayısıdır.

Eğim açısı (β) ele alınan yüzeyin yatay ile yaptığı açıdır ve 0° ile 180° arasında değişmektedir.

Yüzey azimut açısı (γ) Güneyde sıfır, doğuya doğru negatif, batıya doğru ise pozitif olmakla birlikte yüzeyin normalinin izdüşümü ile güney doğrultusundaki -180° ile $+180^\circ$ arasında değişen açıdır.

Saat açısı (ω) Dünyanın kendi eksenini etrafında saatte 15° dönmesi nedeniyle meridyen etrafında güneşin açısal olarak yer değiştirmesidir. Saat açısı;

$$\omega = 15(GS - 12) \quad (2.3)$$

eşitliğiyle hesaplanır. Burada (GS) güneş saatidir.

Güneş geliş açısı (θ) yer yüzüne gelen güneş ışınımı ile yüzeyin normali arasındaki açıdır.

Zenit açısı (θ_z) yatay yüzey (eğimsiz) için gösterilen güneş geliş açısıdır.

$$\begin{aligned} \cos\theta = & \sin\delta\sin\phi\cos\beta - \sin\delta\cos\phi\sin\beta\cos\gamma + \cos\delta\cos\phi\cos\beta\cos\omega + \\ & \cos\delta\sin\phi\sin\beta\cos\gamma\cos\omega + \cos\delta\sin\beta\sin\gamma\sin\omega \end{aligned} \quad (2.4)$$

Yatay yüzey için ($\beta=0^\circ$) için güneş geliş açısı zenit açısı (θ_z)'dır. Aşağıdaki eşitlikte;

$$\cos\theta_z = \cos\delta\cos\phi\cos\omega + \sin\delta\sin\phi \quad (2.5)$$

görüldüğü gibi verilmiştir.

Güneş batış açısını hesaplamada zenit açısı $\theta_z = 90^\circ$ 'dir ve eşitlik 2.5'te yerine yerleştirildiğinde;

$$\cos\omega_s = -\frac{\sin\phi\sin\delta}{\cos\phi\cos\delta} \quad (2.6)$$

$$\cos\omega_s = -\tan\phi\tan\delta \quad (2.7)$$

eşitlik 2.6 ve 2.7 elde edilir.

Gün uzunluğunu aşağıdaki eşitlik;

$$S_0 = \frac{2}{15} \cos^{-1} - \tan\phi \tan\delta = \frac{2}{15} \omega_s \quad (2.8)$$

yardımıyla hesaplanır.

2.2.3. Atmosfer Dışında Yatay Düzleme Gelen Güneş Işınımı

Atmosfer dışında birim yatay düzleme herhangi bir anda gelen güneş ışınımı aşağıda verilen;

$$H_o = \frac{24 \times 3600}{\pi} x G_{sc} \left[1 + 0,033 \cos \left(\frac{360n}{365} \right) \right] x \left[\cos\phi \cos\delta \sin\omega_s + \frac{2\pi\omega_s}{360} \sin\phi \sin\delta \right] \quad (2.9)$$

eşitliği yardımıyla bulunur.

2.2.4. Yeryüzüne Ulaşan Güneş Işınımının Hesabı

Yeryüzündeki belli bir bölgede yatay düzleme gelen aylık ortalama günlük güneş ışınımını bulmak için literatürde en çok kullanılan eşitlik olan (Angstrom-Page modeli);

$$\frac{H}{H_0} = \left(a + b \frac{s}{s_0} \right) \quad (2.10)$$

şeklinde verilmiş olup burada;

H ; yatay düzleme gelen aylık ortalama günlük güneş ışınımı miktarını,

H_0 ; hesaplanan bölgedeki aylık ortalama atmosfer dışında yatay düzleme gelen güneş ışınımını,

a, b ; bölgeye bağlı sabitleri göstermektedir.

$k_T = \frac{H}{H_0}$; yatay düzleme düşen güneş ışınımı miktarının atmosfer dışına düşen güneş ışınımına oranını veren bağıntıya berraklık indeksi (k_T) denir.

$\frac{s}{S_0}$; izafi güneşlenme süresini ifade etmektedir.

2.2.5. İstatistiksel Hata Analiz Yöntemleri

Yatay düzleme düşen güneş ışınım değerlerinin ölçülen değerlerden ne kadar saptığı ve hangi oranda doğruluğu yakaladığını görmek için literatürde bir takım istatistiksel analiz denklemleri oldukça sık olarak kullanılmaktadır.

R² Korelasyon Katsayısı

Korelasyon katsayısı değişkenlerin birbirine hangi oranda bağlı olduğunu göstermektedir. Hesaplanan ve ölçülen güneş ışınım değerleri arasındaki doğrusal ilişkinin bulunmasında kullanılır. Korelasyon katsayısının değeri sıfır ile bir arasında olup en optimum değer bir veya bire en yakın değer olarak seçilir.

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (H_{i,hesaplanan} - H_{i,hdo}) \times (H_{i,ölçülen} - H_{i,ödo})^2]}{[\sum_{i=1}^n (H_{i,hesaplanan} - H_{i,hdo})^2 \times \sum_{i=1}^n (H_{i,ölçülen} - H_{i,ödo})^2]} \quad (2.18)$$

burada, $H_{i,hdo}$ hesaplanan değerlerin ortalamasını ve $H_{i,ödo}$ ise ölçülen değerlerin ortalamasını ifade etmektedir. (Quej ve diğerleri, 2017).

Ortalama Sapma Hatası (MBE)

$$MBE = \frac{[\sum_{i=1}^n (H_{i,hesaplanan} - H_{i,ölçülen})]}{n} \quad (2.19)$$

eşitliği ile gösterilmektedir. Bu bağıntı, ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki gerçek sapmanın belirlenmesini sağlayarak uzun vadeli performansı hakkında bilgi vermektedir. İdeal değer olarak sıfıra yakın olan değer kabul edilir (Bayrakçı, Demircan, & Keçebaş, 2018b; Ekici & Teke, 2018).

Ortalama yüzde hatanın (MPE)

$$MPE(\%) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{(H_{i,hesaplanan} - H_{i,ölçülen})}{H_{i,ölçülen}} \right) \times 100 \quad (2.20)$$

denklemini kullanılmaktadır. Bu denklem, ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki yüzdesel ortalama sapma miktarının hesaplanmasını vermektedir. MPE değeri sıfıra ne kadar yakınsa model o ölçüde ideal olmaktadır ayrıca burada ‘n’ ölçülen ve hesaplanan değerlerin sayısını göstermektedir (Ekici & Teke, 2018; Quej ve diğerleri, 2017).

Ortalama karekök hata (RMSE)

$$RMSE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (H_{i,hesaplanan} - H_{i,ölçülen})^2 \right]^{1/2} \quad (2.21)$$

ile ifade edilir. Bu denklem hesaplanan ve ölçülen değerlerin kısa süreli performansı hakkında bilgi verirken sonuçları daima pozitif değerli olmaktadır. RMSE değerinin mümkün olduğu kadar sıfıra yakın olduğu model bölgeye en uyumlu modeli ifade etmektedir (Ekici & Teke, 2018; Yao ve diğerleri, 2015).

NSE (Nash-Sutcliffe Eşitliği)

NSE denklemini aşağıdaki gibi verilmiş olup bir’e yakın olan değer en optimum değerdir (Yao ve diğerleri, 2015; Zhao, Zeng, & Han, 2013).

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (H_{i,ölçülen} - H_{i,hesaplanan})^2}{\sum_{i=1}^n (H_{i,ölçülen} - H_{i,ort.hesaplanan})^2} \quad (2.22)$$

Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE %)

MAPE yüzde Ortalama mutlak yüzde hatası İstatistiksel hata yüzdesi Modellerin değerlendirilmesinde diğer kullanılan istatistiksel hata modellerinden bir tanesidir. Ölçülen ve hesaplanan güneş ışınımı değerleri arasındaki ortalama mutlak hata yüzdesini vermektedir. MAPE denklemini aşağıdaki eşitlik ile verilmiştir (Khahro ve diğerleri, 2015; Yaniktepe & Genc, 2015).

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{H_{i,hesaplanan} - H_{i,ölçülen}}{H_{i,ölçülen}} \right| \times 100 \quad (2.23)$$

RSE Bağıl Standart Hata

Bağıl standart hata istatistiksel hata analizlerinde kullanılan yöntemlerden birisi olup tahmin edilen korelasyonun hangi oranda doğruluğu yakaladığını verir. Korelasyon tahmin doğruluk derecesini göstermektedir.

$$RSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{H_{i,\text{ölçülen}} - H_{i,\text{hesaplanan}}}{H_{i,\text{ölçülen}}} \right)^2}{n}} \quad (2.24)$$

2.3. Literatürdeki Güneş Işınım Modelleri

2.3.1. Lineer Güneş Işınımı Tahmin Modelleri

Page Modeli (Model 1)

Page (1961) tüm dünyada uygulanabileceğini öne süren bir Angström-PreScott-Page regresyon modelinin katsayılarını aşağıdaki gibi vermiştir (Ertekin & Yaldiz, 2000).

$$\frac{H}{H_0} = 0,23 + 0,48 \frac{s}{S_0} \quad (2.25)$$

Tırıs Modeli (Model 2)

Tırıs ve ark. (1997) Angström-PreScott-Page tip regresyon modellerini Türkiye için uyarlamıştır. Uyarlanan bu model aşağıdaki gibi verilmiştir (Arslanoğlu, 2016).

$$\frac{H}{H_0} = 0,18 + 0,62 \frac{s}{S_0} \quad (2.26)$$

Bahel modeli (Model 3)

Bahel ve ark. liner regresyon eşitliğini aşağıdaki gibi vermiştir (Bahel, Srinivasan, & Bakhsh, 1986).

$$\frac{H}{H_0} = 0,175 + 0,552 \frac{s}{S_0} \quad (2.27)$$

Louche Modeli (Model 4)

Louche ve ark. Angström eşitliğini aşağıdaki katsayılar ile önermiştir (Louche, Notton, Poggi, & Simonnot, 1991).

$$\frac{H}{H_0} = 0,206 + 0,546 \frac{s}{s_0} \quad (2.28)$$

Almorox ve Hontoria Modeli (Model 5)

Almorox ve Hontoria liner regresyon eşitliğinin katsayılarını aşağıdaki gibi vermiştir (Almorox & Hontoria, 2004).

$$\frac{H}{H_0} = 0,2170 + 0,5453 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad (2.29)$$

Zabara Modeli (Model 6)

Zabara kübik bir eşitliğin olduğu Angström eşitliği için a ve b katsayıları önermiştir (Zabara, 1986).

$$a = 0,395 - 1,247 \left(\frac{s}{s_0} \right) + 2,680 \left(\frac{s}{s_0} \right)^2 - 1,647 \left(\frac{s}{s_0} \right)^3 \quad (2.30)$$

$$b = 0,395 + 1,384 \left(\frac{s}{s_0} \right) - 3,249 \left(\frac{s}{s_0} \right)^2 + 2,055 \left(\frac{s}{s_0} \right)^3 \quad (2.31)$$

Bakırcı Modeli (Model 7)

Bakırcı Türkiye geneli Angström tip eşitliğinin aşağıdaki katsayılar ile önermiştir (Bakirci, 2009a).

$$\frac{H}{H_0} = 0,2786 + 0,4160 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad (2.32)$$

Rensheng Modeli (Model 8)

Rensheng ve ark. aşağıda verilen eşitlik ile güneş ışınımı tahmin modelini vermiştir (Rensheng, Shihua, Ersi, Jianping, & Xibin, 2006).

$$\frac{H}{H_0} = 0,176 + 0,563 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad (2.33)$$

El-Metwall Modeli (Model 9)

El-Metwall Mısır için geliştirmiş olduğu Angström tip modelin katsayılarını aşağıdaki gibi vermiştir (El-Metwally, 2005).

$$\frac{H}{H_0} = 0,228 + 0,527 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad (2.34)$$

Berkama Modeli (Model 10)

Berkama Isparta ili için yatay düzleme düşen aylık ortalama günlük güneş ışınımı tahmin modellemesinden lineer model olarak aşağıdaki eşitliği geliştirmiştir (Berkama, 2012).

$$\frac{H}{H_0} = 0,2456 + 0,3913 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad (2.35)$$

Kalili Modeli (Model 11)

Kalili Niğde ili için yatay düzleme düşen güneş ışınımı tahmin modellemesinde lineer model olarak aşağıdaki eşitliği geliştirmiştir (Kallioğlu, 2014).

$$\frac{H}{H_0} = 0,4001 + 0,3666 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad (2.36)$$

2.3.2. Kareli Modeller

Akınoğlu ve Ecevit Modeli (Model 12)

Akinoğlu ve Ecevit güneş ışıınıını için kareli modeli aşığıdaki eşıitlikle önermişıtir.(Akinoglu & Ecevit, 1990).

$$\frac{H}{H_0} = 0,145 + 0,845 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,280 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.37)$$

Ögelman Modeli (Model 13)

Ögelman ve ark. güneş ışıınıını tahmini için kareli modeli aşığıdaki eşıitlikle vermişıtir (Ögelman, Ecevit, & Tasdemiroğlu, 1984).

$$\frac{H}{H_0} = 0,195 + 0,676 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,142 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.38)$$

Bakırcı Modeli (Model 14)

Bakırcı güneş ışıınıını modelini aşığıdaki eşıitlikle önermişıtir (Bakirci, 2009a).

$$\frac{H}{H_0} = 0,2545 + 0,5121 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,0864 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.39)$$

Aras Modeli (Model 15)

Aras ve ark. ikinci dereceden polinomik güneş ışıınıını tahmin denklemini Őekildeki gibi vermişılerdir (Aras, Balli, & Hepbasli, 2006).

$$\frac{H}{H_0} = 0,3398 + 0,2868 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,1187 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.40)$$

Almorox ve Hontoria modeli (Model 16)

Almorox ve Hontoria ikinci dereceden polinomik güneş ışıınıını tahmin denklemini Őekildeki gibi vermişılerdir (Almorox & Hontoria, 2004).

$$\frac{H}{H_0} = 0,1840 + 0,6792 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,1228 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.41)$$

Ülgen ve Özbalta Modeli (Model 17)

Ülgen ve Özbalta güneş ışınımı tahmini için kareli modeli aşağıdaki eşitlikle vermiştir (Abdo & EL-Shimy, 2013).

$$\frac{H}{H_0} = 0,0959 + 0,9958 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,3922 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.42)$$

Aksoy Modeli (Model 18)

Aksoy Ankara, Antalya, İzmir, Konya, Samsun ve Urfa için önerdiği kareli modeli aşağıdaki eşitlik ile vermiştir (Aksoy, 1997).

$$\frac{H}{H_0} = 0,148 + 0,668 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,079 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.43)$$

Toğrul ve Toğrul Modeli (Model 19)

Toğrul ve Toğrul Türkiye'nin Ankara, Antalya, İzmir, Yenihisar, Yumurtalık ve Elazığ gibi bölgeleri için güneş ışınım tahmin modellemesi yapmış olup kareli olan model aşağıdaki eşitlik ile verilmiştir (Türk Toğrul & Toğrul, 2002).

$$\frac{H}{H_0} = 0,1541 + 1,1714 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,705 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.44)$$

Yıldız ve Öz Modeli (Model 20)

Yıldız ve Öz'ün (1994) geliştirdikleri kareli güneş ışınım tahmin modelini aşağıdaki eşitlikle vermişlerdir (Katiyar & Pandey, 2013).

$$\frac{H}{H_0} = 0,2038 + 0,9236 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,3911 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.45)$$

Berkama Modeli (Model 21)

Berkama Isparta ili için yatay düzeleme düşen aylık ortalama günlük güneş ışınımı tahmin modellemesinden kareli model olarak aşağıdaki eşitliği geliştirmiştir (Berkama, 2012).

$$\frac{H}{H_0} = 0,21843 + 0,9414 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,314 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.46)$$

Kalili Modeli (Model 22)

Kalili Niğde ili için yatay düzeleme düşen güneş ışınımı tahmin modellemesinde lineer model olarak aşağıdaki eşitliği geliştirmiştir (Kallioğlu, 2014).

$$\frac{H}{H_0} = 0,3447 + 0,5642 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,1618 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad (2.47)$$

2.3.3. Kübik Modelleri

Angström (1924) eşitliği baz alınarak güneşlenme süresi bazlı kübik modeller oluşturulmaya çalışılmıştır ve literatüre ilk olarak Bahel ve ark. tarafından atılmıştır (Bahel ve diğerleri, 1987).

Bahel Modeli (Model 23)

Bahel ve arkadaşları kübik güneş ışınım tahmin modelini aşağıdaki şekilde vermiştir (Bahel ve diğerleri, 1987).

$$\frac{H}{H_0} = 0,16 + 0,87 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,61 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,34 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.48)$$

Aras modeli (Model 24)

Aras ve arkadaşları kübik güneş ışınım tahmin modelini aşağıdaki şekilde vermiştir (Aras ve diğerleri, 2006).

$$\frac{H}{H_0} = 0,4832 - 0,6161 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 1,8932 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 1,0975 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.49)$$

Almorox ve Hontoria modeli (Model 25)

Almorox ve Hontoria kübik güneş ışınım tahmin modelini aşağıdaki şekilde vermiştir (Almorox & Hontoria, 2004).

$$\frac{H}{H_0} = 0,230 + 0,3809 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,4694 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 0,3657 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.50)$$

Samuel Modeli (Model 26)

Samuel kübik güneş ışınım tahmin modelini aşağıdaki eşitlik ile vermiştir (Samuel, 1991).

$$\frac{H}{H_0} = -0,14 + 2,52 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 3,71 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 2,24 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.51)$$

Ülgen ve Hepbaşlı (2004) (Model 27)

Ülgen ve Hepbaşlı kübik güneş ışınım tahmin modelini Ankara, İzmir ve İstanbul bölgeleri için aşağıdaki eşitlik ile önermişlerdir (Ulgen & Hepbasli, 2004).

$$\frac{H}{H_0} = 0,2854 + 0,2591 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,6171 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 0,4834 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.52)$$

Genç Modeli (Model 28)

Genç kübik olan güneş ışınım tahmin modelini aşağıdaki eşitlik ile vermiştir (Genç, 2015).

$$\frac{H}{H_0} = -1,8843 + 12,645 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 21,871 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 12,367 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.53)$$

Bakırcı Modeli (Model 29)

Bakırcı'nın Erzurum ili için geliştirmiş olduğu kübik güneş ışınımı tahmin modeli aşağıdaki eşitlik ile verilmiştir (Bakirci, 2009b).

$$\frac{H}{H_0} = 0,6307 - 0,7251 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 1,208 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 0,4633 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.54)$$

Toğrul ve Toğrul Modeli (Model 30)

Toğrul ve Toğrul Türkiye'nin Ankara, Antalya, İzmir, Yenihisar, Yumurtalık ve Elazığ gibi bölgeleri için güneş ışınım tahmin modellemesi yapmıştır ve kübik olan model aşağıdaki eşitlik ile verilmiştir (Türk Toğrul & Toğrul, 2002).

$$\frac{H}{H_0} = 0,1796 + 0,9813 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,2958 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 0,2657 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.55)$$

Ertekin ve Yıldız Modeli (Model 31)

Ertekin ve Yıldız güneş ışınımı tahmini için aşağıdaki kübik olan eşitliği önermişlerdir (Ertekin & Yıldız, 2000).

$$\frac{H}{H_0} = -2,4275 + 11,946 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 16,745 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 7,9575 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.56)$$

Berkama Modeli (Model 32)

Berkama Isparta ili için yatay düzeleme düşen aylık ortalama günlük güneş ışınımı tahmin modellemesinden kübik model olarak aşağıdaki eşitliği geliştirmiştir (Berkama, 2012).

$$\frac{H}{H_0} = 0,5121 - 0,4215 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,8012 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 0,324 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad (2.57)$$

2.3.4 Diğer Modeller

Allen Modeli (Model 33)

Allen, maksimum ve minimum sıcaklık miktarını kullanarak aşağıdaki eşitlikle güneş ışınım tahminini vermiştir (Maghrabi, 2009; Menges, Ertekin, & Sonmete, 2006)

$$\frac{H}{H_0} = a(T_{max} - T_{min})^{0,5} \quad (2.58)$$

$$\frac{H}{H_0} = 0,144663(T_{max} - T_{min})^{0,5} \quad (2.59)$$

Chen Modeli (Model 34)

Chen ve arkadaşları (2004) maksimum ve minimum sıcaklık farklarını kullanarak güneş ışınım tahmin modelini aşağıdaki eşitlik yardımıyla vermişlerdir (Maghrabi, 2009).

$$\frac{H}{H_0} = 0,264 * \ln(T_{max} - T_{min}) - 0,155 \quad (2.60)$$

Hargreaves and Hargreaves Modeli (Model 35)

Hargreaves ve Hargreaves sıcaklık bazlı güneş ışınımı tahmin modelini aşağıdaki gibi önermişlerdir (Maghrabi, 2009).

$$\frac{H}{H_0} = 0,153(T_{max} - T_{min})^{0,5} - 0,033 \quad (2.61)$$

Sambo Modeli (Model 36)

Sambo sıcaklık ve güneşlenme süresine bağlı güneş ışınım tahmin modelini aşağıdaki gibi önermiştir (Sambo, 1986).

$$\frac{H}{H_0} = 0,194 + 0,479 \frac{s}{s_0} + 0,001T \quad (2.62)$$

Abdalla Modeli (Model 37)

Abdalla güneşlenme süresi, sıcaklık ve bağıl nem güneş ışınımı tahmin modelini aşağıdaki gibi önermiştir (Abdalla, 1994; Besharat, Dehghan, & Faghih, 2013; Maghrabi, 2009).

$$\frac{H}{H_0} = -0,107 + 0,70 \left(\frac{s}{s_0} \right) - 0,0025T + 0,004RH \quad (2.63)$$

Ododo Modeli (Model 38)

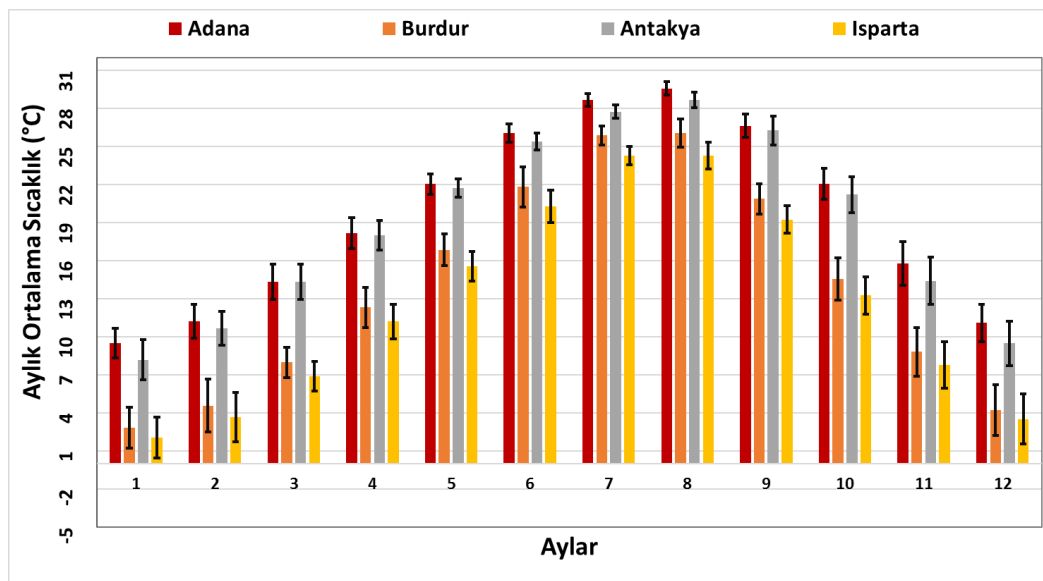
Ododo ve arkadaşları sıcaklık, bağıl nem ve güneşlenme süresine bağlı tahmin modelini aşağıdaki gibi önermişlerdir (Maghrabi, 2009; Ododo, Sulaiman, Aidan, Yuguda, & Ogbu, 1995).

$$\frac{H}{H_0} = 1,013 \left(\frac{s}{s_0}\right)^{0,462} T_{max}^{-0,1005} RH^{-0,035} \quad (2.64)$$

3.ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 Uzun Yıllar Aylık Ortalama sıcaklık dağılımı

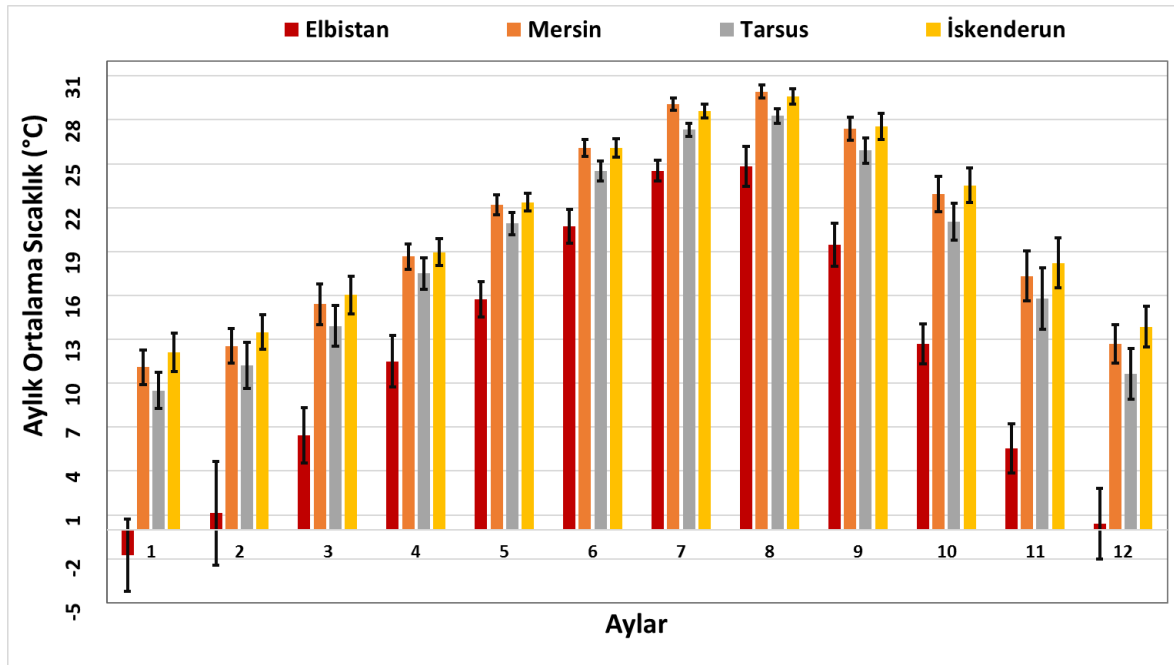
Türkiye Devlet Meteoroloji Müdürlüğünden alınan veriler ile bölgelere yönelik sıcaklık dağılımı ve sapma miktarı Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de verilmiştir. Elde edilen şekiller 2005-2016 yılları arasındaki verilerden türetilmiş olup göz önüne alınan dört bölge de coğrafik konumu olarak Akdeniz bölgesinde yer almaktadır. Adana, Burdur, Antakya ve Isparta için aylık ortalama sıcaklık dağılımlarına Şekil 3.1’de verilmektedir. Şekil incelendiğinde tüm yıl boyunca Adana’nın ortalama sıcaklık değerinin diğer üç bölgeye göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Adana ilinden sonra en yüksek sıcaklık değerinin Antakya ilçesinde olduğu görülmekte olup Burdur ve Isparta illeri sırası ile takip etmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık değerleri Adana, Burdur, Antakya ve Isparta için sırasıyla 19,61 °C, 13,90 °C, 18,85 °C ve 12,67 °C’dir. Adana için en büyük sapma değerleri 11. ve 12. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7., 8., ve 6. aylarda, Burdur için en büyük sapma değerleri 2., 12., ve 11. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7. ve 8. aylarda, Antakya için en büyük sapma değerleri 11. ve 12. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7., 8., ve 6. aylarda, Isparta için ise en büyük sapma değerleri 12. ve 11. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7., 8. ve 9. aylarda göstermiştir. Sonuç olarak en az sapma miktarını 7. ve 8. aylarda görülürken en büyük sapma miktarları 11. ve 12. aylarda görülmektedir. Ayrıca en düşük aylık ortalama sıcaklık dört bölge içinde 1.ayda olurken en yüksek 8. ayda olduğu görülmektedir.



Şekil 3.1. Aylık ortalama sıcaklık dağılımı ve sapma miktarı (Adana, Burdur, Antakya ve Isparta)

Elbistan, Mersin ve İskenderun bölgeleri için 2005-2016 yılların arasındaki mevcut aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılırken Tarsus için 2010-2016 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. İskenderun bölgesi 20,86 °C, Mersin 20,44 °C, Tarsus 18,87 °C ve Elbistan için 11,76 °C yıllık ortalama aylık sıcaklık değerine sahiptir. Şekil 3.2 incelendiğinde 7. ve 8. aylar hariç yıl boyunca İskenderun en yüksek aylık ortalama sıcaklık değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer bölgelerde aynı şekilde incelendiğinde Mersin bölgesi ikinci sırada, Tarsus bölgesi üçüncü ve Elbistan bölgesi ise dördüncü sırada en yüksek aylık ortalama sıcaklık değerine sahiptir.

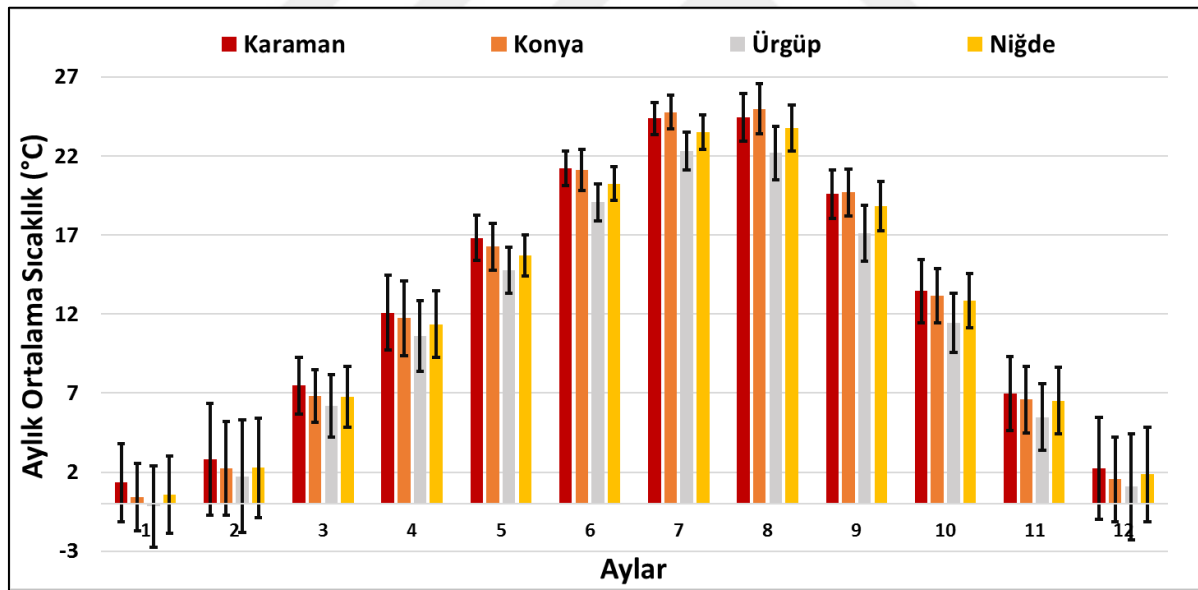
Elbistan için en büyük sapma değerleri 2., 1. ve 12. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7., 6. ve 5. aylarda, Mersin için en büyük sapma değerleri 11., 3. ve 12. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7. ve 8. aylarda, Tarsus için en büyük sapma değerleri 11. ve 12. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7., 8. ve 6. aylarda, İskenderun için ise en büyük sapma değerleri 12. ve 11. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7. ve 8. aylarda göstermiştir. Sonuç olarak en az sapma miktarını genellikle 7. ve 8. aylarda görülürken en büyük sapma miktarları genel olarak 11. ve 12. aylarda görülmektedir. En düşük aylık ortalama sıcaklık dört bölge içinde 1. ayda olurken en yüksek 8. ayda olduğu görülmektedir.



Şekil 3.2. Aylık ortalama sıcaklık dağılımı ve sapma miktarı (Elbistan, Mersin, Tarsus ve İskenderun)

Aynı şekilde Karaman, Konya, Ürgüp ve Niğde için 2005-2016 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Sırasıyla bu iller için yıllık ortalama aylık sıcaklık değerleri 12,73 °C, 12,44 °C, 10,98 °C ve 12,01 °C'dir. Şekil 3.3 incelendiğinde Karaman bölgesi 7., 8. ve 9. aylar hariç diğer tüm aylarda en yüksek aylık ortalama sıcaklık değerine sahip olduğu görülmektedir. İkinci sırada Konya, üçüncü sırada Niğde ve son sırada Ürgüp bölgesi takip etmiştir.

Karaman için en büyük sapma değerleri 2., 12. ve 11. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7., 6. ve 5. aylarda, Konya için en büyük sapma değerleri 2. ve 12. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7. ve 6. aylarda, Ürgüp için en büyük sapma değerleri 2., 12. ve 1. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 7., 6. ve 5. aylarda, Niğde için ise en büyük sapma değerleri 2., 12. ve 1. aylarda iken en düşük sapma miktarları ise 6., 7. ve 8. aylarda göstermiştir. Sonuç olarak en az sapma miktarını 6. ve 7. aylarda görülürken en büyük sapma miktarları 2., 12. ve 11. aylarda görülmektedir. Ayrıca en düşük aylık ortalama sıcaklık dört bölge içinde 1. ayda olurken en yüksek 8. ayda olup 7. ay ile oldukça yakın görülmektedir.

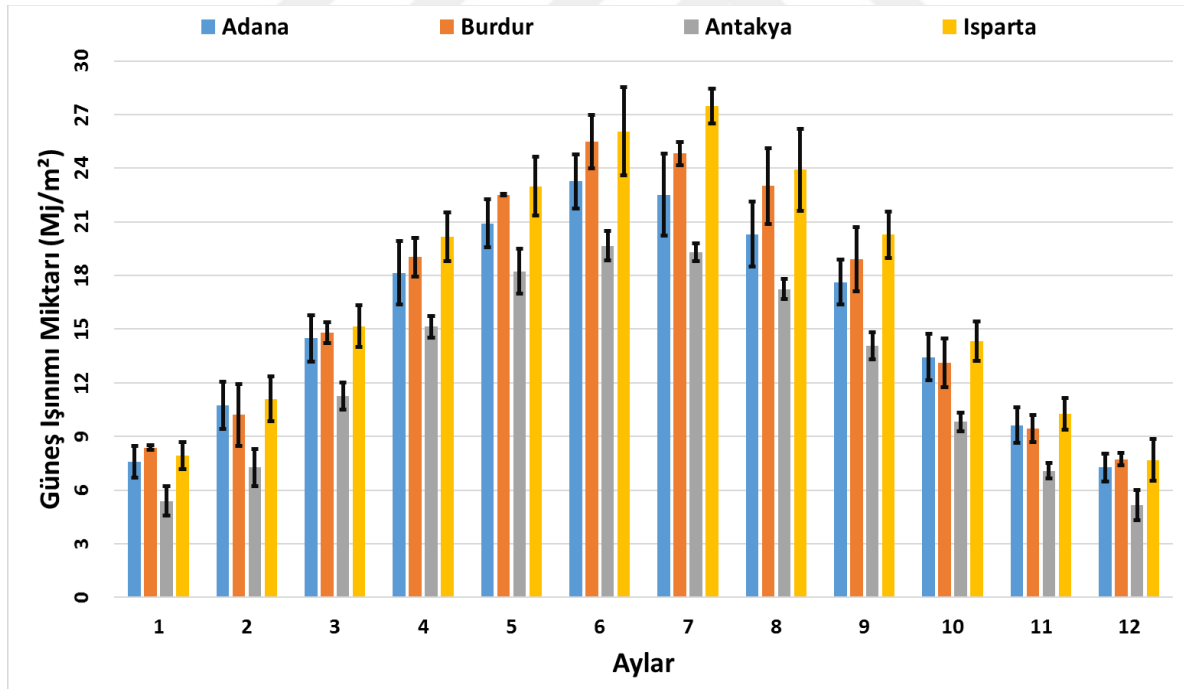


Şekil 3.3 Aylık ortalama sıcaklık dağılımı ve sapma miktarı (Karaman, Konya, Ürgüp ve Niğde)

3.2. Uzun yıllar Aylık Ortalama Güneş Işınımı Ortalaması ve Sapma Miktarı

Aylık ortalama güneş ışınımı miktarlarının incelenen bölgeler için karşılaştırma ve analizini yapmak amacıyla Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve 3.6'daki veri dağılımları göz önüne alınmıştır. Aylık ortalama güneş ışınımı ilk dört bölge için Şekil 3.4'de gösterilmiş olup elde edilen grafik

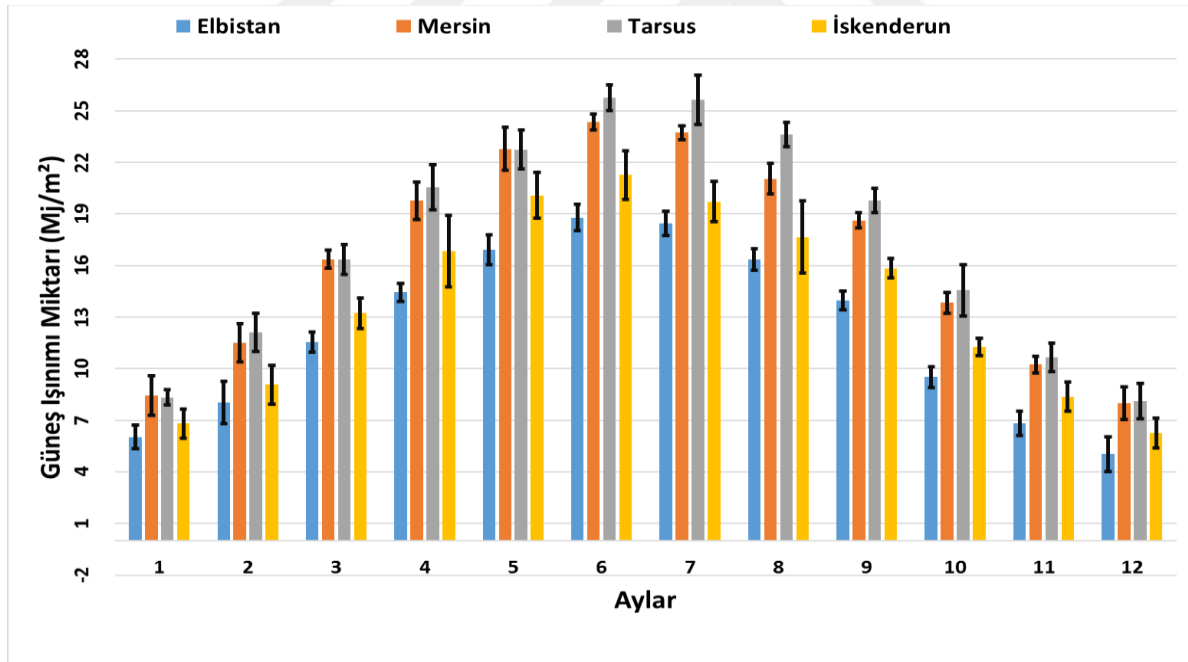
sonuçları Adana ve Isparta için (2006-2016), Burdur için (2005-2006) ve Antakya için (2005-2010) yılları arasındaki verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Tüm aylarda (1. ay hariç) Isparta en yüksek aylık güneş ışınımına sahip olduğu görülmektedir. Göz önüne alınan bölgeler için en yüksek aylık güneş ışınımı miktarı 6.ayda (Isparta hariç) gözlemlenirken, en düşük aylık güneş ışınımı miktarı ise 12.ayda gözlemlenmiştir. Ay bazında bölgeler kıyaslandığında en yüksek güneş ışınımı Isparta'da ve 27,46 Mj/m^2 olarak 7.ayda görülürken en düşük güneş ışınımı ise 12.ayda 5,17 Mj/m^2 ile Antakya gözlemlenmiştir. Aylık ortalama değerinden sapma miktarı incelendiğinde; Adana için en büyük sapma miktarı 7. ve 8. aylarda en düşük sapma miktarı 12. ve 1. aylarda, Burdur için en büyük sapma miktarı 8. ve 9. aylarda en düşük sapma miktarı 5. ve 1. aylarda, Antakya için en büyük sapma miktarı 5. ve 2. aylarda, en düşük sapma miktarı 11. ve 7. aylarda, Isparta için en büyük sapma miktarı 6. ve 8. aylarda en düşük sapma miktarı 1. ve 11. aylarda gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, yıllık ortalama aylık güneş ışınımı değeri Isparta için 16,88 Mj/m^2 , Burdur için 16,44 Mj/m^2 , Adana için 15,49 Mj/m^2 ve Antakya için 12,46 Mj/m^2 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.4 Aylık ortalama güneş ışınım miktarı dağılımı ve sapma miktarı (Adana, Burdur, Antakya ve Isparta)

Aylık ortalama güneş ışınımı için incelenen ikinci dört bölge (Elbistan, Mersin, Tarsus ve İskenderun) Şekil 3.5'de gösterilmiştir. Elbistan, İskenderun ve Mersin için (2005-2010)

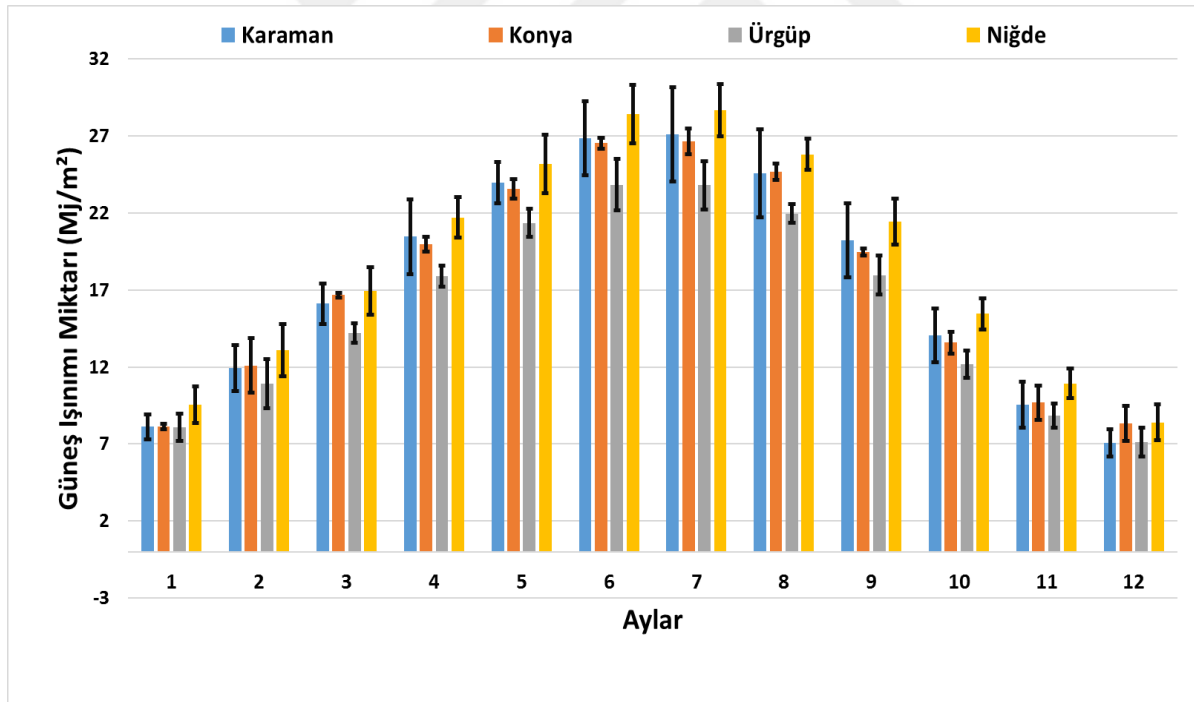
yıllarındaki veriler kullanılırken, Tarsus için (2010-2016) yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Şekilden de görüldüğü gibi Tarsus bölgesinde elde edilen aylık güneş ışınım miktarı, diğer bölgelere kıyasla, tüm yıl boyunca maksimum değerdedir ve bunu Mersin ili takip etmektedir. Göz önüne alınan bölgeler için en yüksek güneş ışınımı miktarı 6.ayda gözlemlenirken, en düşük güneş ışınımı miktarı ise 12.ayda gözlemlenmiştir. Ay bazında bölgeler kıyaslandığında en yüksek güneş ışınımı miktarını Tarsus 6.ayda $25,74 \text{ Mj/m}^2$ ile göstermiş olup en düşük ışınımı ise $4,24 \text{ Mj/m}^2$ ile Elbistan göstermiştir. Aylık ortalama değerlerinden sapma miktarı incelendiğinde; Elbistan için en büyük sapma miktarı 2. ve 12. aylarda, en düşük sapma miktarı 4. ve 9. aylarda, Mersin için en büyük sapma miktarı 1. ve 5. aylarda en düşük sapma miktarı 7. ve 9. aylarda, Tarsus için en büyük sapma miktarı 10. ve 7. aylarda en düşük sapma miktarı 1. ve 8. aylarda, son olarak İskenderun için en büyük sapma miktarı 4. ve 5. aylarında en düşük sapma miktarı 9. ve 10. aylarda gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, Elbistan $12,15 \text{ Mj/m}^2$, Mersin $16,54 \text{ Mj/m}^2$, Tarsus $17,34 \text{ Mj/m}^2$ ve İskenderun için $13,86 \text{ Mj/m}^2$ yıllık ortalama aylık güneş ışınımı miktarlarına sahiptirler.



Şekil 3.5. Aylık ortalama güneş ışınım miktarı dağılımı ve sapma miktarı (Elbistan, Mersin, Tarsus ve İskenderun)

Aylık ortalama güneş ışınımı için incelenen Karaman, Konya, Ürgüp ve Niğde bölgeleri Şekil 3.6'da gösterilmektedir. Karaman ve Niğde için (2005-2016), Konya için (2005-2006) ve Ürgüp için (2005-2010) yılları arasındaki verilerden yararlanılmıştır. Şekilden de görüldüğü

üzere, Niğde bölgesi için tüm yıl boyunca elde edilen aylık güneş ışınım miktarı diğer bölgelere kıyasla maksimum değerlerdedir. Göz önüne alınan bu bölgeler için en yüksek güneş ışınımı 7.ayda (Ürgüp hariç) gözlemlenirken, en düşük güneş ışınımı ise 12.ayda (Konya hariç) gözlemlenmiştir. Ay bazında bölgeler kıyaslandığında en yüksek güneş ışınımı Tarsus'ta ve $28,64 \text{ Mj/m}^2$ olarak 7.ayda hesaplanırken, en düşük ışınımı ise $7,07 \text{ Mj/m}^2$ ile Karaman göstermiştir. Aylık ortalama değerlerinden sapma miktarı incelendiğinde; Karaman için en büyük sapma miktarı 7. ve 8. aylarda, en düşük sapma miktarı 1. ve 12. aylarda, Konya için en büyük sapma miktarı 2. ve 12. aylarda en düşük sapma miktarı 1. ve 9. aylarda, Ürgüp için en büyük sapma miktarı 6. ve 2. aylarda en düşük sapma miktarı 8. ve 3. aylarda, Niğde için en büyük sapma miktarı 5. ve 6. aylarda en düşük sapma miktarı 11. ve 10. aylarda gözlemlenmiştir. Bunun yanısıra, yıllık ortalama aylık güneş ışınımı değeri Karaman için $17,48 \text{ Mj/m}^2$, Konya için $17,43 \text{ Mj/m}^2$, Ürgüp için $15,67 \text{ Mj/m}^2$ ve Niğde için $18,78 \text{ Mj/m}^2$ olarak hesaplanmıştır.

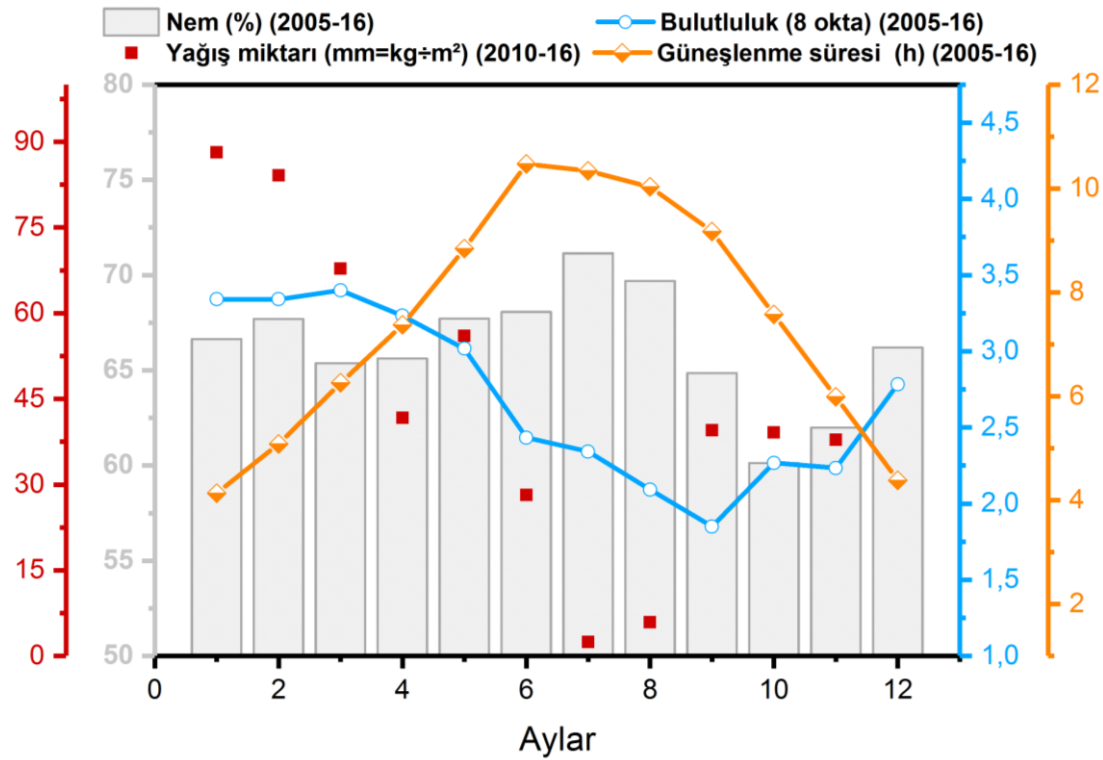


Şekil 3.6. Aylık ortalama güneş ışınım miktarı dağılımı ve sapma miktarı (Karaman, Konya, Ürgüp ve Niğde)

3.3. Aylık Meteorolojik Verilerin İl ve İlçeler İçin Değişimi

Bu çalışmada güneş ışınımının tahmininin yanı sıra diğer meteorolojik ve mevsimsel etkilerin bu tahminde önemli yeri olduğundan dolayı özel olarak irdelenmiştir. Her bir bölge için nem, yağış, bulutluluk ve güneşlenme süresi uzun dönem aylık ortalamaları Şekil 3.7 ile Şekil 3.18 arasında gösterilmiştir.

Adana ili meteorolojik verilerin aylık ortalama değişimi Şekil 3.7’de verilmiştir. Adana Akdeniz ikliminin özelliklerini taşıyıp yazları çok sıcak ve kurak geçerken, kışları ise ılık ve yağışlı günler geçirmektedir.

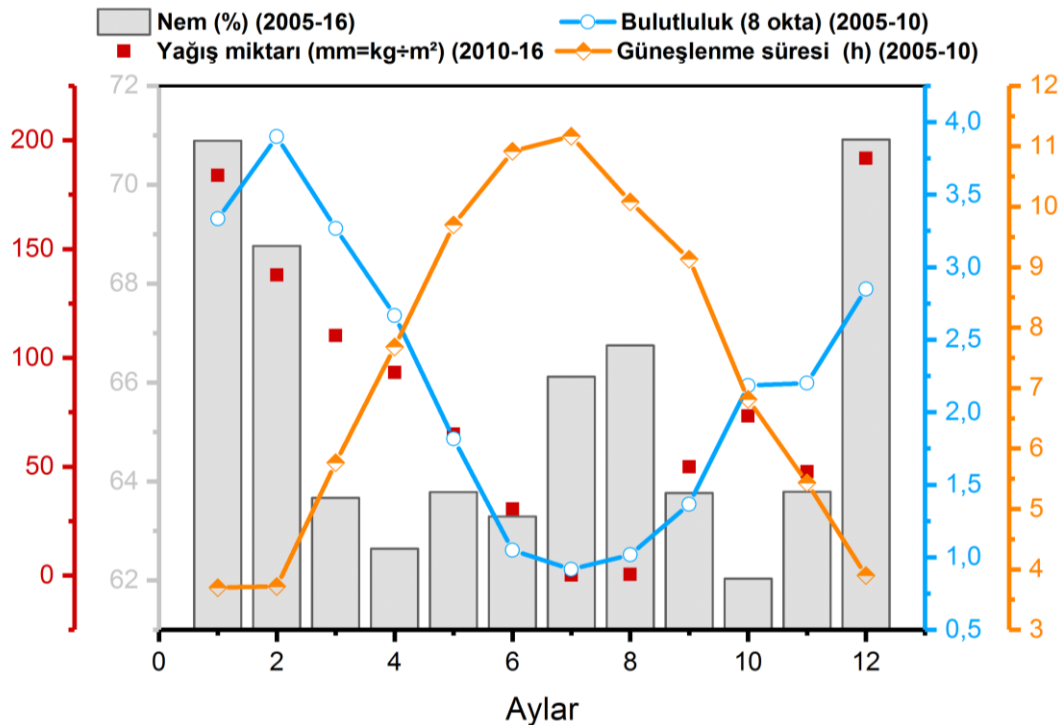


Şekil 3.7. Adana ili aylık ortalama meteorolojik verilerin değişimi

Adana ili için aylık ortalama meteorolojik verileri incelendiğinde güneşlenme süresi ve bulutluluk miktarının birbirleriyle büyük oranda ters oranda değiştiği görülmektedir. Aylık ortalama güneşlenme süresinin miktarının maksimum olduğu değerler (En yüksekten düşüğe doğru) sırasıyla 6., 7. ve 8. aylarda olurken minimum olduğu değerler (En düşükten yükseğe doğru) sırasıyla 1., 12. ve 2. aylarda gözlemlenmiştir. Nemim maksimum olduğu dönem ise 7.ay (%71,15) ve 8.ayda (%69,70) görülürken, nemin en az seviyelere indiği dönem ise 10.ay (%60,12) ve 11.ayda (%62) görülmektedir. Yıllık ortalama aylık bağıl nem miktarı ise %66,25 civarında seyretmektedir. Aylık ortalama bağıl nem miktarına baktığımızda yaz aylarında artış

gözlemlenirken sonbahar ve kış aylarında bağıl nem miktarının daha aşağı seviyelerde olduğu görülmektedir. Yaz dönemlerinde (İklimgen, 2018:05) alçak basınç merkezi olan Çukurova'ya deniz ve Toroslardan devamlı hava akımı sağlanarak dinamik bir yüksek basınç merkezine sahip olmaktadır. Bunlara ek olarak yaz dönemlerinde ovaların sulanması nem miktarını büyük ölçüde arttırmaktadır. Ortalama bağıl nem yaz aylarında %70 civarlarında görülmesine rağmen günlük nem miktarı yukarıdaki bahsedilen etkilerden dolayı %90 civarlarına çıkabilmektedir. Aylık ortalama yağış miktarına bakıldığında en kurak dönemlerin 6.ayda (28,20 mm=kg/m²), 7.ay (2,50 mm=kg/m²) ve 8.ayda (5,90 mm=kg/m²) yaşanırken en yağmurlu dönemlerin ise 12.ay (140,30 mm=kg/m²), 1.ay (88,20 mm=kg/m²) ve 2.ayda (84,12 mm=kg/m²) yaşanıldığı gözlemlenmektedir. Yıllık ortalama aylık olarak yağış miktarı hesaplandığında (52,60 mm=kg/m²) olarak görülmektedir.

Antakya, Hatay'ın merkez ilçesi olup Akdeniz ikliminin yaşandığı bir bölgedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olmakla birlikte yüksek bölgelerinde önemli derecede iklim farklılıkları gözlemlenmektedir. Antakya ilçesi için aylık ortalama meteorolojik verilerin değişimi Şekil 3.8'de verilmiştir.

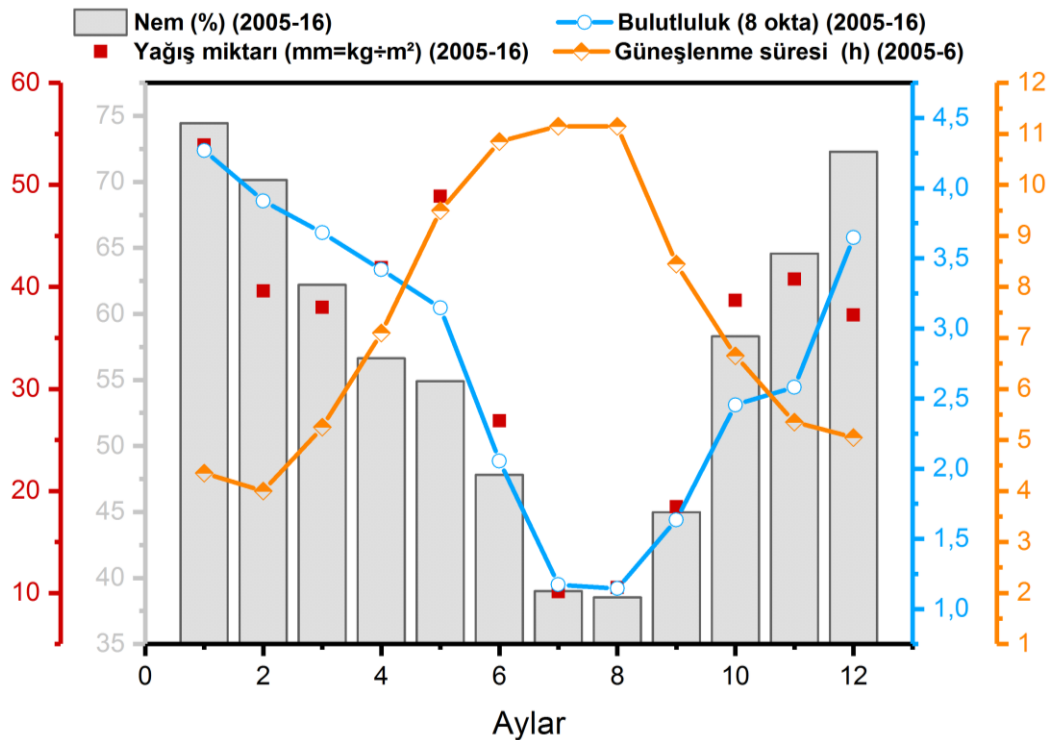


Şekil 3.8. Antakya ilçesi aylık meteorolojik verilerin incelenmesi

Şekil 3.8 incelendiğinde yıllık ortalama aylık bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme süresi sırasıyla %65,53, 82 mm=kg/m² ve 7,33 saat olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama bulutluluk

miktarı ve aylık ortalama güneşlenme süresinin birbirini kapatan çan şeklini aldığı açıkça görülmektedir. Güneşlenme süresinin maksimum görüldüğü dönem 7. ayda (11,16 saat) olduğu periyotta bulutluluk miktarının minimum (0,90 Okta) olduğu görülmektedir. Ayrıca bulutluluk miktarının yağış miktarıyla oldukça paralel olduğu da görülmektedir. Bağıl nem miktarının maksimum olduğu kış mevsiminde 1.ay (%70,90), 2.ay (%68,75) ve 3.ayda (%70,90) görülürken, diğer aylarda nem miktarının oldukça azaldığı görülmekte olup yıl içerisinde en kurak dönemlerin 6., 7. ve 8. aylarda olduğu görülmektedir.

Burdur ili, güneyinde Antalya kuzeyinde Afyon ve Isparta ile çevrili olan Akdeniz Bölgesi içerisinde yer alan bir ildir. Burdur ili her ne kadar Akdeniz Bölgesi'nde yer alsada çevreleyen yüksek dağlar karasal iklimin baskın olmasına sebep olmaktadır. Genel olarak kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen İç Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgeleri arasında geçiş iklim özelliğine sahiptir. Burdur ili için meteorolojik verilerin değişiminin irdelenmesi Şekil 3.9'da verilmiştir.

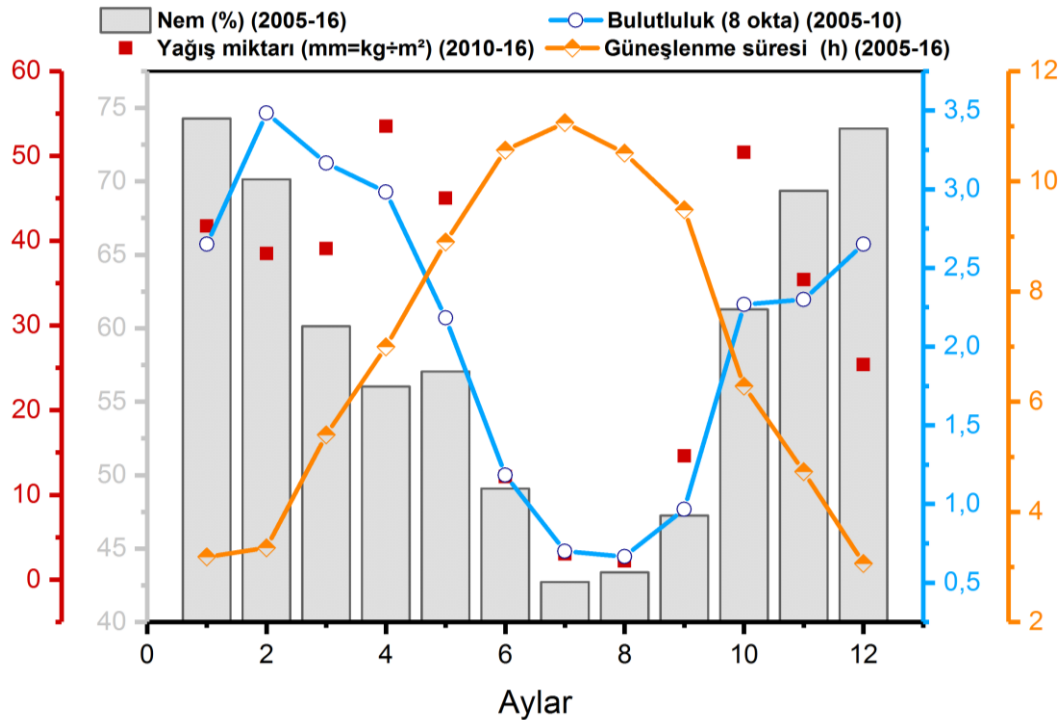


Şekil 3.9. Burdur ili meteorolojik verilerin değişimi

Burdur ili yıllık ortalama aylık bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme süresi sırasıyla %57; 33,75mm=kg/m² ve 7,40 saat olarak hesaplanmıştır. Güneşlenme süresinin en fazla olduğu aylar 7.ay (11,15 saat) ve 8.ayda (11,15 saat) olduğu görülürken minimum güneşlenme

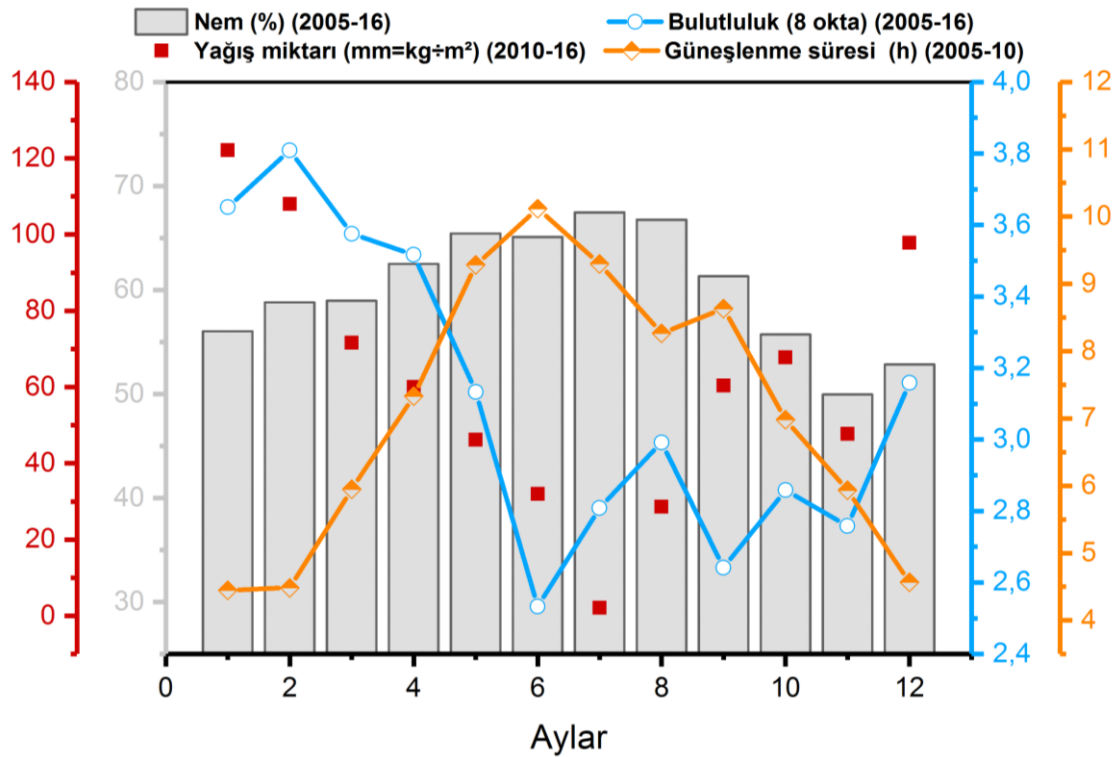
süresinin 4 saat ile 2. ayda olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama bağıl nem miktarı yaklaşık %57 civarında görülmesine rağmen 7. ve 8. aylarda yaklaşık olarak %38 seviyelerine düşmektedir. Bu düşüşün nedeni Burdur çevresini saran yüksek dağlardan dolayı sahip olduğu karasal iklimden kaynaklanmakta olduğu ön görülmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin güneybatısında bulunan Elbistan ilçesi Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde yer almakta olup Akdeniz, İç Anadolu ve Anadolu Bölgelerine komşu olduğu için kendisine özgü bir iklim karakteristiği vardır. Denize çok uzak bölgede olmamasına rağmen çevresi yüksek dağlarla çevrili olduğundan dolayı karasal iklim hakimdir (Esen & Tonbui, 2015). Kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Elbistan ilçesi aylık ortalama meteorolojik verilerin değişimi Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde Elbistan ilçesi için yıllık ortalama aylık bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme süresi sırasıyla %58,70, 30 mm=kg/m² ve 6,95 saat olarak meteorolojik verilerden hesaplanmıştır. Maksimum güneşlenme süresi 7. ayda (11 saat) olup minimum güneşlenme süresi 12. ayda (3 saat) olarak görülmektedir. Yaz aylarında bağıl nem miktarı yaklaşık %45 civarlarında olurken kış aylarında ortalama %70 civarlarına çıkabilmektedir. Yağış miktarının en bol olduğu aylar 4. ve 10. aylar olarak gözlemlenirken en kurak dönemin 8. ayda olduğu görülmektedir.



Şekil 3.10. Elbistan ilçesi meteorolojik verilerin değişimi

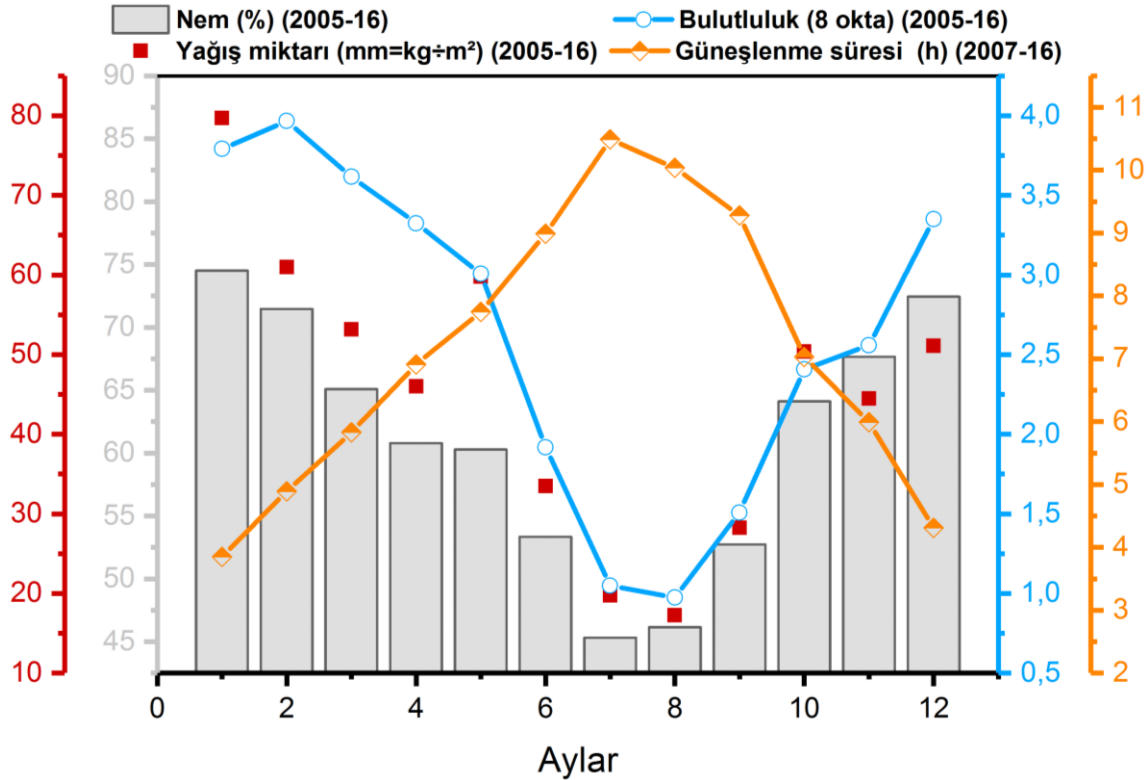
Akdeniz Bölgesinde yer alan ve Hatay iline bağlı olan İskenderun ilçesi yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. İskenderun ilçesinin aylık ortalama meteorolojik verilerinin değişimi Şekil 3.11’de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde İskenderun ilçesi için yıllık ortalama aylık bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme sürelerine bakıldığında sırasıyla; %60; 62 mm= kg/m^2 ve 7,1 saat olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama maksimum güneşlenme süresi 6. ayda (10,11 saat) olup minimum güneşlenme süresi 12. ayda (6,25 saat) olarak görülmektedir. Yıllık ortalama aylık bağıl nem yaklaşık %60 civarlarında olmasına rağmen yaz aylarında denizden gelen rüzgâr esintilerinden dolayı nem oranı %90 civarlarına çıkabilmektedir. Yağış miktarı kış mevsiminde maksimum olurken (1. 2. ve 12. aylar), yaz mevsiminde minimum olduğu (7. 6. ve 8. aylarda) görülmektedir. Buna ek olarak ilk 4 aydan sonra bulutluluk miktarının mevsim etkilerine göre ortalama yarı yarıya düşmektedir.



Şekil 3.11. İskenderun ilçesi meteorolojik verilerin değişimi

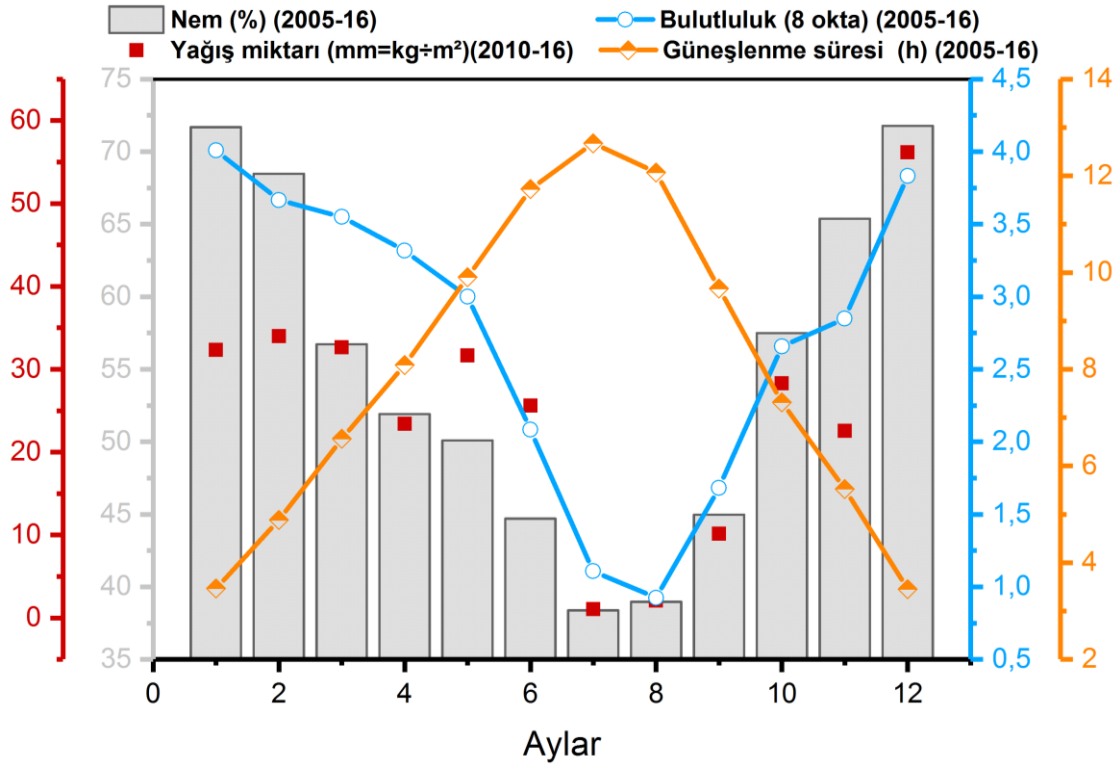
Isparta ili Akdeniz ve Orta Anadolu iklimi arasında bir konumuyla geçiş bölgesindedir. Bundan dolayı her iki iklimin özelliklerini görmek bölgelere göre mümkün olmaktadır. Yazları sıcak ve kurak geçerken kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Kuzey bölümlerine gittikçe karasal iklimin özellikleri artmaktadır. Bu bölgelerde daha soğuk ve kurak iklim görülmektedir. Akdeniz Bölgesinde bulunan Toros dağlarının denize paralel olarak

yerleşmesinden dolayı nemli ve sıcak hava iç ve orta kısımlara gelememektedir (Isparta İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 06:2018). Isparta ilinin aylık ortalama meteorolojik verileri Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Yıllık ortalama aylık bağıl nem %61,15, yağış miktarı 45,35 mm=kg/m² ve güneşlenme süresi 7,15 saat olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama güneşlenme süresine bakıldığında 7.ayda (10,64 saat) maksimum olduğu görülmekte olup 1.ayda (3,92 saat) minimum değere sahiptir. Aylık ortalama bağıl nem miktarına bakıldığında kış aylarında yaklaşık %70 civarlarında görülürken, yaz aylarında %45 civarlarına kadar düştüğü görülmektedir. Yağışların büyük bir bölümünü ilk bahar ve kış aylarında almakta olup en az yağışı 8.ayda (17,25 mm=kg/m²) almaktadır.



Şekil 3.12. Isparta ili meteorolojik verilerin değişimi

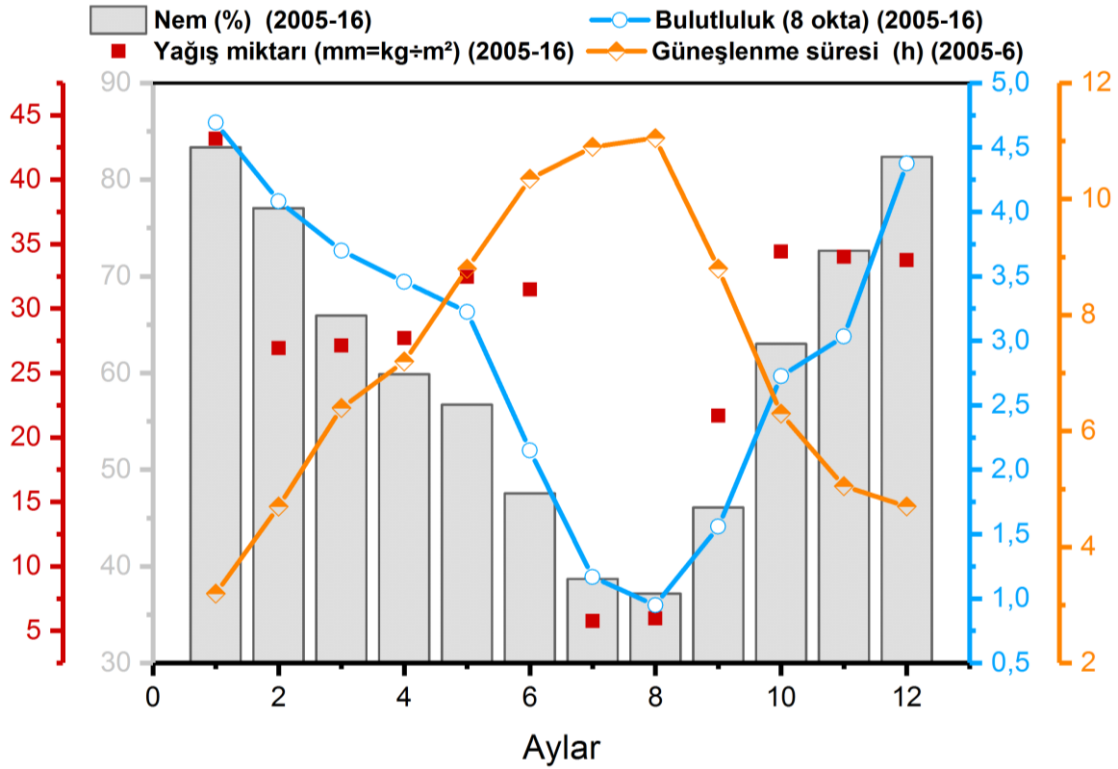
Karaman ili güneyinde Mersin, kuzeyinde Konya, doğusunda Ereğli, güneydoğusunda Silifke ve batısında Antalya'nın bulunduğu İç Anadolu Bölgesinde yer almaktadır. Kışları soğuk ve karlı, yazları sıcak ve kurak geçmekte olup karasal iklim hüküm sürmektedir. Karaman ili için meteorolojik verilerin değişimi Şekil 3.13’de verilmiştir. Yıllık ortalama aylık bağıl nem %55, yağış miktarı 25 mm=kg/m² ve güneşlenme süresi 7,94 saat olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.13. Karaman için meteorolojik verilerin değişimi

Şekil 3.13 incelendiğinde Karaman ili için maksimum güneşlenme süresinin 7. ayda (12,67 saat) olduğu görülürken, 12. ayda (7,07 saat) minimum noktada olduğu görülmektedir. Aylık ortalama bağıl nem miktarına bakıldığında yaz aylarında (%26,15) olarak minimum seviyelerde olurken, kış aylarında (%70,65) yılın en nemli dönemleri yaşanmaktadır. Yağışların büyük bir bölümü ilk bahar ve kış aylarında olmakla birlikte yılın en fazla yağış aldığı dönem 12. ay (56,14 mm=kg/m²) iken, en kurak olduğu dönem 7. ve 8. aylarda sırası ile (1,05 mm=kg/m²) ve (2,08 mm=kg/m²) olduğu görülmektedir.

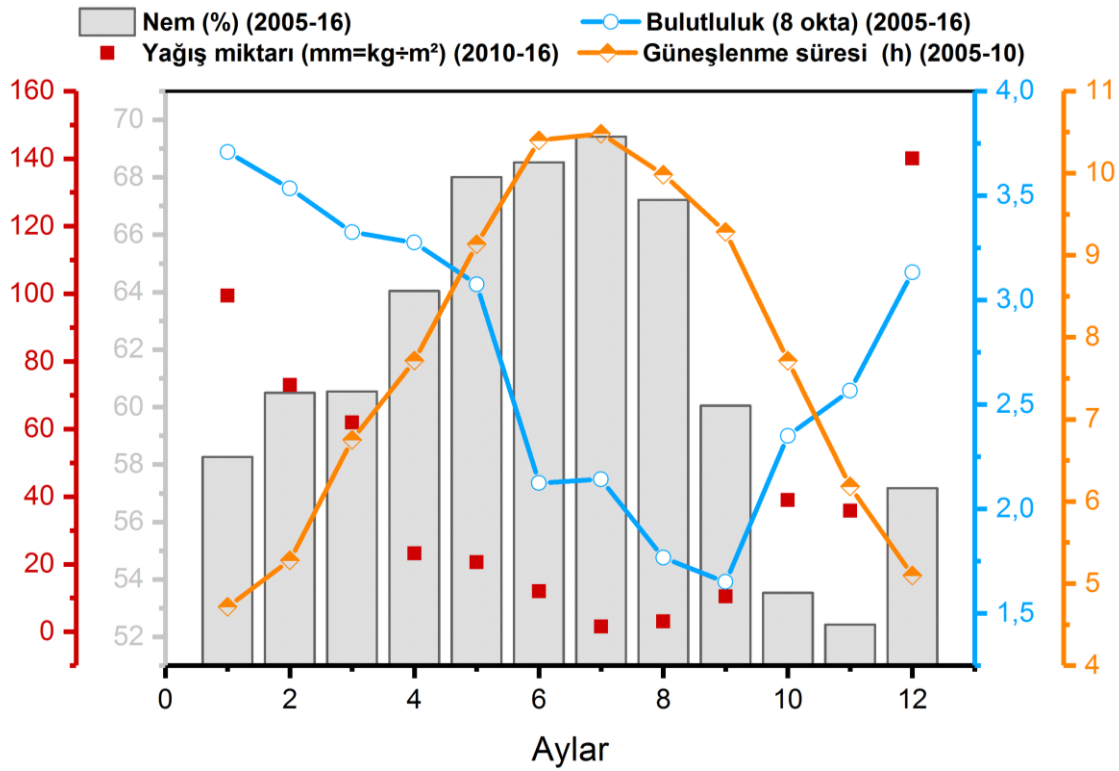
Konya ili İç Anadolu Bölgesinin güney kısmında bulunan kışları soğuk ve karlı, yazları sıcak ve kurak olup karasal iklimin hüküm sürdüğü bir bölgedir. İç Anadolu bölgesinde denize en yakın konumda olmasına rağmen bölgesindeki illerden daha soğuk bir iklime sahiptir (Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2018:05). Konya ilinin aylık ortalama meteorolojik verileri Şekil 3.14'de gösterilmiştir. Yıllık ortalama aylık bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme süresi sırasıyla %60,87; 27.03 mm=kg/m² ve 7,28 saat olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.14. Konya için meteorolojik verilerin değişimi

Şekil 3.14 incelendiğinde aylık ortalama maksimum güneşlenme süresinin yaz döneminde 6. ayda (10,35 saat), 7. Ayda (10,9 saat) ve 8. ayda (11,05 saat) olduğu görülürken, minimum olduğu dönem ise 1. ay (3,2 saat), 2. ay (4,7 saat) ve 12.(4,7 saat) aydadır. Aylık ortalama bağıl nem miktarı 1.ayda (%83,35) ve 12.ayda (%82,37) maksimum miktarda iken 7.ayda (%38,69) ve 8.ayda (%37,18) minimum miktarda neme sahiptir. Aylık ortalama yağış miktarına bakıldığında 7. ve 8. aylarda diğer aylara oranla oldukça düşük miktarda iken, diğer aylarda ortalama 31,27 mm=kg/m² kadarlık bir yağışa sahiptir.

Mersin ilinin aylık ortalama meteorolojik verileri Şekil 3.15’de verilmiştir. Mersin ili Akdeniz ikliminin yaşandığı yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlı geçen bir iklime sahiptir. Ancak yüksek rakımlı yerlerde yazlar serin ve kurak, kışlar soğuk ve karlı geçmektedir. Orta Toros dağları Mersin ilini İç Anadolu Bölgesinden ayırmaktadır. Yıllık ortalama aylık bağıl nem %61,64, yağış miktarı 43,36 mm=kg/m² ve güneşlenme süresi 7,72 saat olarak hesaplanmıştır.

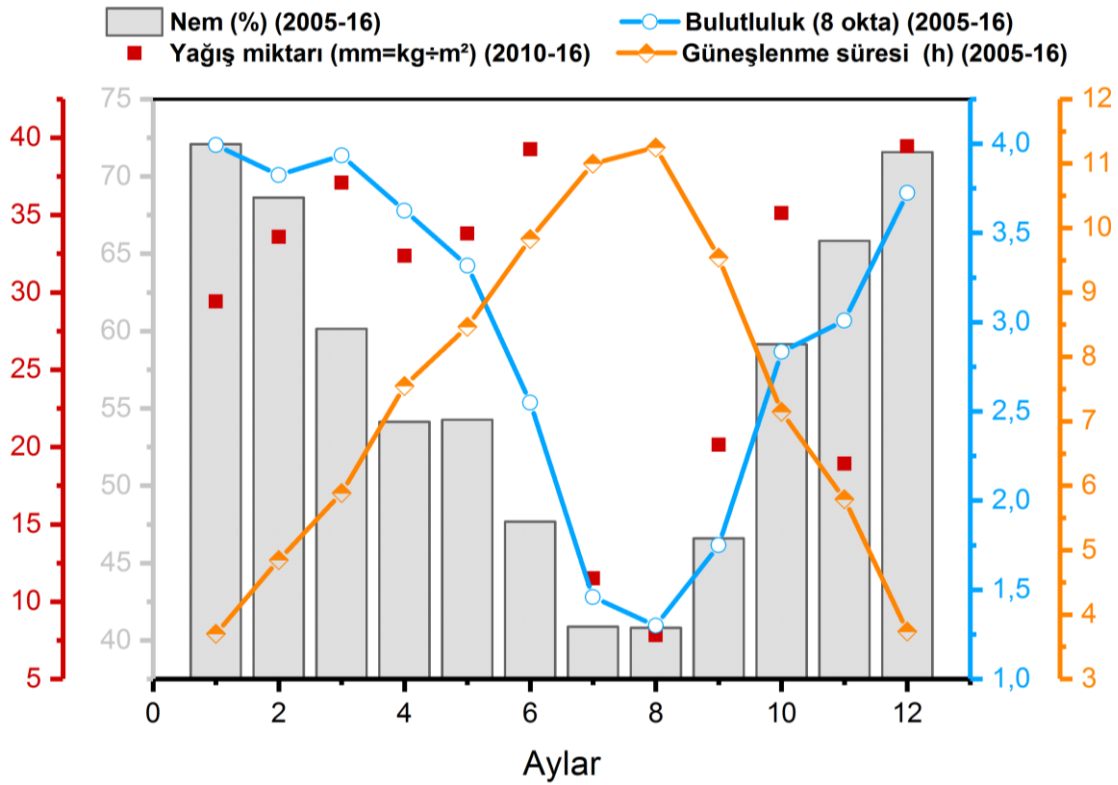


Şekil 3.15. Mersin ili meteorolojik verilerin değişimi

Şekil 3.15 incelendiğinde Mersin ili aylık ortalama maksimum güneşlenme süresinin yaz döneminde 6.ay (10,40 saat), 7.ay (10,48 saat) ve 8.ayda (9,98 saat) olduğu görülürken, minimum olduğu dönem ise 1.ay (4,71 saat), 2.ay (5,28 saat) ve 12.ayda (5,1 saat)'dır. Aylık ortalama bağıl nem miktarı 6.ay (%68,52) ve 7.ayda (%69,41) maksimum miktarda iken 10.ay (%53,53) ve 11.ayda (%57,17) minimum miktarda neme sahiptir. Aylık ortalama yağış miktarına bakıldığında kış aylarında fazla olup özellikle 12. ayda 140,05 mm=kg/m² olduğu görülürken, diğer dönemlerde yağışın az miktarda olduğu görülmektedir.

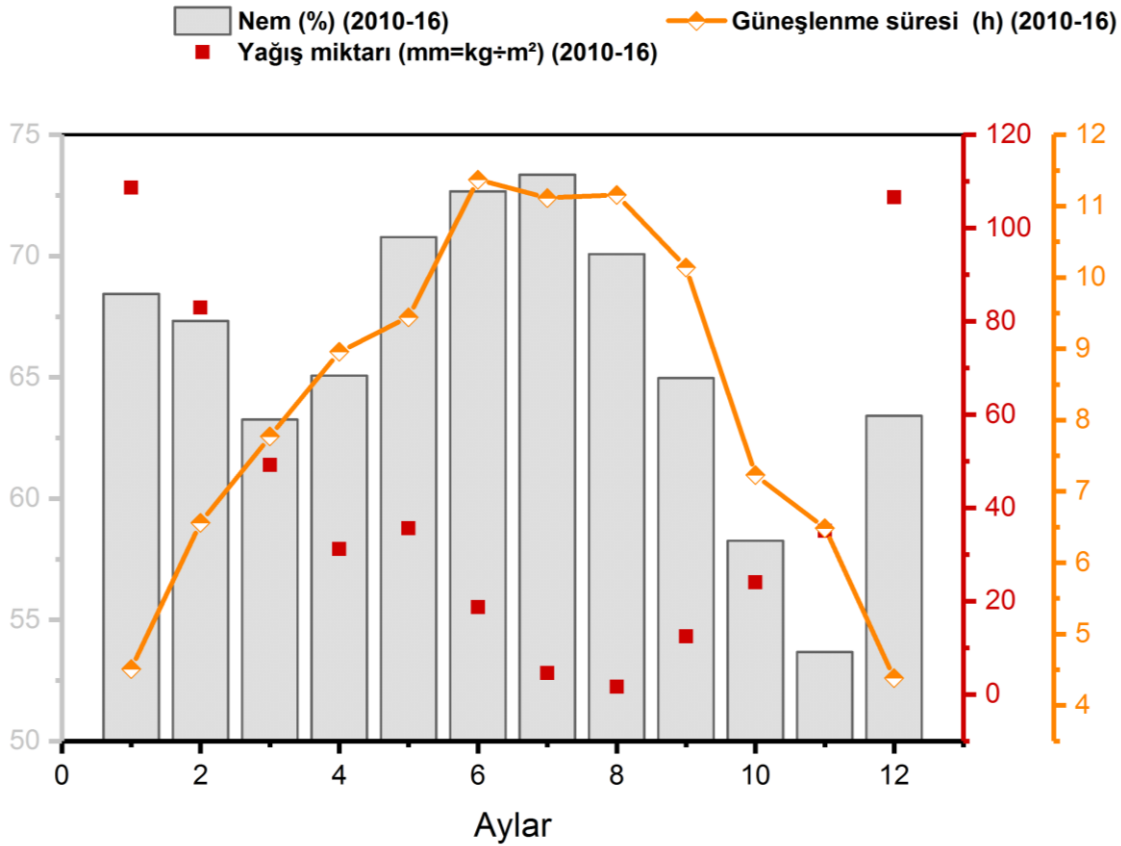
Niğde ili İç Anadolu Bölgesinin güneyinde yer almakta olup deniz seviyesinden yaklaşık 1200 m yükseklikte olması, denizden gelen nemli havanın etrafını çeviren dağların engellemesi ve kuzeyden gelen soğuk rüzgarlara açık olması gibi nedenlerden dolayı karasal iklim hüküm süren bir ildir (Niğde Valiliği, 2018:05). Yıllık ortalama aylık bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme süresi sırasıyla %56,81; 28,20 mm=kg/m² ve 7,39 saat olarak hesaplanmıştır. Niğde ili meteorolojik verilerin değişimi Şekil 3.16'da verilmiştir. Şekil incelendiğinde Niğde ili aylık ortalama maksimum güneşlenme süresinin yaz döneminde 6. (9,83 saat), 7.(11 saat) ve 8. (11,25 saat) aylarda olduğu görülürken, minimum olduğu dönem ise 1.(3,70 saat), 2.(4,85 saat) ve 12.(3,74 saat) aylardadır. Aylık ortalama bağıl nem miktarı 1.(%72,09) ve

12.(%71,58) aylarda maksimum miktarda iken 7.(%40,88) ve 8.(%40,81) aylarda minimum miktarda neme sahiptir. Aylık ortalama yağış miktarına bakıldığında 7. ve 8. aylarda en az miktarda yağış alırken diğer aylarda ortalama 31.91 mm=kg/m² civarında yağış almaktadır.



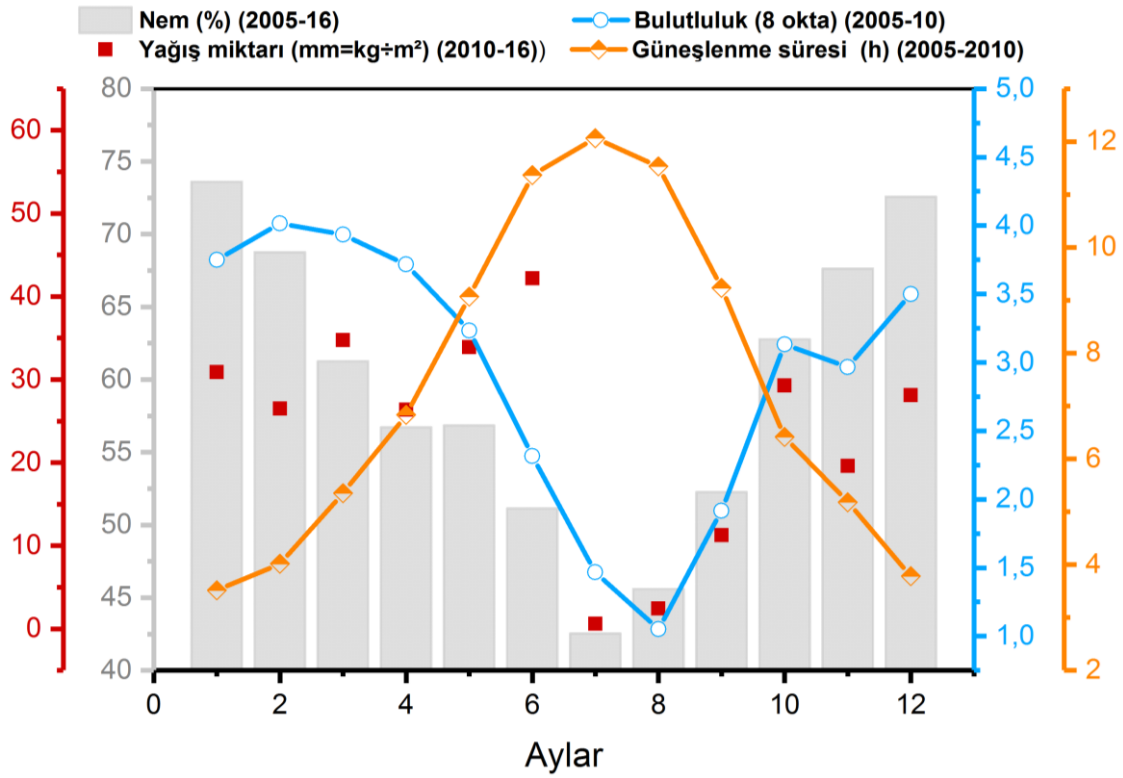
Şekil 3.16. Niğde ili meteorolojik verilerin değişimi

Tarsus ilçesi Mersin iline bağlı olup doğusunda Adana, kuzeyinde Niğde ve güneyinde Akdeniz olup kışları ılık ve yağmurlu, yazları sıcak ve kurak olan Akdeniz iklim tipine sahiptir. Fakat ilçenin kuzeyine doğru gidildikçe karasal iklimin olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama aylık bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme süresi sırasıyla %65,94; 42,55 mm=kg/m² ve 8,26 saat olarak hesaplanmıştır. Tarsus ilçesi meteorolojik verilerin değişimi Şekil 3.17’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde aylık ortalama maksimum güneşlenme süresinin yaz döneminde 6. (11,37 saat), 7.(11,11 saat) ve 8. (11,15 saat) aylarda olduğu görülürken, minimum olduğu dönem ise 1.(4,51 saat), 2.(6,56 saat) ve 12.(4,38 saat) aylardadır. Aylık ortalama bağıl nem miktarı 6.(%72,67) ve 7.(%73,35) aylarda maksimum miktarda iken 10.(%58,25) ve 11.(%53,67) aylarda minimum miktarda neme sahiptir. Meteoroloji istasyonunda bulutluluk miktarı ölçümü yapılmadığı için meteorolojik veri değişiminde verilmemiştir.



Şekil 3.17. Tarsus ilçesi meteorolojik verilerin değişimi

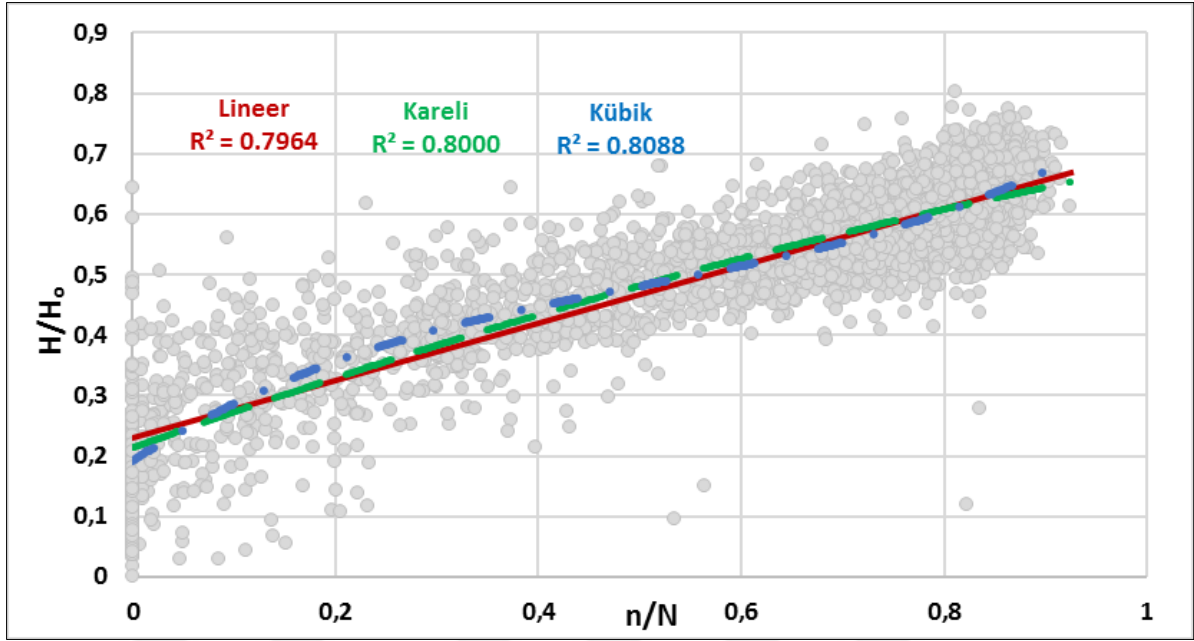
Ürgüp İç Anadolu bölgesinde yer alan doğusunda Kayseri merkez ilçesi, batısında Nevşehir il merkezi, kuzeyinde Nevşehir ili Avanos ilçesi ve güneybatısında Derinkuyu ilçesi bulunan bir ilçedir. Nevşehir'in 20 km doğusunda olan Kapadokya Bölgesi'nin en önemli merkezlerinden birisi olup yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Yıllık ortalama aylık bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme süresi sırasıyla %59,30, 23,82 mm=kg/m² ve 7,36 saat olarak hesaplanmıştır. Ürgüp için meteorolojik verilerin değişimi Şekil 3.18'de verilmektedir. Şekil incelendiğinde aylık ortalama maksimum güneşlenme süresinin yaz döneminde 6. (11,36 saat), 7.(12,06 saat) ve 8. (11,53 saat) aylarda olduğu görülürken, minimum olduğu dönem ise 1.(3,51 saat), 2.(4,01 saat) ve 12.(3,78 saat) aylardadır. Aylık ortalama bağıl nem miktarı 1.(%73,60) ve 12.(%72,57) aylarda maksimum miktarda iken 7.(%42,53) ve 8.(%45,59) aylarda minimum miktarda neme sahiptir. Aylık ortalama yağış miktarına bakıldığında 7. ve 8. aylarda en az miktarda yağış alırken diğer aylarda ortalama 28,28 mm=kg/m² civarında yağış almaktadır.



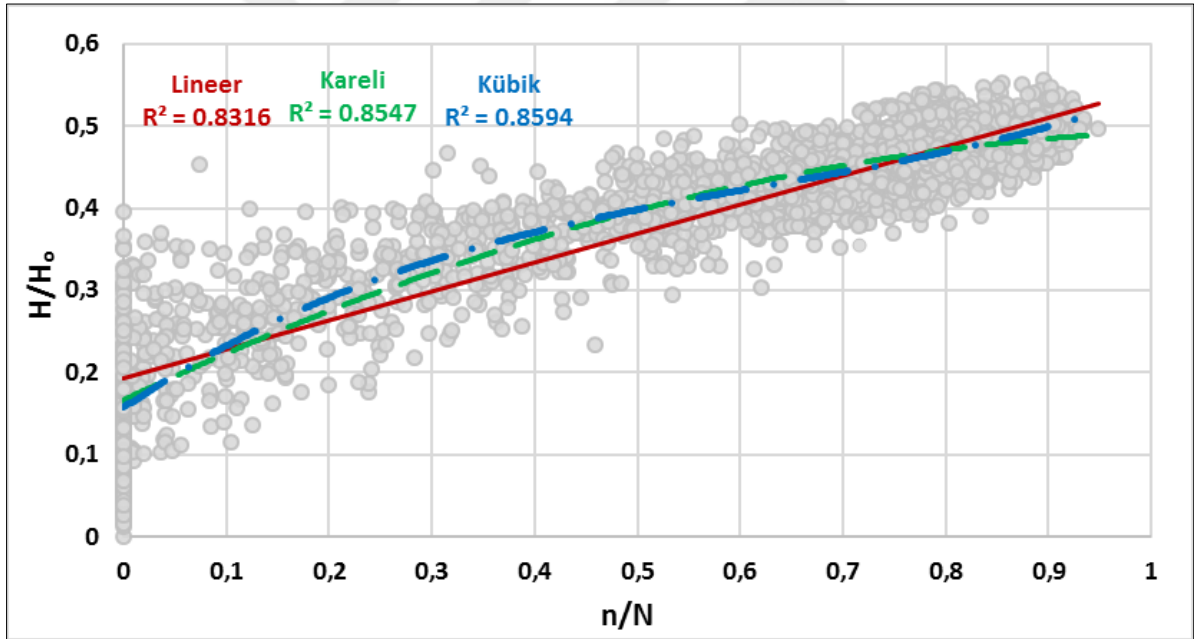
Şekil 3.18. Ürgüp için meteorolojik verilerin değişimi

3.4. Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Grafikleri

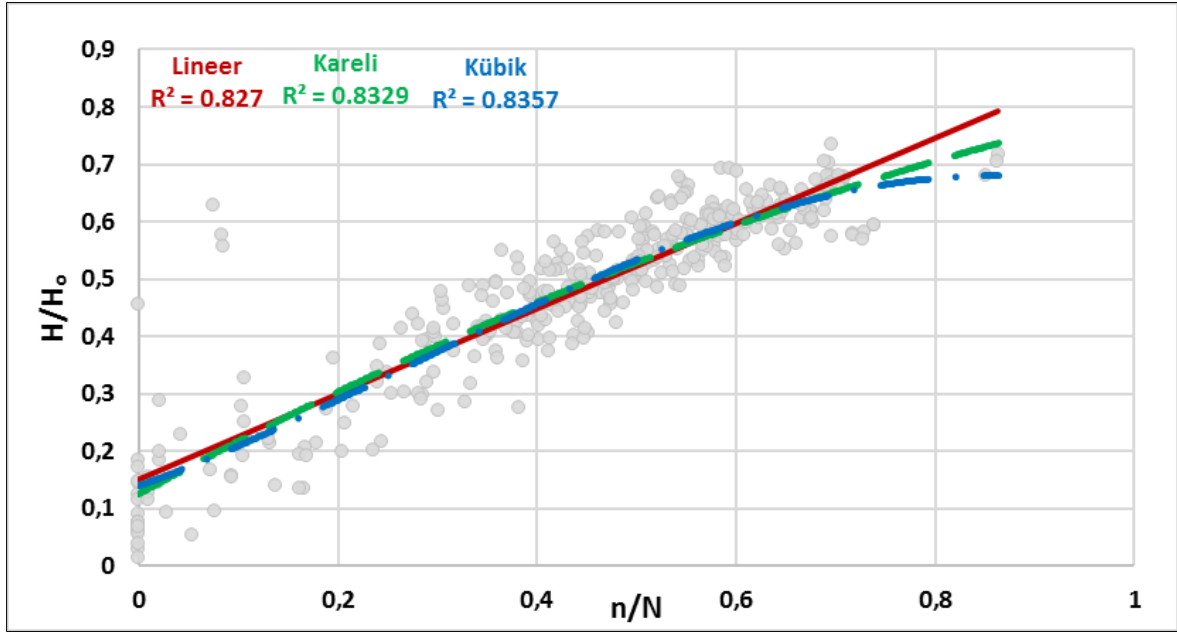
Göz önüne alınan tüm bölgeler için Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan günlük meteorolojik veriler Şekil 3.19 ile Şekil 3.27 arasında gösterilmekte olup plot dağılımları çıkartılarak regresyon analizleri yapılmıştır. Bu regresyon analizinde yatay düzleme düşen günlük ışınımın atmosfere düşen ışınımına oranının güneşlenme süresi ile gün uzunluğuna oranından yararlanılarak yapılmıştır. Regresyon analizleri Adana, Antakya, Antalya, İskenderun, Isparta, Karaman, Mersin, Niğde ve Ürgüp bölgeleri için yapılmıştır. Her bir şekilde Lineer, Kareli ve Kübik regresyon analizleriyle birlikte R^2 değerleri verilmiştir.



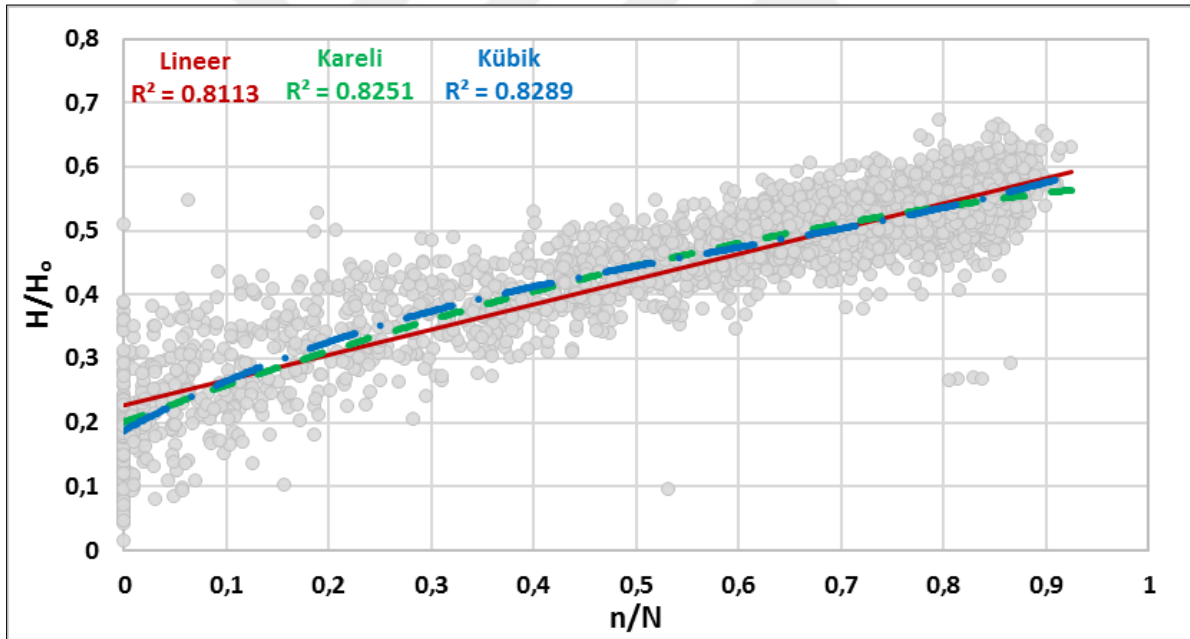
Şekil 3.19. Adana ili regresyon modeli grafiği



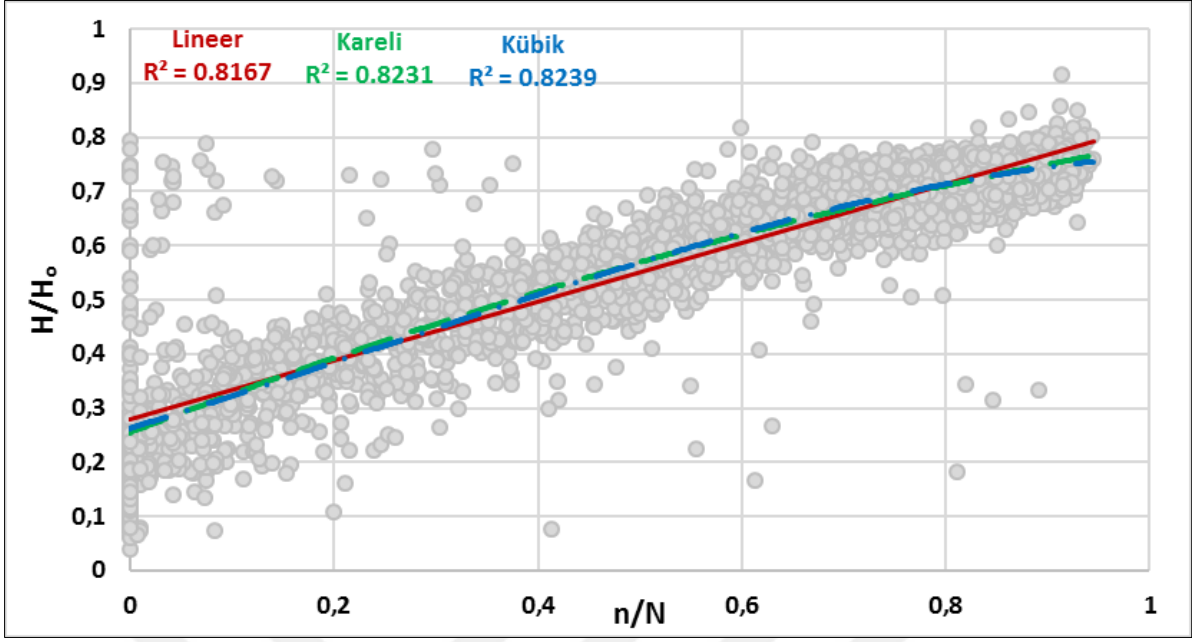
Şekil 3.20. Antakya ilçesi regresyon modeli grafiği



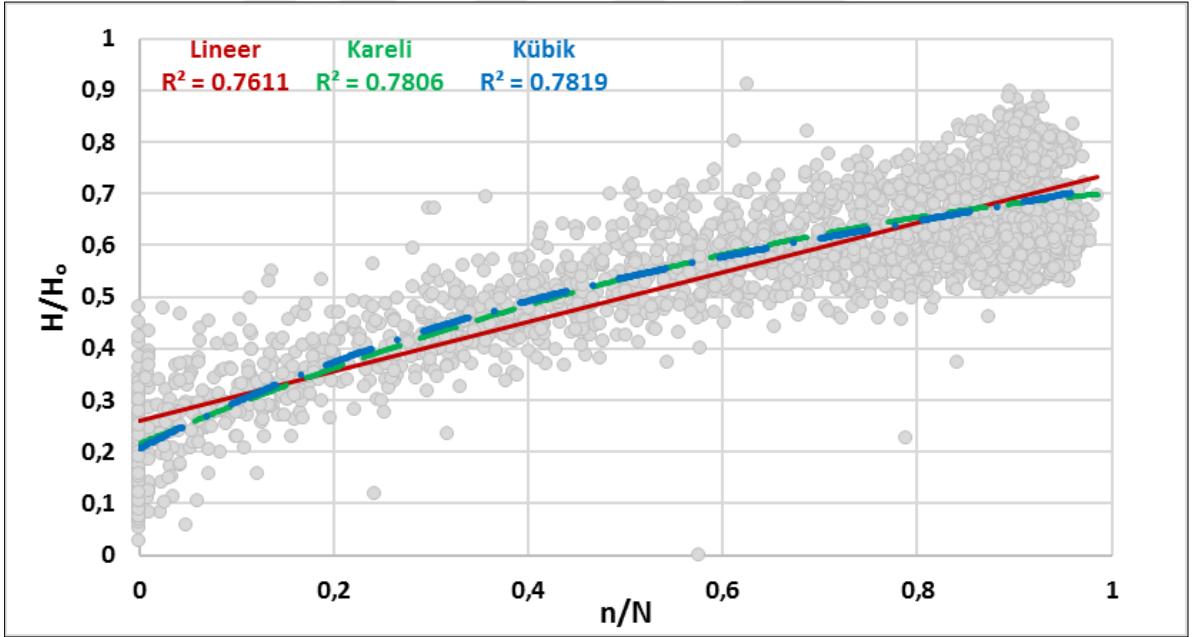
Şekil 3.21. Antalya ili regresyon modeli grafiği



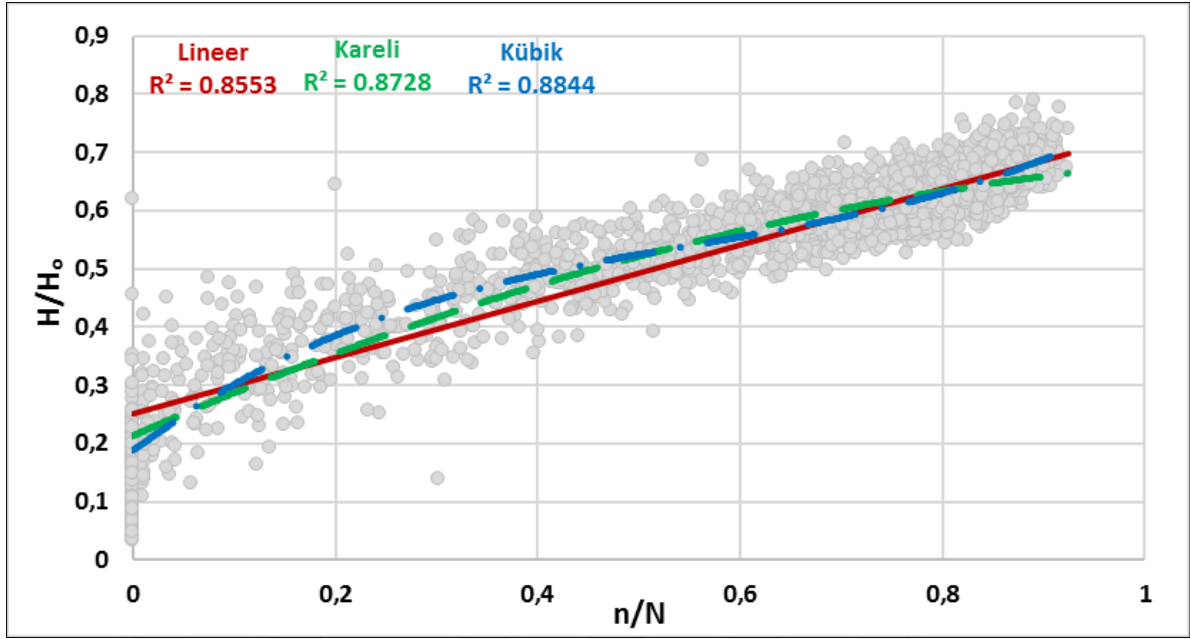
Şekil 3.22. İskenderun ilçesi regresyon modeli grafiği



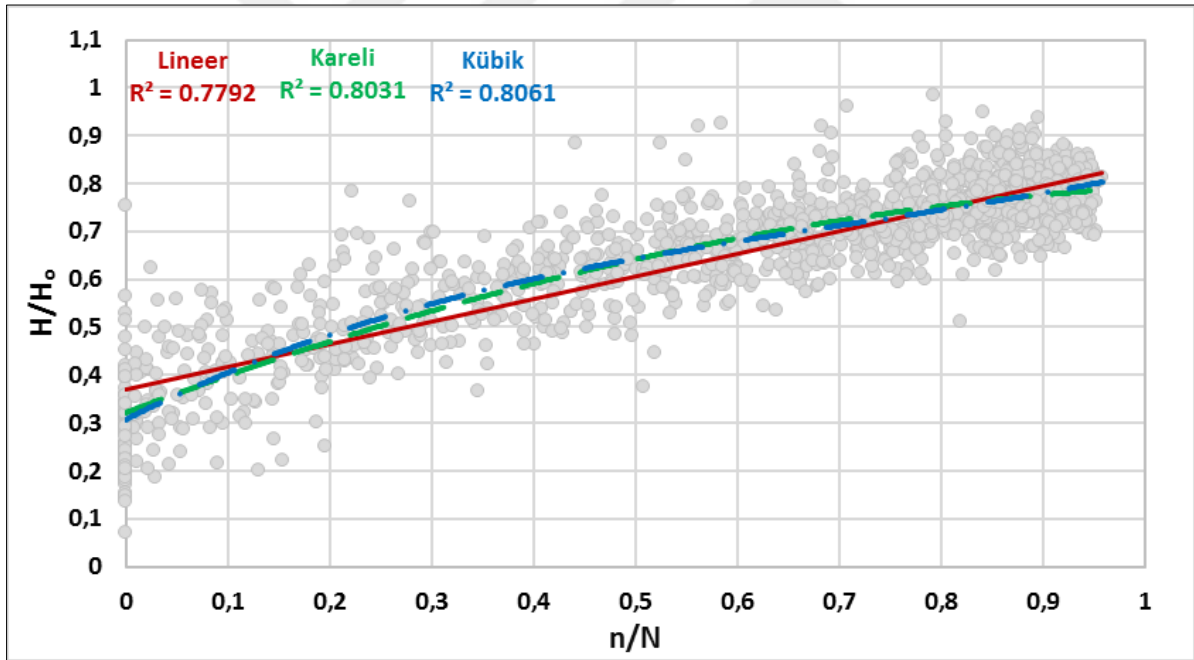
Şekil 3.23. Isparta ili regresyon modeli grafiği



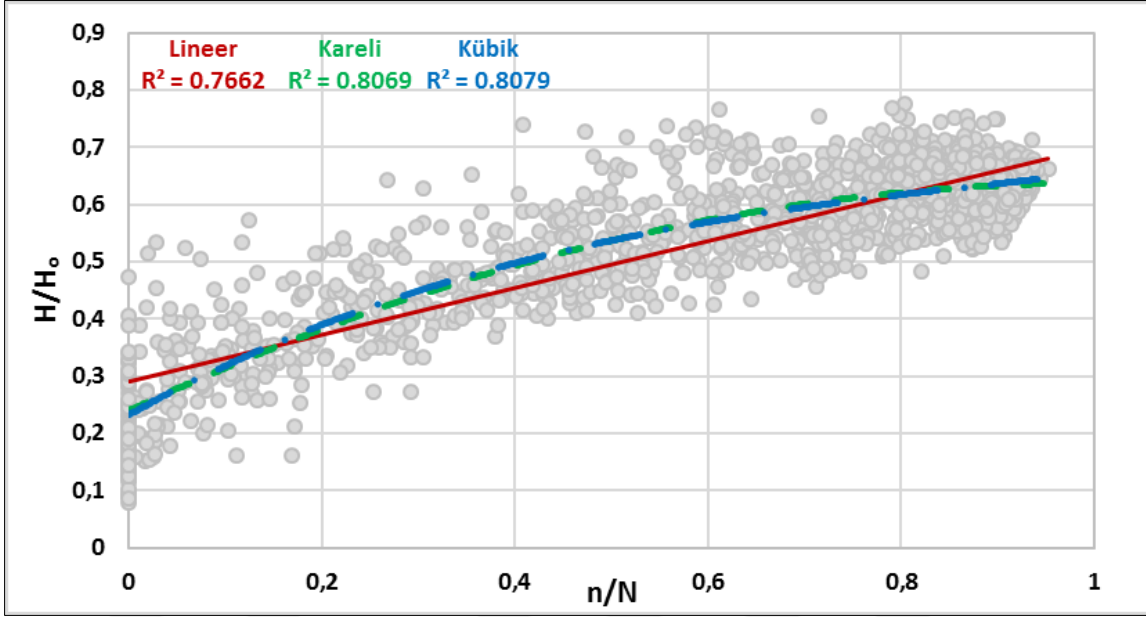
Şekil 3.24. Karaman ili regresyon modeli grafiği



Şekil 3.25. Mersin ili regresyon modeli grafiği



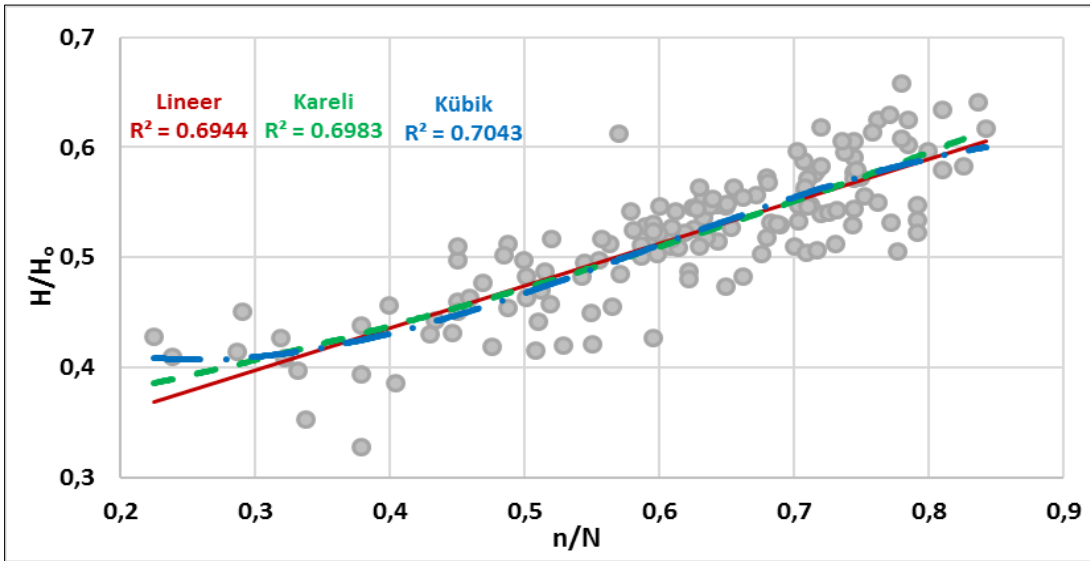
Şekil 3.26. Niğde ili regresyon modeli grafiği



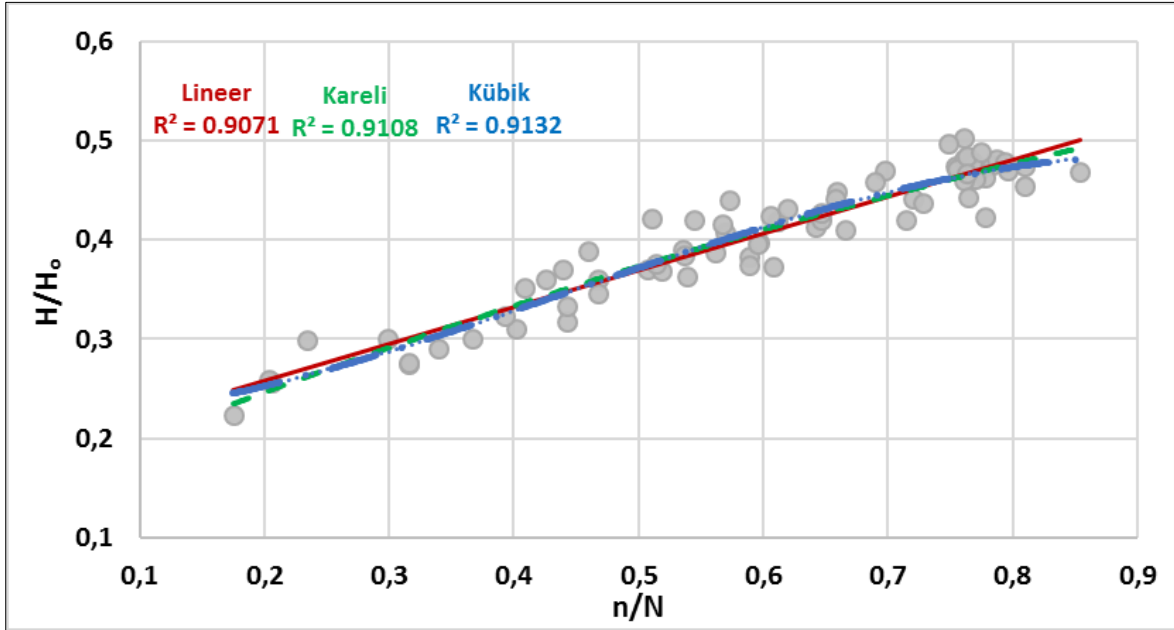
Şekil 3.27. Ürgüp ilçesi regresyon modeli grafiği

3.5. Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Grafikleri

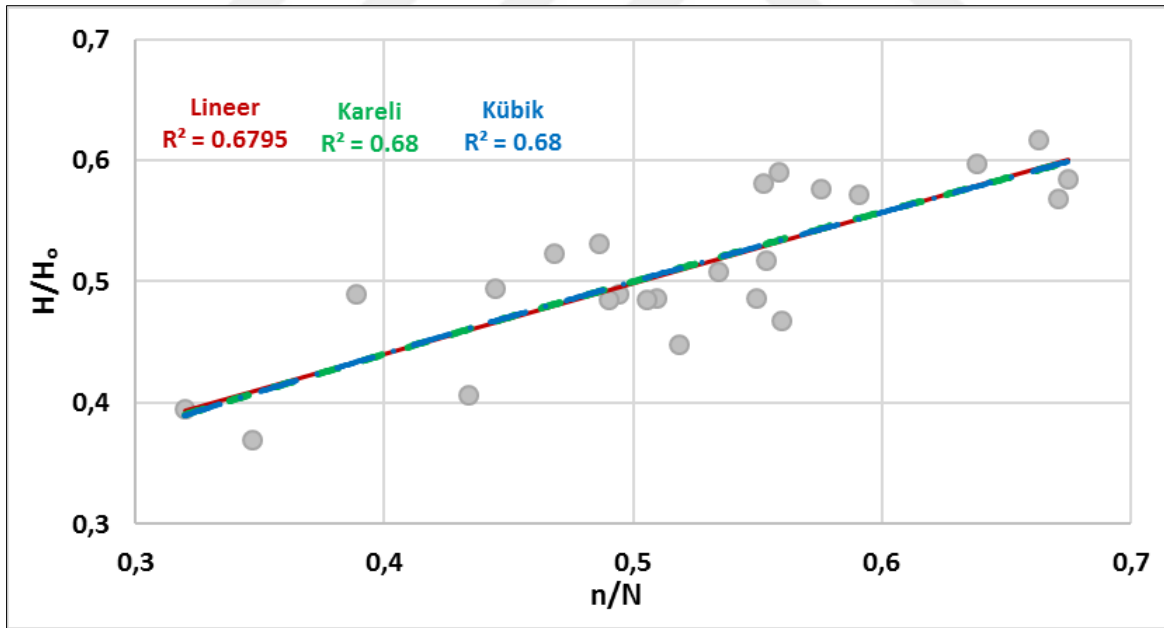
Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan aylık meteorolojik verilerin Şekil 3.28 ile Şekil 3.40 arasında gösterildiği gibi plot dağılımları çıkartılarak regresyon analizleri yapılmıştır. Bu regresyon analizinde yatay düzleme düşen aylık ortalama günlük ışınımın atmosfere düşen ışınımına oranının güneşlenme süresi ile gün uzunluğuna oranından yararlanılarak yapılmıştır. Bu regresyon analizi Adana, Antakya, Antalya, Burdur, Elbistan, Isparta, İskenderun, Karaman, Konya, Mersin, Niğde, Tarsus ve Ürgüp bölgeleri için yapılmıştır. Her bir şekilde Lineer, Kareli ve Kübik regresyon analizleriyle birlikte R^2 değerleri verilmiştir.



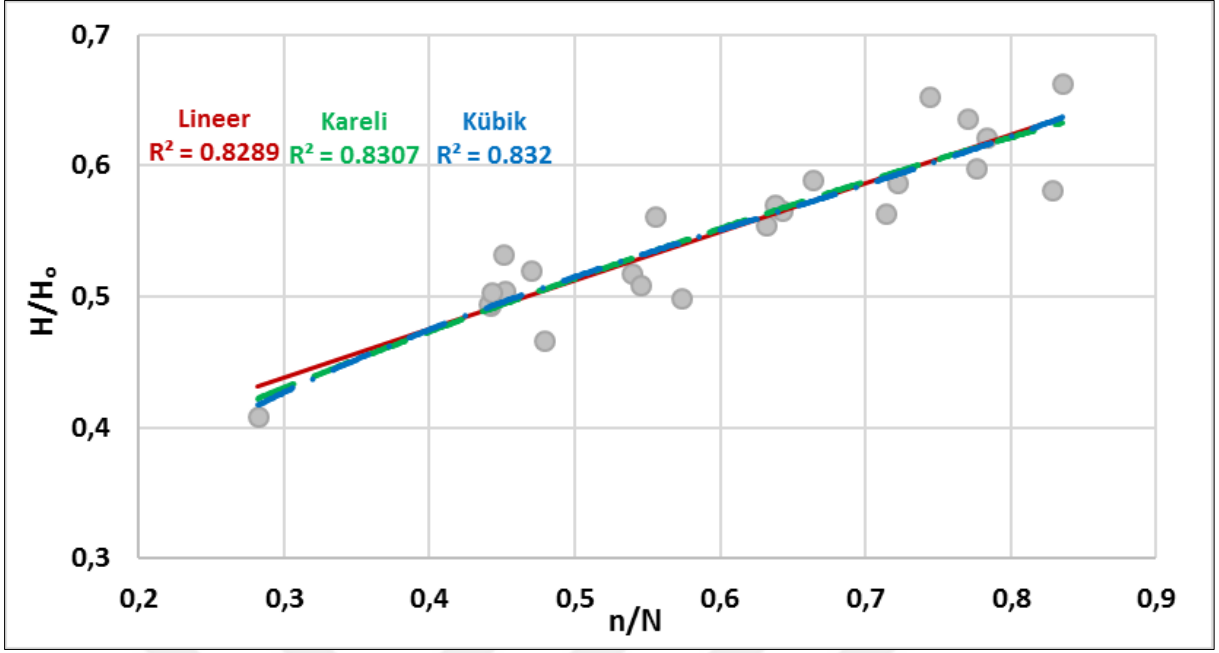
Şekil 3.28. Adana ili regresyon modeli grafiği



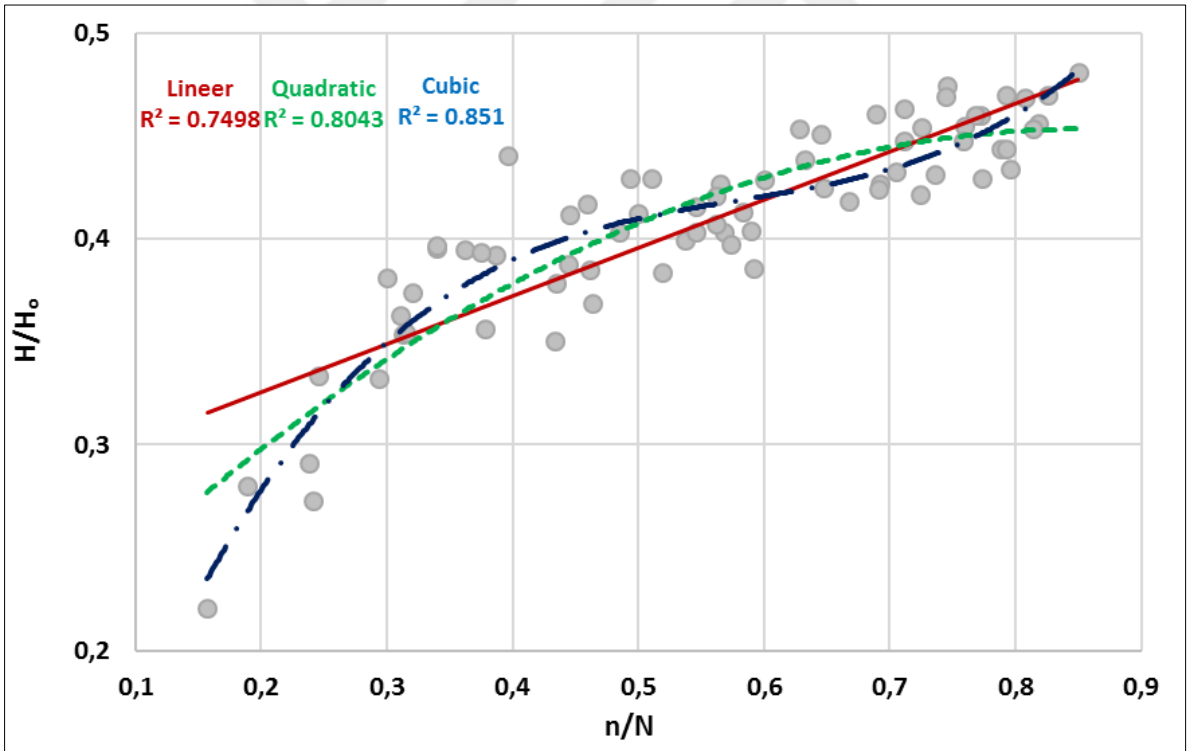
Şekil 3.29. Antakya ilçesi regresyon modeli grafiği



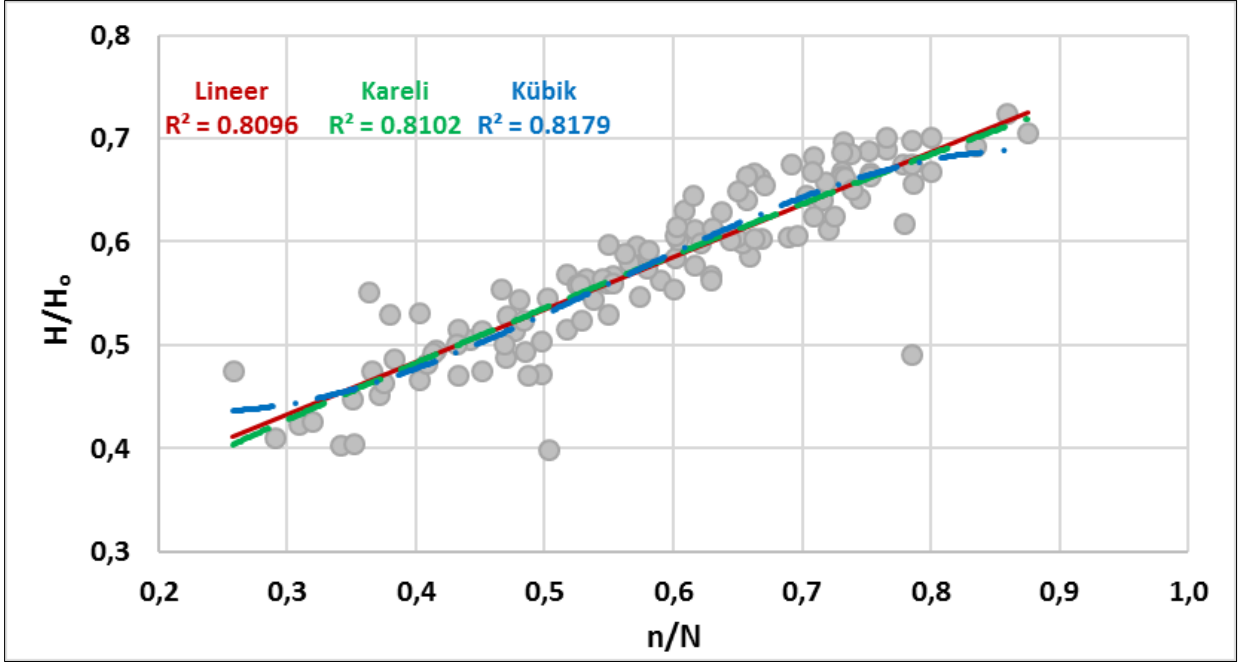
Şekil 3.30. Antalya ili regresyon modeli grafiği



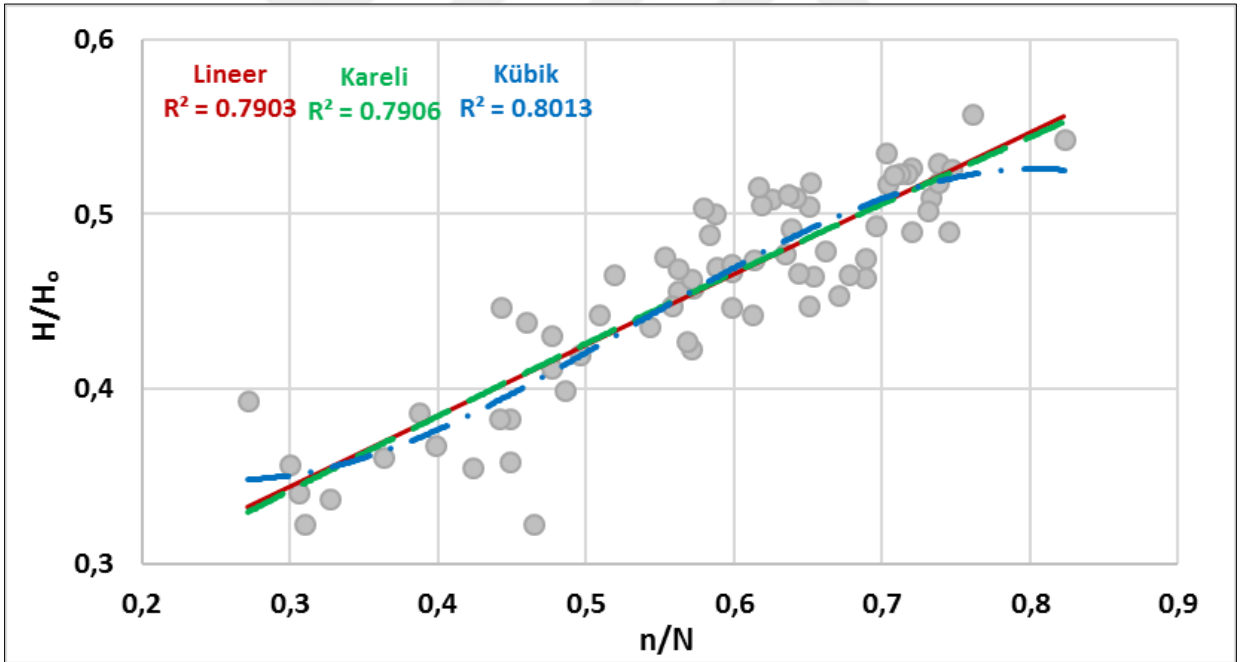
Şekil 3.31. Burdur ili regresyon modeli grafiği



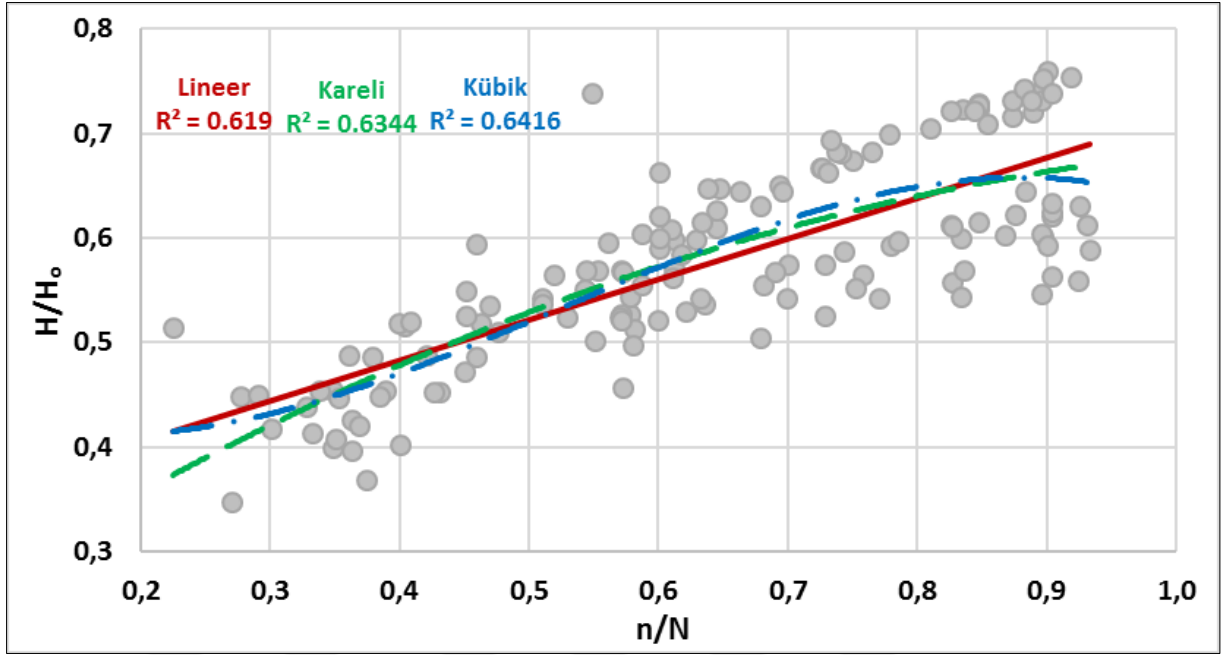
Şekil 3.32. Elbistan ilçesi regresyon modeli grafiği



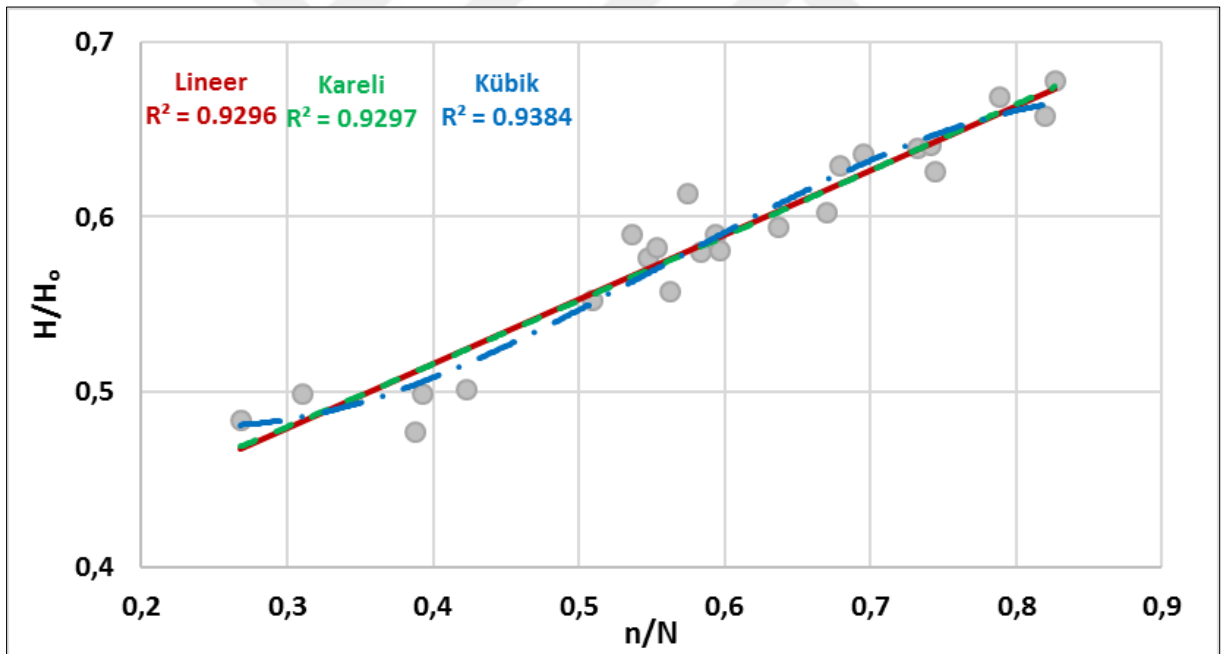
Şekil 3.33. Isparta ili regresyon modeli grafiği



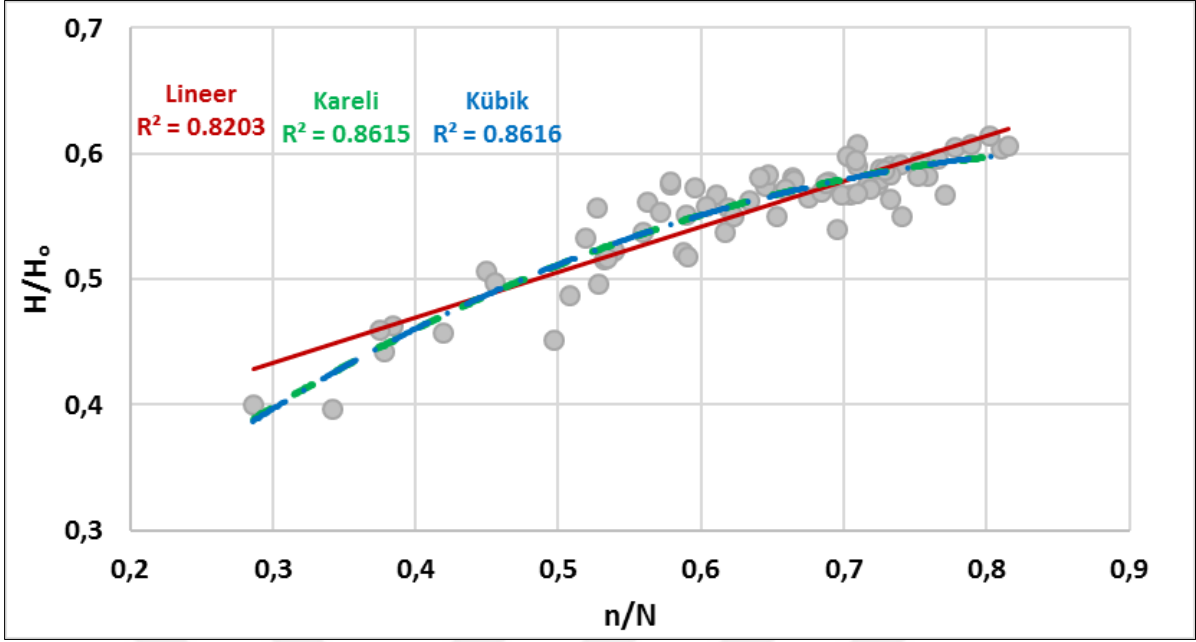
Şekil 3.34. İskenderun ilçesi regresyon modeli grafiği



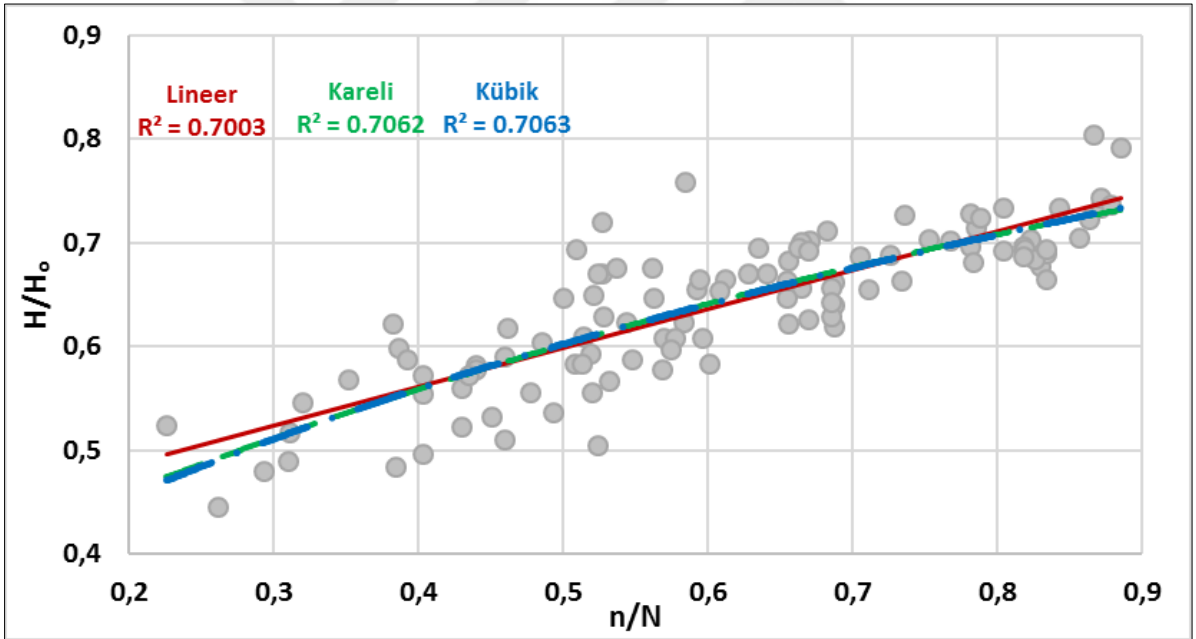
Şekil 3.35. Karaman ili regresyon modeli grafiği



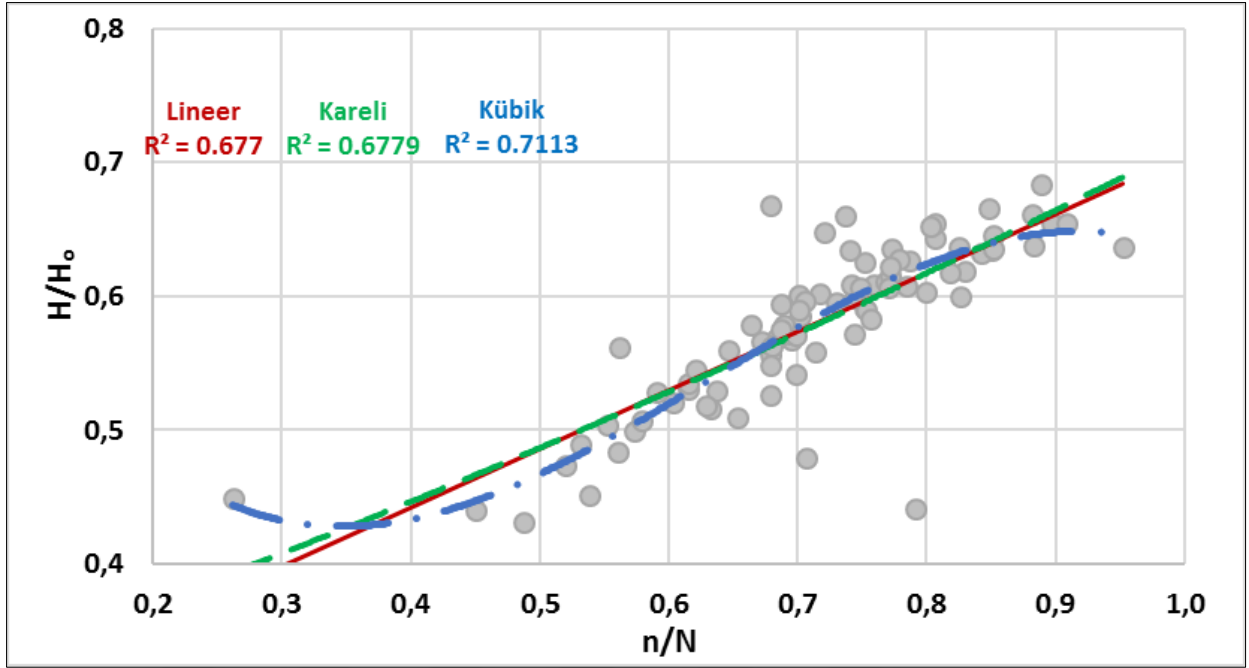
Şekil 3.36. Konya ili regresyon modeli grafiği



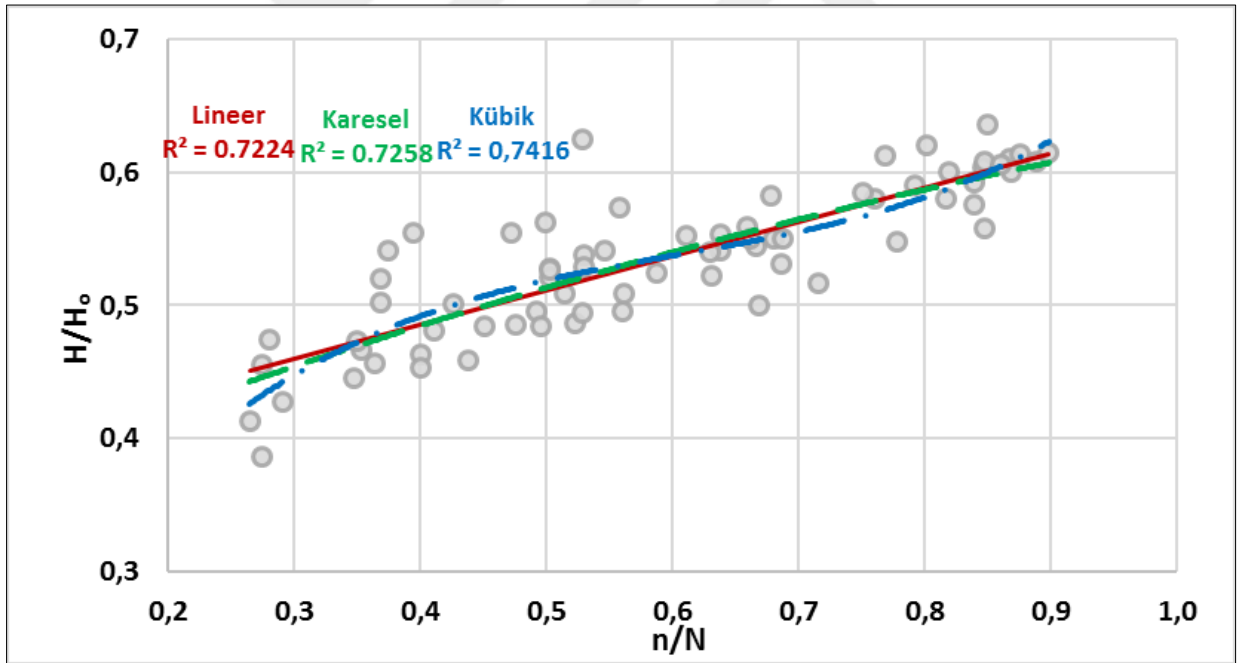
Şekil 3.37. Mersin ili regresyon modeli grafiği



Şekil 3.38. Niğde ili regresyon modeli grafiği



Şekil 3.39. Tarsus ilçesi regresyon modeli grafiği



Şekil 3.40. Ürgüp ilçesi regresyon modeli grafiği

3.6. Regresyon Analizlerinden Elde Edilen Güneş Işınımı Tahminin Modelleri

3.6.1. Adana İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 39)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2304 + 0,4747 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,7964 \quad (3.1)$$

Kareli (Model 40)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2134 + 0,6072 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,1429 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,800 \quad (3.2)$$

Kübik (Model 41)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1921 + 1,0827 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 1,5099 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 1,0002 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8088 \quad (3.3)$$

3.6.2. Adana İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 42)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2826 + 0,384 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,6944 \quad (3.4)$$

Kareli (Model 43)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3344 + 0,1892 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,1717 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,6983 \quad (3.5)$$

Kübik (Model 44)

$$\frac{H}{H_0} = 0,5183 - 0,9521 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 2,3647 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 1,329 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,7043 \quad (3.6)$$

3.6.3. Adana İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 45)

$$H = -13,641 + 0,226ST - 0,005RH + 0,201T + 2,493C + 19,542 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad (3.7)$$

$$R^2 = 0,800$$

Multi 2 (Model 46)

$$H = -9,722 + 0,003ST - 0,027T + 0,703C + 14,628 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,502H_0 \quad (3.8)$$

$$R^2 = 0,971$$

3.6.4. Antakya İlçesi Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 47)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1923 + 0,3541 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,8316 \quad (3.9)$$

Kareli (Model 48)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1662 + 0,5982 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,2717 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8547 \quad (3.10)$$

Kübik (Model 49)

$$\frac{H}{H_0} = 0,157 + 0,8488 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,9982 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,5305 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8594 \quad (3.11)$$

3.6.5. Antakya İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 50)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1829 + 0,3725 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,9071 \quad (3.12)$$

Kareli (Model 51)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1493 + 0,512 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,1291 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,9108 \quad (3.13)$$

Kübik (Model 52)

$$\frac{H}{H_0} = 0,216 + 0,0329 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,8831 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 0,6531 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,9132 \quad (3.14)$$

3.6.6. Antakya İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 53)

$$H = -20,273 + 0,340ST + 0,136RH - 0,266T + 1,293C + 24,032 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2=0,995 \quad (3.15)$$

Multi 2 (Model 54)

$$H = -3,959 - 0,072ST + 0,071T - 0,385C + 4,738 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,526H_0 \quad R^2=0,993 \quad (3.16)$$

3.6.7. Antalya İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 55)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1506 + 0,7424 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,825 \quad (3.17)$$

Kareli (Model 56)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1257 + 0,9421 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,2719 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8329 \quad (3.18)$$

Kübik (Model 57)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1389 + 0,6424 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,7205 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 0,8568 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8357 \quad (3.19)$$

3.6.8. Antalya İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Lineer (Model 58)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2069 + 0,5841 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,6795 \quad (3.20)$$

Kareli (Model 59)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1751 + 0,7134 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,1272 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,68 \quad (3.21)$$

Kübik (Model 60)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1357 + 0,9631 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,6368 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,3363 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,68 \quad (3.22)$$

3.6.9. Antalya İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 61)

$$H = -1,214 + 1,894ST + 0,276RH - 2,344T - 3,600C + 2,741 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad (3.23)$$

$$R^2 = 0,887$$

Multi 2 (Model 62)

$$H = -3,534 + 0,580ST - 0,714T - 0,627C + 9,102 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,454H_0 \quad R^2=0,972 \quad (3.24)$$

3.6.10. İskenderun İlçesi Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 63)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2274 + 0,3943 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,8113 \quad (3.25)$$

Kareli (Model 64)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2005 + 0,6018 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,2261 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8251 \quad (3.26)$$

Kübik (Model 65)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1879 + 0,8617 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,9681 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,5435 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8289 \quad (3.27)$$

3.6.11. İskenderun İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 66)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2231 + 0,4045 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,7903 \quad (3.28)$$

Kareli (Model 67)

$$\frac{H}{H_0} = 0,208 + 0,4633 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,0542 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,7906 \quad (3.29)$$

Kübik (Model 68)

$$\frac{H}{H_0} = 0,5134 - 1,413 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 3,5739 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 2,2353 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8013 \quad (3.30)$$

3.6.12. İskenderun İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 69)

$$H = -28,575 + 0,233ST + 0,329RH - 0,235T + 0,953C + 29,094 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2=0,842 \quad (3.31)$$

Multi 2 (Model 70)

$$H = -9,259 - 0,139ST + 0,104T + 0,327C + 13,190 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,561 * H_0 \quad (3.32)$$

$$R^2 = 0,985$$

3.6.13. Isparta İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 71)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2798 + 0,5411 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,8167 \quad (3.33)$$

Kareli (Model 72)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2551 + 0,7257 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,1956 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8231 \quad (3.34)$$

Kübik (Model 73)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2629 + 0,5734 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,2258 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 0,298 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8239 \quad (3.35)$$

3.6.14. Isparta İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 74)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2797 + 0,5096 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,8096 \quad (3.36)$$

Kareli (Model 75)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2516 + 0,6138 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,0909 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8102 \quad (3.37)$$

Kübik (Model 76)

$$\frac{H}{H_0} = 0,5669 - 1,2198 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 3,2785 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 1,9726 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8179 \quad (3.38)$$

3.6.15 Isparta İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 77)

$$H = 28,415 + 0,604ST - 0,329RH - 0,211T + 0,752C - 5,732 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad (3.39)$$

$$R^2 = 0,885$$

Multi 2 (Model 78)

$$H = -2,967 - 0,035ST + 0,063T - 0,648C + 6,808 \left(\frac{s}{s_0} \right) + 0,614 * H_0 \quad (3.40)$$

$$R^2 = 0,978$$

3.6.16. Karaman İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 79)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2593 + 0,4808 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad R^2 = 0,7611 \quad (3.41)$$

Kareli (Model 80)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2155 + 0,7972 \left(\frac{s}{s_0} \right) - 0,311 \left(\frac{s}{s_0} \right)^2 \quad R^2 = 0,7806 \quad (3.42)$$

Kübik (Model 81)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2064 + 0,9868 \left(\frac{s}{s_0} \right) - 0,8175 \left(\frac{s}{s_0} \right)^2 + 0,3409 \left(\frac{s}{s_0} \right)^3 \quad R^2 = 0,7819 \quad (3.43)$$

3.6.17. Karaman İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 82)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3275 + 0,3879 \left(\frac{s}{s_0} \right) \quad R^2 = 0,619 \quad (3.44)$$

Kareli (Model 83)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2076 + 0,8117 \left(\frac{s}{s_0} \right) - 0,3393 \left(\frac{s}{s_0} \right)^2 \quad R^2 = 0,6344 \quad (3.45)$$

Kübik (Model 84)

$$\frac{H}{H_0} = 0,4656 - 0,6576 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 2,2381 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 1,4122 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,6416 \quad (3.46)$$

3.6.18 Karaman İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 85)

$$H = 17,447 + 0,075ST - 0,284RH + 0,197T + 1,505C + 11,079 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad (3.47)$$

$$R^2 = 0,830$$

Multi 2 (Model 86)

$$H = -2,125 - 0,148ST + 0,198T - 0,446C + 4,928 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,637 * H_0 \quad (3.48)$$

$$R^2 = 0,942$$

3.6.19. Mersin İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 87)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2513 + 0,4837 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,8553 \quad (3.49)$$

Kareli (Model 88)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2136 + 0,7664 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,3023 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8728 \quad (3.50)$$

Kübik (Model 89)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1884 + 1,3025 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 1,7985 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 1,0755 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8844 \quad (3.51)$$

3.6.20. Mersin İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 90)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3244 + 0,3623 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,8203 \quad (3.52)$$

Kareli (Model 91)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1438 + 1,0155 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,5613 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8615 \quad (3.53)$$

Kübik (Model 92)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1202 + 1,152 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,8116 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,1469 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8616 \quad (3.54)$$

3.6.21. Mersin İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 93))

$$H = -36,021 + 0,502ST + 0,412RH - 0,766T + 1,310C + 34,172 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2=0,899 \quad (3.55)$$

Multi 2 (Model 94)

$$H = -5,829 + 0,012ST - 0,092T + 0,029C + 9,982 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,593H_0 \quad R^2=0,995 \quad (3.56)$$

3.6.22. Niğde İli Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 95)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3691 + 0,4737 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,7792 \quad (3.57)$$

Kareli (Model 96)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3216 + 0,8091 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,3381 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8031 \quad (3.58)$$

Kübik (Model 97)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3075 + 1,0803 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 1,0687 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,5019 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8061 \quad (3.59)$$

3.6.23. Niğde İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 98)

$$\frac{H}{H_0} = 0,4116 + 0,3741 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,7003 \quad (3.60)$$

Kareli (Model 99)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3472 + 0,6061 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,1939 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 R^2 = 0,7062 \quad (3.61)$$

Kübik (Model 100)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3234 + 0,7475 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,4546 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,1507 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 R^2 = 0,7063 \quad (3.62)$$

3.6.24. Niğde İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 101)

$$H = 18,032 + 0,486ST - 0,199RH - 0,232T + 0,377C + 1,383 \left(\frac{s}{s_0}\right) R^2=0,868 \quad (3.63)$$

Multi 2 (Model 102)

$$H = 0,350 + 0,136ST - 0,212T - 0,868C + 4,069 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,626H_0 R^2=0,984 \quad (3.64)$$

3.6.25. Ürgüp İlçesi Günlük Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 103)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2907 + 0,41 \left(\frac{s}{s_0}\right) R^2 = 0,7662 \quad (3.65)$$

Kareli (Model 104)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2393 + 0,7915 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,3935 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 R^2 = 0,8069 \quad (3.66)$$

Kübik (Model 105)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2323 + 0,9323 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,7819 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,2719 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 R^2 = 0,8079 \quad (3.67)$$

3.6.26. Ürgüp İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 106)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3825 + 0,2565 \left(\frac{s}{s_0}\right) R^2 = 0,7224 \quad (3.68)$$

Kareli (Model 107)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3497 + 0,3789 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,1029 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,7258 \quad (3.69)$$

Kübik (Model 108)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1275 + 1,7032 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 2,5419 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 1,4024 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,7416 \quad (3.70)$$

3.6.27. Ürgüp İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 109)

$$H = 7,208 + 0,097ST - 0,285RH - 0,135T + 2,587C + 28,576 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2=0,869 \quad (3.71)$$

Multi 2 (Model 110)

$$H = -3,326 - 0,010ST - 0,092T - 0,304C + 9,377 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,541H_0 \quad R^2=0,990 \quad (3.72)$$

3.6.28. Burdur İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 111)

$$\frac{H}{H_0} = 0,326 + 0,3723 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,8289 \quad (3.73)$$

Kareli (Model 112)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2877 + 0,5099 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,116 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8307 \quad (3.74)$$

Kübik (Model 113)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2016 + 1,0215 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 1,0727 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 0,5667 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,832 \quad (3.75)$$

3.6.29. Burdur İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 114)

$$H = 21,977 + 0,101ST - 0,534RH + 0,114T + 4,155C + 21,368 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2=0,939 \quad (3.76)$$

Multi 2 (Model 115)

$$H = -3,998 + 0,135ST - 0,172T - 0,548C + 7,241 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,570H_0 \quad R^2=0,988 \quad (3.77)$$

3.6.30. Elbistan İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 116)

$$\frac{H}{H_0} = 0,2787 + 0,2335 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,7498 \quad (3.78)$$

Kareli (Model 117)

$$\frac{H}{H_0} = 0,1888 + 0,6175 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,3605 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,8043 \quad (3.79)$$

Kübik (Model 118)

$$\frac{H}{H_0} = -0,0045 + 1,9892 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 3,2564 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 + 1,87 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,8514 \quad (3.80)$$

3.6.31. Elbistan İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 119)

$$H = 6,569 + 0,301ST - 0,098RH - 0,153T + 0,448C + 7,625 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2=0,842 \quad (3.81)$$

Multi 2 (Model 120)

$$H = -2,439 + 0,025ST - 0,103T - 0,412C + 4,668 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,463H_0 \quad R^2=0,992 \quad (3.82)$$

3.6.32. Konya İli Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 121)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3687 + 0,3682 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,9296 \quad (3.83)$$

Kareli (Model 122)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3764 + 0,3386 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,0264 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,9297 \quad (3.84)$$

Kübik (Model 123)

$$\frac{H}{H_0} = 0,5924 - 0,9909 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 2,5569 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 1,5147 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,9384 \quad (3.85)$$

3.6.33. Konya İli Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 124)

$$H = 19,431 + 0,261ST - 0,367 - 0,132T + 2,260C + 16,335 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2=0,938 \quad (3.86)$$

Multi 2 (Model 125)

$$H = -1,711 + 0,021ST - 0,024T - 0,501C + 4,509 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,605H_0 \quad R^2=0,995 \quad (3.87)$$

3.6.34. Tarsus İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Regresyon Modelleri

Liner (Model 126)

$$\frac{H}{H_0} = -0,2664 + 0,4384 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2 = 0,677 \quad (3.88)$$

Kareli (Model 127)

$$\frac{H}{H_0} = 0,3017 + 0,3291 \left(\frac{s}{s_0}\right) - 0,0818 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 \quad R^2 = 0,6779 \quad (3.89)$$

Kübik (Model 128)

$$\frac{H}{H_0} = 0,7686 - 2,2495 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 4,4708 \left(\frac{s}{s_0}\right)^2 - 2,356 \left(\frac{s}{s_0}\right)^3 \quad R^2 = 0,7113 \quad (3.90)$$

3.6.35. Tarsus İlçesi Aylık Verilerden Elde Edilen Multi Regresyon Modelleri

Multi 1 (Model 129)

$$H = -21,743 + 0,529ST + 0,248RH + 0,034T + 11,266 \left(\frac{s}{s_0}\right) \quad R^2=0,762 \quad (3.91)$$

Multi 2 (Model 130)

$$H = -7,249 + 0,009ST + 0,059T + 8,081 \left(\frac{s}{s_0}\right) + 0,594H_0 \quad R^2=0,984 \quad (3.92)$$

3.7. Literatürdeki Seçilmiş Olan Güneş Işınımı Modellerinin İstatistiksel Analizleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan günlük ve aylık veriler düzgün formata getirilerek regresyon modellemeleri yapılmıştır. Bu modellerin performanslarını görmek için istatistiksel hata analiz yöntemleri kullanılmıştır. İstatistiksel hata ve model performansını gösteren bazı (MBE, MPE%, RMSE, NSE, MAPE%, RSE ve R²) istatistiksel yöntemler literatürde de birçok kez kullanıldığı gibi bu tez çalışmasında da uygulanmıştır (Jamil & Siddiqui, 2017; Liu et al., 2017; Teke, Yildirim, & Çelik, 2015; Urraca, Martinez-de-Pison, Sanz-Garcia, Antonanzas, & Antonanzas-Torres, 2017).

3.7.1. Literatürden Seçilmiş Olan Güneş Işınımı Tahmin Modellerinin Aylık Ortalama Günlük Güneş Işınımını Tahmin Edebilme Performans Analizleri

Literatürden seçilmiş olan güneş ışınımı tahmin modellerinin aylık ortalama günlük güneş ışınımı tahmin modellerinin performans analizleri Çizelge 3.1 ile Çizelge 3.13 arasında verilmiştir. Buradaki hata analiz ve model performans sonuçlarında lineer, kareli, kübik ve diğer tip regresyon modellerinin performansları incelenmiştir. Ayrıca modellerin arasındaki performansları kıyaslayabilmek için her bir çizelgedeki lineer, kareli, kübik ve diğer tip modellerin ayrımı bir çizgi ile yapılmıştır. İlk on bir model lineer, sonraki 11 model kareli, Model 23-32 arası kübik ve son 6 model ise diğer tip modelleri ifade etmektedir. İncelenen dört tip modelin her biri içerisindeki en iyi performansı gösteren modeller kalın gösterilerek aşağıdaki çizelgelerde belirtilmiştir. Adana için aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.1'de görülmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller (Model 1 - Model 11) arasında en iyi performansı MBE 0,0099 Mj/m², MPE %-0,7444, RMSE 1,2126 Mj/m², NSE 0,9547, MAPE %6,3946, RSE 0,0849 ve R² 0,9627 değerleri ile **Model 3** göstermiştir. Kareli modeller (Model 12- Model 22) arasında en iyi performansı MBE 0,5190 Mj/m², MPE %3,6686, RMSE 1,1867, NSE 0,9566, MAPE %5,9910, RSE 0,0827 ve R² 0,9676 değerleriyle **Model 14** göstermiş olup Model 18'de buna yakın değerlerle iyi sonuç vermiştir. Kübik olan modeller (Model 23- Model 32) arasında en iyi istatistiksel sonuçları Model 26 MBE 0,5163 Mj/m², MPE %2,5064, RMSE 1,4526 Mj/m², NSE 0,9350, MAPE %6,8726, RSE 0,0970 ve R² 0,9596 değerleriyle göstermiştir. Son olarak diğer tip modeller arasında en iyi performansı MBE-0,1751 Mj/m², MPE %-1,8856, RMSE 1,1887 Mj/m², NSE 0,9564, MAPE %6,5479, RSE 0,0828 ve R² 0,9630 değerleriyle **Model 36** göstermiştir.

Adana için istatistiksel hata analiz sonuçları total olarak incelendiğinde en iyi performansı ve uyumu **Model 3** göstermiştir

Çizelge 3.1. Adana ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Adana	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE Mj/m ²	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 1	0,2735	1,5418	1,1502	0,9592	5,7458	0,0774	0,9663
Model 2	1,4337	8,2424	2,1323	0,8598	10,4276	0,1260	0,9618
Model 3	0,0099	-0,7444	1,2126	0,9547	6,3946	0,0849	0,9627
Model 4	0,8079	4,6168	1,5298	0,9278	7,2350	0,0958	0,9644
Model 5	1,1179	6,6873	1,7499	0,9056	8,5365	0,1075	0,9649
Model 6	1,3053	8,1487	1,8481	0,8947	9,4612	0,1153	0,9664
Model 7	0,4994	3,5170	1,1769	0,9573	5,8753	0,0814	0,9678
Model 8	0,2458	0,7471	1,2836	0,9492	6,3801	0,0866	0,9626
Model 9	1,0974	6,6852	1,7050	0,9104	8,3620	0,1058	0,9656
Model 10	-0,9338	-5,8505	1,4004	0,9395	7,6719	0,0890	0,9676
Model 11	3,1410	21,4797	3,4567	0,6316	21,4869	0,2333	0,9665
Model 12	1,1403	6,9907	1,7334	0,9074	8,8800	0,1106	0,9652
Model 13	1,1558	7,1747	1,7281	0,9079	8,7464	0,1093	0,9660
Model 14	0,5190	3,6686	1,1867	0,9566	5,9910	0,0827	0,9676
Model 15	1,3507	9,1395	1,7905	0,9012	9,5410	0,1193	0,9679
Model 16	1,1321	6,8316	1,7470	0,9059	8,7084	0,1090	0,9652
Model 17	1,1311	6,7653	1,7631	0,9042	9,0886	0,1131	0,9639
Model 18	0,4102	1,7357	1,3701	0,9421	6,6222	0,0914	0,9622
Model 19	2,2391	15,4893	2,6111	0,7898	15,8204	0,1807	0,9600
Model 20	2,9588	19,4632	3,3555	0,6529	19,6570	0,2141	0,9661
Model 21	4,6839	30,1772	5,1891	0,1698	30,2187	0,3175	0,9663
Model 22	3,2073	21,8305	3,5316	0,6155	21,8305	0,2365	0,9660
Model 23	0,8285	4,9440	1,5021	0,9304	7,2267	0,0959	0,9653
Model 24	1,3941	9,4024	1,8288	0,8969	9,7547	0,1206	0,9679
Model 25	1,1536	6,9397	1,7687	0,9036	8,8212	0,1096	0,9652
Model 26	0,5163	2,5064	1,4526	0,9350	6,8726	0,0970	0,9596
Model 27	1,3340	8,6807	1,8200	0,8979	9,5771	0,1175	0,9670
Model 28	-0,8497	-4,4949	1,9447	0,8834	10,5422	0,1624	0,9063
Model 29	0,5328	5,4512	1,2905	0,9487	7,9272	0,1161	0,9583
Model 30	2,2596	15,5814	2,6373	0,7856	15,9207	0,1815	0,9596
Model 31	-3,5375	-27,1699	4,4474	0,3902	27,1750	0,4163	0,8134
Model 32	-1,1364	-5,5271	1,7879	0,9015	8,9367	0,1059	0,9584
Model 33	-1,5357	-7,4376	2,5113	0,8056	10,3827	0,1272	0,9092
Model 34	-1,6335	-8,1665	2,6130	0,7895	10,7373	0,1311	0,9015
Model 35	-1,7006	-8,5620	2,6514	0,7833	10,9720	0,1332	0,9052
Model 36	-0,1751	-1,8856	1,1887	0,9564	6,5479	0,0828	0,9630
Model 37	0,7812	4,2558	1,8319	0,8965	8,3829	0,1137	0,9436
Model 38	-0,5744	-2,6226	1,2154	0,9545	6,3464	0,0796	0,9692

Çizelge 3.2. Antakya ilçesi aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Antakya	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 1	3,3392	27,8184	3,6442	0,5282	27,8184	0,2861	0,9740
Model 2	4,4791	35,1076	5,0572	0,0914	35,1076	0,3619	0,9803
Model 3	3,0572	24,0655	3,4958	0,5658	24,0655	0,2523	0,9813
Model 4	3,8639	31,1450	4,2930	0,3452	31,1450	0,3197	0,9832
Model 5	4,1769	33,8622	4,6091	0,2452	33,8622	0,3462	0,9838
Model 6	4,3450	35,9545	4,7118	0,2112	35,9545	0,3665	0,9867
Model 7	3,5813	31,0804	3,7962	0,4880	31,0804	0,3211	0,9888
Model 8	3,2929	25,9007	3,7529	0,4996	25,9007	0,2704	0,9811
Model 9	4,1602	34,0529	4,5598	0,2613	34,0529	0,3477	0,9847
Model 10	2,1404	19,0817	2,2964	0,8126	19,0817	0,2033	0,9883
Model 11	6,2582	55,1117	6,5122	-0,5067	55,1117	0,5687	0,9911
Model 12	4,1309	33,5373	4,5216	0,2736	33,5373	0,3437	0,9862
Model 13	4,1851	34,3590	4,5588	0,2616	34,3590	0,3506	0,9864
Model 14	3,5792	31,0176	3,7877	0,4903	31,0176	0,3198	0,9896
Model 15	4,4701	38,7677	4,7254	0,2067	38,7677	0,3998	0,9882
Model 16	4,1606	33,7084	4,5775	0,2555	33,7084	0,3448	0,9850
Model 17	4,0873	32,6281	4,5182	0,2747	32,6281	0,3376	0,9850
Model 18	3,4349	26,7747	3,9218	0,4536	26,7747	0,2806	0,9811
Model 19	5,1641	44,9228	5,3856	-0,0305	44,9228	0,4607	0,9894
Model 20	5,9477	50,0007	6,3203	-0,4192	50,0007	0,5069	0,9901
Model 21	7,6854	63,1607	8,2723	-1,4312	63,1607	0,6373	0,9882
Model 22	6,2800	54,8954	6,5462	-0,5225	54,8954	0,5631	0,9919
Model 23	3,8803	31,5809	4,2720	0,3516	31,5809	0,3237	0,9845
Model 24	4,4948	39,2759	4,7346	0,2036	39,2759	0,4082	0,9887
Model 25	4,1754	33,8695	4,5899	0,2515	33,8695	0,3461	0,9854
Model 26	3,5788	27,4321	4,1435	0,3900	28,3708	0,2969	0,9757
Model 27	4,3606	36,8020	4,6585	0,2290	36,8020	0,3752	0,9892
Model 28	1,9646	13,4065	3,1803	0,6406	30,2046	0,4494	0,8712
Model 29	3,7790	37,7065	3,8644	0,4694	37,7065	0,4425	0,9802
Model 30	5,1736	44,9601	5,3985	-0,0354	44,9601	0,4608	0,9892
Model 31	-1,4895	-29,0693	4,6033	0,2471	34,4604	0,9006	0,7874
Model 32	2,0536	22,9059	2,1809	0,8310	22,9059	0,3001	0,9838
Model 33	0,2165	10,0329	2,1934	0,8291	19,1359	0,2310	0,8932
Model 34	-0,1546	6,8615	2,4738	0,7826	18,7696	0,2184	0,8379
Model 35	-0,0308	7,9211	2,2871	0,8142	18,6060	0,2203	0,8796
Model 36	2,8645	22,9991	3,2369	0,6278	22,9991	0,2393	0,9833
Model 37	3,8770	30,9597	4,3741	0,3202	30,9597	0,3217	0,9792
Model 38	2,5443	23,4592	2,6460	0,7513	23,4592	0,2518	0,9895

Antakya ilçesi aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.2’de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı MBE 2,1404 Mj/m², MPE %19,0817, RMSE 2,2964 Mj/m², NSE 0,8126, MAPE %19,0817, RSE 0,2033 ve R² 0,9883 değerleri ile **Model 10** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE 3,4349 Mj/m², MPE %26,7747, RMSE 3,9218 Mj/m², NSE 0,4536, MAPE %26,7747, RSE 0,2806 ve R² 0,9811 değerleri ile **Model 18** vermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE 1,9646 Mj/m², MPE %13,4065, RMSE 3,1803 Mj/m², NSE 0,6406, MAPE %30,2646, RSE 0,4494 ve R² 0,8712 değerleri ile **Model 28** göstermiştir. Diğer modeller arasında ise en performansı MBE -0,0308 Mj/m², MPE %7,9211, RMSE 2,2871 Mj/m², NSE 0,8142, MAPE %18,6060, RSE 0,2203 ve R² 0,8796 değerleriyle **Model 35** göstermiş olup totalde de en iyi performansı gösteren model olmuştur.

Antalya ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.3’de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı MBE -0,1291 Mj/m², MPE %0,7356, RMSE 1,0526 Mj/m², NSE 0,9652, MAPE %6,4002, RSE 0,0764 ve R² 0,9726 değerleri ile **Model 6** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE -0,2597 Mj/m², MPE %-0,0936, RMSE 1,1082 Mj/m², NSE 0,9615, MAPE %6,2172, RSE 0,0756 ve R² 0,9722 değerleri ile **Model 13** vermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE -0,3762 Mj/m², MPE %-0,9697, RMSE 1,1344 Mj/m², NSE 0,9596, MAPE %6,1196, RSE 0,0747 ve R² 0,9730 değerleri ile **Model 25** göstermiştir. Diğer modeller arasında ise en performansı MBE -1,5108 Mj/m², MPE %-8,7464, RMSE 1,9659 Mj/m², NSE 0,8787, MAPE %9,2508, RSE 0,1089 ve R² 0,9715 değerleriyle **Model 36** göstermiştir. Totalde en iyi performansı gösteren modele bakıldığında **Model 13** en iyi değerleri alarak güneş ışınımında en iyi tahmin performansını Antalya ili için göstermiştir.

Burdur ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.4’de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı MBE 0,1520 Mj/m², MPE %0,1147, RMSE 1,0316 Mj/m², NSE 0,9743, MAPE %4,9788, RSE 0,0601 ve R² 0,9818 değerleri ile **Model 6** en iyi sonuçları vermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0085 Mj/m², MPE %-1,0977, RMSE 1,0647 Mj/m², NSE 0,9726, MAPE %5,2293, RSE 0,0651, R² 0,9811 değerleriyle **Model 16** göstermiştir. Kübik tip modelleri arasında en iyi performansı MBE -0,0079 Mj/m², MPE %-1,1187, RMSE 1,0686 Mj/m², NSE 0,9724, MAPE %5,2725, RSE 0,0658 ve R² 0,9730 değerleri ile **Model 25** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında en iyi performansı MBE -0,9249 Mj/m², MPE %-

4,6520, RMSE 1,4456 Mj/m^2 , NSE 0,9495, MAPE %7,2757, RSE 0,0816 ve R^2 0,9755 istatistik değerleriyle **Model 37** göstermiştir. Göz önüne alınan dört tip model arasından Burdur ili için en iyi hata analiz sonucunu **Model 16** göstermiş olup bunu Model 25 ve Model 6 iyi hata sonuçlarıyla takip etmiştir.

Çizelge 3.3. Antalya ili aylık güneş ışınlamı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Antalya	MBE (Mj/m^2)	MPE%	RMSE (Mj/m^2)	NSE	MAPE%	RSE	R^2
Model 1	-1,0801	-5,4341	1,6600	0,9135	7,9229	0,0907	0,9720
Model 2	-0,3814	-1,1377	1,1199	0,9606	6,2008	0,0748	0,9730
Model 3	-1,5823	-9,0488	2,0528	0,8677	9,7294	0,1131	0,9731
Model 4	-0,7634	-3,4939	1,3814	0,9401	6,7384	0,0803	0,9730
Model 5	-0,4506	-1,3774	1,1887	0,9557	6,0769	0,0754	0,9729
Model 6	-0,1291	0,7356	1,0526	0,9652	6,4002	0,0764	0,9726
Model 7	-0,6422	-2,2784	1,4023	0,9383	6,9913	0,0832	0,9686
Model 8	-1,3824	-7,7310	1,8699	0,8903	8,8148	0,1036	0,9731
Model 9	-0,4106	-1,0512	1,1802	0,9563	6,0809	0,0757	0,9726
Model 10	-1,9958	-11,3538	2,5200	0,8007	11,7904	0,1342	0,9695
Model 11	2,1665	16,8605	2,4445	0,8125	16,8605	0,2005	0,9601
Model 12	-0,2655	-0,2675	1,0894	0,9628	6,2610	0,0749	0,9723
Model 13	-0,2597	-0,0936	1,1082	0,9615	6,2172	0,0756	0,9722
Model 14	-0,5844	-1,9421	1,3582	0,9421	6,8300	0,0819	0,9686
Model 15	0,1484	3,1335	1,1555	0,9581	7,4063	0,0930	0,9673
Model 16	-0,3731	-0,9234	1,1412	0,9591	6,1199	0,0749	0,9727
Model 17	-0,3111	-0,7265	1,0865	0,9630	6,2842	0,0750	0,9724
Model 18	-1,2395	-6,8672	1,7334	0,9057	8,2692	0,0979	0,9729
Model 19	1,5068	11,8907	1,8502	0,8926	11,9285	0,1507	0,9639
Model 20	1,7534	13,4477	2,0189	0,8721	13,4477	0,1614	0,9690
Model 21	3,1043	22,3134	3,3035	0,6575	22,3134	0,2420	0,9712
Model 22	2,2460	17,2420	2,5079	0,8026	17,2420	0,2018	0,9618
Model 23	-0,6293	-2,5421	1,3066	0,9464	6,4283	0,0779	0,9722
Model 24	0,1547	3,1301	1,1201	0,9606	7,3703	0,0915	0,9696
Model 25	-0,3762	-0,9697	1,1344	0,9596	6,1196	0,0747	0,9730
Model 26	-1,0497	-5,4926	1,6061	0,9190	7,7589	0,0898	0,9713
Model 27	0,0586	2,1586	1,0594	0,9648	6,8665	0,0820	0,9713
Model 28	-0,6422	-2,8558	1,8600	0,8914	9,6920	0,1152	0,9066
Model 29	-0,0021	3,0819	1,5639	0,9232	9,4811	0,1283	0,9391
Model 30	1,5081	11,8578	1,8425	0,8935	11,8860	0,1498	0,9649
Model 31	-4,9130	-35,3205	5,3186	0,1122	35,3205	0,4243	0,8713
Model 32	-1,5457	-7,4234	2,3770	0,8227	11,6154	0,1315	0,9407
Model 33	-3,5014	-20,4688	4,2575	0,4311	20,8127	0,2316	0,8929
Model 34	-4,0423	-24,1531	4,7934	0,2789	24,1531	0,2638	0,8753
Model 35	-3,7931	-22,4483	4,5374	0,3539	22,4962	0,2483	0,8896
Model 36	-1,5108	-8,7464	1,9659	0,8787	9,2508	0,1089	0,9715
Model 37	-2,1731	-12,6005	2,7646	0,7601	13,2474	0,1531	0,9495
Model 38	-1,4484	-7,0534	2,1595	0,8536	9,9575	0,1125	0,9659

Çizelge 3.4. Burdur ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Burdur	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 1	-0,8372	-5,8562	1,2197	0,9640	6,8070	0,0805	0,9815
Model 2	0,2954	0,0364	1,4544	0,9489	6,6861	0,0817	0,9754
Model 3	-1,1104	-8,2200	1,5200	0,9441	9,0909	0,1087	0,9765
Model 4	-0,3158	-3,1572	1,1296	0,9692	5,8733	0,0741	0,9787
Model 5	-0,0073	-1,2066	1,1208	0,9696	5,3749	0,0671	0,9793
Model 6	0,1520	0,1147	1,0316	0,9743	4,9788	0,0601	0,9818
Model 7	-0,6028	-3,8083	1,0019	0,9757	5,1218	0,0597	0,9845
Model 8	-0,8774	-6,8492	1,3929	0,9531	8,1286	0,1000	0,9764
Model 9	-0,0249	-1,1546	1,0625	0,9727	5,0964	0,0633	0,9803
Model 10	-2,0246	-12,5512	2,2486	0,8778	12,5512	0,1327	0,9840
Model 11	2,0322	13,2422	2,2567	0,8769	13,2422	0,1429	0,9864
Model 12	-0,0192	-0,9657	0,9875	0,9764	5,0885	0,0623	0,9820
Model 13	0,0163	-0,7077	0,9899	0,9763	4,8526	0,0595	0,9850
Model 14	-0,5944	-3,6902	0,9870	0,9764	5,0163	0,0585	0,9843
Model 15	0,2588	1,5083	0,8999	0,9804	3,9419	0,0507	0,9806
Model 16	-0,0085	-1,0977	1,0647	0,9726	5,2293	0,0651	0,9811
Model 17	-0,0467	-1,2865	1,0290	0,9744	5,4452	0,0680	0,9764
Model 18	-0,7266	-5,9917	1,3300	0,9572	7,6791	0,0963	0,9834
Model 19	1,0414	7,3439	1,3417	0,9565	7,8352	0,0917	0,9854
Model 20	1,7821	10,8735	2,1157	0,8918	10,8735	0,1210	0,9838
Model 21	3,4921	20,6725	3,9919	0,6147	20,6725	0,2167	0,9865
Model 22	2,0746	13,4744	2,2980	0,8723	13,4744	0,1445	0,9803
Model 23	-0,2806	-2,6945	1,0474	0,9735	5,4014	0,0673	0,9845
Model 24	0,2407	1,4178	0,8828	0,9812	4,2552	0,0513	0,9806
Model 25	-0,0079	-1,1187	1,0686	0,9724	5,2725	0,0658	0,9730
Model 26	-0,4972	-4,5763	1,3292	0,9573	7,1989	0,0896	0,9842
Model 27	0,1704	0,6850	0,9008	0,9804	4,4039	0,0522	0,9403
Model 28	-1,4912	-7,9813	2,2485	0,8778	9,6481	0,1380	0,9813
Model 29	-0,4985	-1,2640	1,1997	0,9652	5,4401	0,0756	0,9827
Model 30	1,0434	7,3259	1,3557	0,9556	7,8357	0,0919	0,8687
Model 31	-4,7747	-33,3131	5,3329	0,3124	33,3131	0,4274	0,9821
Model 32	-2,1723	-11,5659	2,6644	0,8284	12,3947	0,1325	0,9820
Model 33	-1,2063	-7,5986	1,5178	0,9443	8,0188	0,0929	0,9813
Model 34	-1,2770	-8,2590	1,5714	0,9403	8,4653	0,1000	0,9810
Model 35	-1,2920	-8,3519	1,5829	0,9394	8,6367	0,1002	0,9810
Model 36	-1,4574	-10,3113	1,7554	0,9255	10,8282	0,1230	0,9775
Model 37	-0,9249	-4,6520	1,4456	0,9495	7,2752	0,0816	0,9755
Model 38	-1,2220	-5,9482	1,6635	0,9331	7,1829	0,0821	0,9864

Çizelge 3.5. Elbistan ilçesi aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Elbistan	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 1	2,9112	21,3119	3,6194	0,4370	21,5338	0,2425	0,9757
Model 2	3,9152	27,5219	4,9692	-0,0613	27,8149	0,3206	0,9681
Model 3	2,5794	17,2087	3,5094	0,4707	19,1064	0,2243	0,9694
Model 4	3,3721	24,1327	4,2420	0,2266	24,3943	0,2776	0,9721
Model 5	3,6784	26,7801	4,5381	0,1149	26,8289	0,3002	0,9729
Model 6	3,8609	28,8928	4,6392	0,0750	28,8928	0,3168	0,9758
Model 7	3,1979	24,8872	3,7477	0,3963	24,8872	0,2679	0,9802
Model 8	2,8010	18,9247	3,7479	0,3963	20,4167	0,2397	0,9692
Model 9	3,6765	27,0807	4,4891	0,1339	27,1031	0,3000	0,9742
Model 10	1,8095	13,3712	2,3273	0,7672	14,0844	0,1627	0,9794
Model 11	5,8516	48,5731	6,3822	-0,7507	48,5731	0,4987	0,9846
Model 12	3,6396	26,2776	4,4639	0,1436	26,3621	0,2954	0,9775
Model 13	3,7062	27,3027	4,4918	0,1328	27,3027	0,3008	0,9770
Model 14	3,1947	24,7458	3,7421	0,3981	24,7458	0,2657	0,9814
Model 15	4,0652	32,4572	4,6355	0,0764	32,4572	0,3418	0,9794
Model 16	3,6633	26,5332	4,5122	0,1249	26,6055	0,2980	0,9750
Model 17	3,5753	25,1255	4,4693	0,1415	25,7013	0,2927	0,9768
Model 18	2,9255	19,5937	3,9108	0,3427	21,3561	0,2498	0,9697
Model 19	4,7586	37,8772	5,3086	-0,2112	37,8772	0,3897	0,9852
Model 20	5,4484	42,4711	6,1903	-0,6470	42,4711	0,4394	0,9833
Model 21	7,0658	54,6925	8,0567	-1,7898	54,6925	0,5649	0,9801
Model 22	5,8573	48,1015	6,4181	-0,7704	48,1015	0,4917	0,9856
Model 23	3,4063	24,6381	4,2194	0,2348	24,7443	0,2783	0,9748
Model 24	4,0861	32,9696	4,6458	0,0724	32,9696	0,3518	0,9780
Model 25	3,6739	26,6744	4,5248	0,1201	26,7596	0,2996	0,9747
Model 26	3,0733	20,1944	4,1155	0,2720	22,8249	0,2655	0,9676
Model 27	3,9106	29,9441	4,5837	0,0970	29,9441	0,3198	0,9800
Model 28	1,6577	5,9436	3,2671	0,5413	27,9706	0,4633	0,8999
Model 29	3,5900	33,3352	3,7859	0,3840	33,3352	0,3845	0,9762
Model 30	4,7624	37,8625	5,3218	-0,2172	37,8625	0,3901	0,9846
Model 31	-2,3000	-41,5640	5,2882	-0,2019	46,6232	0,9994	0,8429
Model 32	1,9129	18,8491	2,0632	0,8170	18,8491	0,2443	0,9797
Model 33	3,9809	32,9805	4,4235	0,1590	32,9805	0,3466	0,9780
Model 34	3,8718	31,9235	4,3052	0,2034	31,9235	0,3346	0,9796
Model 35	3,9552	32,4219	4,4357	0,1544	32,4219	0,3415	0,9765
Model 36	2,2681	14,9482	3,1659	0,5692	17,3787	0,2032	0,9697
Model 37	2,7383	21,6967	3,2792	0,5378	21,8461	0,2434	0,9661
Model 38	2,6931	22,8315	2,9449	0,6273	22,8315	0,2404	0,9838

Elbistan ilçesi aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.5’de verilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE 1,8095 Mj/m², MPE %13,3712, RMSE 2,3273 Mj/m², NSE 0,7672, MAPE %14,0844, RSE 0,1627 ve R² 0,9794 değerleri ile **Model 10** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE 2,9255 Mj/m², MPE %19,5937, RMSE 3,9108 Mj/m², NSE 0,3427, MAPE %21,3561, RSE 0,2498 ve R² 0,9697 değerleriyle **Model 18** vermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE 1,9129 Mj/m², MPE %18,8491, RMSE 2,0632 Mj/m², NSE 0,8170, MAPE %18,8491, RSE 0,2443 ve R² 0,9797 değerleriyle **Model 32** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında ise en iyi performansı MBE 2,2681 Mj/m², MPE %14,9482, RMSE 3,1659 Mj/m², NSE 0,5692, MAPE %17,3787, RSE 0,2032 ve R² 0,9697 değerleriyle **Model 36** göstermiştir. Elbistan bölgesi için dört tip model arasından totalde en iyi performansı ise **Model 10** göstermiştir.

Isparta ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.6’da gösterilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE -1,1116 Mj/m², MPE %-5,6665, RMSE 1,6309 Mj/m², NSE 0,9448, MAPE %6,9696, RSE 0,0860 ve R² 0,9774 değerleriyle **Model 6** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0180 Mj/m², MPE %1,9321, RMSE 1,2330 Mj/m², NSE 0,9684, MAPE %6,1952, RSE 0,0833 ve R² 0,9756 değerleriyle **Model 19** göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0089 Mj/m², MPE %1,9358, RMSE 1,2251 Mj/m², NSE 0,9688, MAPE %6,1350, RSE 0,0827 ve R² 0,9755 değerleriyle **Model 30** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında ise en iyi performansı MBE -2,0067 Mj/m², MPE %-10,8446, RMSE 2,5187 Mj/m², NSE 0,8682, MAPE %11,3875, RSE 0,1240 ve R² 0,9698 değerleriyle **Model 33** göstermiştir. Dört tip model arasında en iyi performansı **Model 30** gösterirken Model 19 da buna çok yakın değerler olarak iyi hata analiz sonuçları almışlardır.

İskenderun ilçesi aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.7’de verilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE 0,3475 Mj/m², MPE %3,7240, RMSE 0,8040 Mj/m², NSE 0,9773, MAPE 5,6574, RSE 0,0760 ve R² 0,9817 değerleriyle **Model 10** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE 1,5090 Mj/m², MPE %10,9224, RMSE 1,9003 Mj/m², NSE 0,8718, MAPE %11,6645, RSE 0,1350 ve R² 0,9737 değerleriyle **Model 18** göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE 0,3550 Mj/m², MPE %5,7117, RMSE 1,0996 Mj/m², NSE 0,9571, MAPE %8,5184, RSE 0,1266 ve R² 0,9723 değerleriyle **Model 32** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında en iyi performansı MBE 0,8297 Mj/m², MPE %8,1071, RMSE 1,0843 Mj/m², NSE 0,9583,

MAPE %8,7162, RSE 0,1155 ve R² 0,9835 değerleriyle **Model 38** göstermiştir. İskenderun bölgesi için dört tip model arasından total olarak en iyi performansı **Model 10** göstermiştir.

Çizelge 3.6. Isparta ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Isparta	MBE (Mj/m ²)	MPE%	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	-2,0956	-11,3180	2,5434	0,8656	12,0154	0,1284	0,9769
Model 2	-1,0765	-6,1096	1,6571	0,9430	7,5103	0,0953	0,9687
Model 3	-2,4241	-13,8063	2,8408	0,8324	14,4303	0,1526	0,9703
Model 4	-1,6276	-8,9382	2,0894	0,9093	9,8255	0,1106	0,9733
Model 5	-1,3198	-7,0676	1,8186	0,9313	8,1566	0,0964	0,9742
Model 6	-1,1116	-5,6665	1,6309	0,9448	6,9696	0,0860	0,9774
Model 7	-1,8120	-9,1572	2,3184	0,8884	10,1549	0,1112	0,9800
Model 8	-2,2006	-12,5275	2,6244	0,8569	13,2115	0,1418	0,9700
Model 9	-1,3230	-6,9608	1,8211	0,9311	8,0896	0,0949	0,9755
Model 10	-3,2094	-17,4547	3,7012	0,7155	17,8474	0,1835	0,9796
Model 11	0,8522	7,3287	1,3538	0,9619	8,1256	0,1137	0,9794
Model 12	-1,2695	-6,6743	1,7588	0,9358	7,7978	0,0936	0,9772
Model 13	-1,2480	-6,4410	1,7490	0,9365	7,6321	0,0911	0,9773
Model 14	-1,7873	-9,0051	2,2955	0,8906	10,0126	0,1100	0,9803
Model 15	-0,9781	-4,1268	1,5963	0,9471	6,4049	0,0797	0,9797
Model 16	-1,2956	-6,8996	1,7876	0,9336	7,9984	0,0952	0,9756
Model 17	-1,2961	-7,0120	1,7756	0,9345	8,1066	0,0977	0,9761
Model 18	-2,0488	-11,7240	2,4747	0,8728	12,4559	0,1358	0,9700
Model 19	-0,0180	1,9321	1,2330	0,9684	6,1952	0,0833	0,9756
Model 20	0,5815	4,8561	1,1476	0,9726	6,1720	0,0880	0,9803
Model 21	2,1899	13,8850	2,4771	0,8726	14,1061	0,1592	0,9792
Model 22	0,9113	7,5691	1,3789	0,9605	8,2563	0,1136	0,9795
Model 23	-1,5733	-8,4353	2,0450	0,9131	9,3759	0,1060	0,9752
Model 24	-0,9640	-4,0900	1,5590	0,9495	6,2870	0,0782	0,9811
Model 25	-1,2874	-6,8902	1,7738	0,9346	7,9757	0,0951	0,9758
Model 26	-1,8830	-10,6127	2,3730	0,8830	11,5033	0,1278	0,9656
Model 27	-1,0415	-4,9048	1,5875	0,9477	6,4993	0,0809	0,9801
Model 28	-2,6799	-13,6049	3,6229	0,7274	15,0505	0,1811	0,9141
Model 29	-1,5861	-6,0976	2,4748	0,8728	10,6096	0,1210	0,9698
Model 30	-0,0089	1,9358	1,2251	0,9688	6,1350	0,0827	0,9755
Model 31	-5,9918	-38,6509	6,5312	0,1140	38,6509	0,4582	0,8637
Model 32	-3,2135	-15,8590	3,9858	0,6700	16,9288	0,1834	0,9696
Model 33	-2,0067	-10,8446	2,5187	0,8682	11,3875	0,1240	0,9698
Model 34	-2,0675	-11,4544	2,5539	0,8645	11,8734	0,1289	0,9695
Model 35	-2,0874	-11,5287	2,5673	0,8631	11,9541	0,1293	0,9702
Model 36	-2,7293	-15,6624	3,1084	0,7993	16,1835	0,1676	0,9740
Model 37	-2,3408	-10,1895	3,3571	0,7659	12,6562	0,1485	0,9517
Model 38	-2,3283	-10,8351	3,0733	0,8038	12,2018	0,1384	0,9771

Çizelge 3.7. İskenderun ilçesi aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

İskenderun	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 1	1,4653	11,4145	1,7229	0,8946	11,6782	0,1339	0,9795
Model 2	2,4804	17,9193	2,8748	0,7066	18,2373	0,1978	0,9730
Model 3	1,1229	8,2587	1,5259	0,9173	9,1942	0,1113	0,9743
Model 4	1,9312	14,3859	2,2431	0,8214	14,6620	0,1622	0,9767
Model 5	2,2435	16,7397	2,5430	0,7705	16,9395	0,1836	0,9773
Model 6	2,4843	18,6872	2,7467	0,7322	18,8065	0,2013	0,9799
Model 7	1,7611	14,1554	1,9452	0,8657	14,1679	0,1596	0,9820
Model 8	1,3481	9,8639	1,7352	0,8931	10,5881	0,1246	0,9741
Model 9	2,2426	16,8805	2,5199	0,7746	17,0376	0,1845	0,9783
Model 10	0,3475	3,7240	0,8002	0,9773	5,6574	0,0760	0,9817
Model 11	4,4687	34,9152	4,6624	0,2284	34,9152	0,3641	0,9820
Model 12	2,3285	17,4280	2,6036	0,7594	17,7076	0,1907	0,9791
Model 13	2,3362	17,6336	2,5966	0,7607	17,8121	0,1917	0,9795
Model 14	1,7962	14,4052	1,9763	0,8614	14,4486	0,1619	0,9824
Model 15	2,5924	20,4035	2,7742	0,7268	20,4035	0,2192	0,9818
Model 16	2,2825	17,0351	2,5729	0,7650	17,2752	0,1866	0,9818
Model 17	2,3112	17,0699	2,6168	0,7569	17,4657	0,1891	0,9777
Model 18	1,5090	10,9224	1,9003	0,8718	11,6645	0,1350	0,9737
Model 19	3,6657	28,5944	3,8502	0,4738	28,5944	0,3006	0,9810
Model 20	4,2239	32,0262	4,4818	0,2870	32,0262	0,3316	0,9824
Model 21	5,8322	43,2986	6,2275	-0,3766	43,2986	0,4425	0,9811
Model 22	4,5451	35,3209	4,7483	0,1997	35,3209	0,3670	0,9825
Model 23	1,9825	14,9779	2,2580	0,8190	15,2272	0,1671	0,9783
Model 24	2,6511	20,7385	2,8375	0,7142	20,7385	0,2215	0,9822
Model 25	2,3051	17,1412	2,6026	0,7596	17,3718	0,1876	0,9780
Model 26	1,5877	11,7381	1,9554	0,8643	12,4340	0,1427	0,9732
Model 27	2,5734	19,7241	2,7920	0,7233	19,7366	0,2110	0,9817
Model 28	0,6031	6,5846	1,5298	0,9169	11,3604	0,1633	0,9299
Model 29	1,9879	17,9031	2,1845	0,8306	17,9031	0,2211	0,9709
Model 30	3,6872	28,6808	3,8772	0,4664	28,6808	0,3011	0,9810
Model 31	-2,4344	-22,6572	3,5478	0,5532	22,6594	0,4067	0,8302
Model 32	0,3550	5,7117	1,0996	0,9571	8,5184	0,1266	0,9723
Model 33	-2,5146	-14,2492	3,3178	0,6093	16,4242	0,1848	0,9581
Model 34	-3,2357	-19,5174	4,0649	0,4135	20,4885	0,2276	0,9307
Model 35	-2,8346	-16,6329	3,6279	0,5328	18,0748	0,2023	0,9551
Model 36	1,0402	7,8035	1,4116	0,9293	8,6417	0,1045	0,9764
Model 37	1,1609	7,0109	1,7717	0,8886	9,4217	0,1142	0,9741
Model 38	0,8297	8,1071	1,0843	0,9583	8,7162	0,1155	0,9835

Karaman ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.8'de gösterilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0192 Mj/m², MPE %-0,5161, RMSE 2,0372 Mj/m², NSE 0,9216, MAPE 8,9572, RSE 0,1069 ve R² 0,9278 değerleriyle **Model 6** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE 0,0520 Mj/m², MPE %0,9553, RMSE 1,9785 Mj/m², NSE 0,9260, MAPE 8,7238, RSE 0,1039 ve R² 0,9279 değerleriyle **Model 15** göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE -0,1870 Mj/m², MPE %-0,0053, RMSE 1,8657 Mj/m², NSE 0,9342, MAPE 8,3807, RSE 0,0978 ve R² 0,9349 değerleriyle **Model 24** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında en iyi performansı MBE -1,5008 Mj/m², MPE %-6,3133, RMSE 2,5783 Mj/m², NSE 0,8744, MAPE 9,1634, RSE 0,1159 ve R² 0,9351 değerleriyle **Model 38** göstermiştir. Karaman bölgesi için dört tip model arasından en iyi performansı kübik model olan **Model 24** göstermiştir.

Konya ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.9'da verilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE 0,8693 Mj/m², MPE %5,3287, RMSE 0,9855 Mj/m², NSE 0,9786, MAPE 5,3667, RSE 0,0612 ve R² 0,9968 değerleriyle **Model 11** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0714 Mj/m², MPE %-0,3527, RMSE 0,6428 Mj/m², NSE 0,9909, MAPE 3,4256, RSE 0,0456 ve R² 0,9910 değerleriyle **Model 19** göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0610 Mj/m², MPE %-0,3362, RMSE 0,6629 Mj/m², NSE 0,9903, MAPE 3,4463, RSE 0,0465 ve R² 0,9904 değerleriyle **Model 30** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında en iyi performansı MBE -1,7934 Mj/m², MPE %-8,7549, RMSE 2,3946 Mj/m², NSE 0,8735, MAPE 9,5356, RSE 0,1104 ve R² 0,9736 değerleriyle **Model 37** göstermiştir. Konya bölgesi için dört tip model arasından en iyi performansı totalde **Model 30** göstermiştir.

Mersin ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.10'da verilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE 0,0367 Mj/m², MPE %-0,5483, RMSE 0,9197 Mj/m², NSE 0,9749, MAPE 4,5699, RSE 0,0550 ve R² 0,9811 değerleriyle **Model 4** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE -0,3086 Mj/m², MPE %-1,9185, RMSE 0,6924 Mj/m², NSE 0,9858, MAPE 3,2497, RSE 0,0420 ve R² 0,9887 değerleriyle **Model 14** göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE 0,0449 Mj/m², MPE %-0,3355, RMSE 0,8492 Mj/m², NSE 0,9786, MAPE 4,1618, RSE 0,0500 ve R² 0,9831 değerleriyle **Model 23** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0849 Mj/m², MPE %-2,5729, RMSE 1,2846 Mj/m², NSE 0,9511, MAPE 6,9025, RSE 0,0850 ve R² 0,9784 değerleriyle **Model 37** göstermiştir. Mersin bölgesi için dört

tip model incelendiğinde totalde en iyi performansı **Model 23** göstermiş olup Model 4 de buna yakın değerler alarak iyi sonuç yakalamıştır

Çizelge 3.8. Karaman ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Karaman	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	-1,0266	-6,2141	2,2348	0,9056	10,2704	0,1190	0,9261
Model 2	0,3427	0,2851	2,4279	0,8886	9,9548	0,1282	0,9195
Model 3	-1,1809	-8,0881	2,4090	0,8904	12,2053	0,1397	0,9207
Model 4	-0,3936	-3,2266	2,1614	0,9117	10,0172	0,1175	0,9230
Model 5	-0,0853	-1,3443	2,1475	0,9129	9,4639	0,1139	0,9237
Model 6	-0,0192	-0,5161	2,0372	0,9216	8,9572	0,1069	0,9278
Model 7	-0,8979	-4,5998	2,1266	0,9146	9,0717	0,1067	0,9300
Model 8	-0,9288	-6,6996	2,3267	0,8977	11,6551	0,1342	0,9205
Model 9	-0,1335	-1,3986	2,1033	0,9164	9,3037	0,1109	0,9248
Model 10	-2,3655	-13,1958	3,1245	0,8156	13,8890	0,1588	0,9293
Model 11	1,6635	11,6061	2,5488	0,8773	12,7226	0,1632	0,9337
Model 12	-0,3073	-2,1164	1,9776	0,9261	9,0547	0,1066	0,9307
Model 13	-0,2036	-1,4933	2,0050	0,9241	9,0226	0,1061	0,9289
Model 14	-0,9483	-4,7750	2,1302	0,9143	8,9398	0,1060	0,9319
Model 15	0,0520	0,9553	1,9785	0,9260	8,7238	0,1039	0,9279
Model 16	-0,1746	-1,6656	2,0626	0,9196	9,3043	0,1105	0,9270
Model 17	-0,3681	-2,6537	1,9838	0,9256	9,3252	0,1099	0,9312
Model 18	-0,8028	-6,0371	2,2734	0,9024	11,3935	0,1321	0,9221
Model 19	0,2240	3,6586	1,9489	0,9282	9,2493	0,1136	0,9316
Model 20	1,3494	8,7031	2,3721	0,8937	10,5521	0,1370	0,9350
Model 21	3,2898	19,0297	4,1646	0,6723	19,5060	0,2252	0,9324
Model 22	1,6253	11,3895	2,4971	0,8822	12,6846	0,1600	0,9353
Model 23	-0,3688	-2,8406	2,1366	0,9137	9,6651	0,1142	0,9230
Model 24	-0,1870	-0,0053	1,8657	0,9342	8,3807	0,0978	0,9349
Model 25	-0,2410	-1,9535	2,0129	0,9234	9,2504	0,1085	0,9295
Model 26	-0,1300	-2,9234	2,7627	0,8558	11,7186	0,1474	0,8963
Model 27	-0,2352	-0,8594	1,8850	0,9329	8,4302	0,0979	0,9342
Model 28	-0,6286	-5,2562	3,8557	0,7191	14,9855	0,2063	0,7998
Model 29	-0,9893	-2,3978	2,3627	0,8945	10,1356	0,1285	0,9295
Model 30	0,1683	3,3946	1,9786	0,9260	9,1891	0,1135	0,9295
Model 31	-5,0088	-35,9679	5,8038	0,3636	36,1187	0,4836	0,8515
Model 32	-2,7857	-12,9317	3,7599	0,7329	14,7957	0,1704	0,9318
Model 33	-1,9498	-8,9605	3,0494	0,8243	11,3946	0,1380	0,9184
Model 34	-2,0010	-9,4855	3,0650	0,8225	11,6509	0,1402	0,9191
Model 35	-2,0216	-9,5919	3,0908	0,8195	11,7482	0,1411	0,9172
Model 36	-1,6629	-10,6482	2,6180	0,8705	13,2562	0,1514	0,9234
Model 37	-1,4882	-6,7603	2,8923	0,8419	10,8391	0,1339	0,8886
Model 38	-1,5008	-6,3133	2,5783	0,8744	9,1634	0,1159	0,9351

Çizelge 3.9. Konya ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Konya	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	-2,0131	-12,7493	2,1119	0,9016	12,7493	0,1366	0,9926
Model 2	-0,9191	-7,4853	1,3118	0,9620	8,2363	0,1093	0,9874
Model 3	-2,3020	-15,0907	2,4165	0,8712	15,0907	0,1658	0,9884
Model 4	-1,5098	-10,3416	1,6534	0,9397	10,3416	0,1212	0,9903
Model 5	-1,2027	-8,5147	1,3799	0,9580	8,5830	0,1051	0,9908
Model 6	-1,0167	-7,1933	1,1657	0,9700	7,1933	0,0907	0,9933
Model 7	-1,7646	-10,7179	1,8699	0,9229	10,7179	0,1125	0,9953
Model 8	-2,0728	-13,8275	2,1980	0,8934	13,8275	0,1552	0,9882
Model 9	-1,2159	-8,4332	1,3692	0,9586	8,4510	0,1018	0,9917
Model 10	-3,1737	-18,8563	3,3437	0,7534	18,8563	0,1915	0,9949
Model 11	0,8693	5,3287	0,9855	0,9786	5,3667	0,0612	0,9968
Model 12	-1,1918	-8,3174	1,3289	0,9610	8,3174	0,1038	0,9927
Model 13	-1,1626	-8,0239	1,2964	0,9629	8,0239	0,0979	0,9929
Model 14	-1,7501	-10,6225	1,8553	0,9241	10,6225	0,1118	0,9955
Model 15	-0,9163	-5,7261	1,0338	0,9764	5,7261	0,0656	0,9952
Model 16	-1,1945	-8,4295	1,3525	0,9597	8,4295	0,1047	0,9918
Model 17	-1,2174	-8,6840	1,3743	0,9583	8,6840	0,1119	0,9917
Model 18	-1,9211	-13,0696	2,0568	0,9067	13,0696	0,1506	0,9883
Model 19	-0,0714	-0,3527	0,6428	0,9909	3,4256	0,0456	0,9910
Model 20	0,6193	2,8242	0,9383	0,9806	4,8177	0,0553	0,9950
Model 21	2,2910	11,8232	2,7308	0,8355	12,7677	0,1334	0,9942
Model 22	0,9189	5,4860	1,0503	0,9757	5,4925	0,0631	0,9965
Model 23	-1,4758	-9,9389	1,6027	0,9433	9,9389	0,1154	0,9914
Model 24	-0,8997	-5,6153	1,0045	0,9777	5,6153	0,0634	0,9959
Model 25	-1,1833	-8,3904	1,3401	0,9604	8,3904	0,1045	0,9920
Model 26	-1,7624	-12,1436	1,9692	0,9145	12,2415	0,1448	0,9838
Model 27	-0,9819	-6,5590	1,0935	0,9736	6,5590	0,0793	0,9949
Model 28	-2,8971	-17,1007	3,3588	0,7512	17,1007	0,2105	0,9478
Model 29	-1,6197	-7,7259	2,0110	0,9108	8,9565	0,0970	0,9938
Model 30	-0,0610	-0,3362	0,6629	0,9903	3,4463	0,0465	0,9904
Model 31	-6,0493	-41,6316	6,5053	0,0666	41,6316	0,5245	0,8815
Model 32	-3,2737	-17,4013	3,7088	0,6966	17,4013	0,1809	0,9942
Model 33	-2,4167	-13,4858	2,7903	0,8283	13,4858	0,1425	0,9773
Model 34	-2,4443	-13,8395	2,7992	0,8272	13,8395	0,1460	0,9772
Model 35	-2,5106	-14,1888	2,8676	0,8186	14,1888	0,1491	0,9770
Model 36	-2,6587	-17,1321	2,7581	0,8322	17,1321	0,1833	0,9895
Model 37	-1,7934	-8,7549	2,3946	0,8735	9,5356	0,1104	0,9736
Model 38	-2,2600	-11,8994	2,5906	0,8520	11,8994	0,1246	0,9968

Çizelge 3.10. Mersin ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Mersin	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 1	-0,5287	-3,6667	0,9123	0,9753	4,5625	0,0583	0,9841
Model 2	0,6974	3,1137	1,3884	0,9429	6,2464	0,0736	0,9775
Model 3	-0,7605	-5,5115	1,1624	0,9600	6,2858	0,0800	0,9787
Model 4	0,0367	-0,5483	0,9197	0,9749	4,5699	0,0550	0,9811
Model 5	0,3471	1,3750	1,0155	0,9695	4,6734	0,0556	0,9818
Model 6	0,5260	2,6429	1,0114	0,9697	4,5719	0,0545	0,9857
Model 7	-0,3313	-2,0795	0,7258	0,9844	3,3689	0,0440	0,9877
Model 8	-0,5190	-4,0815	1,0506	0,9673	5,6266	0,0721	0,9785
Model 9	0,3182	1,3015	0,9604	0,9727	4,4240	0,0526	0,9829
Model 10	-1,7790	-10,8900	1,9493	0,8875	10,8900	0,1147	0,9871
Model 11	2,2941	14,4367	2,4755	0,8185	14,4367	0,1520	0,9906
Model 12	0,3741	1,6764	0,9145	0,9752	4,2728	0,0513	0,9859
Model 13	0,3778	1,7549	0,9236	0,9747	4,2328	0,0506	0,9852
Model 14	-0,3086	-1,9185	0,6924	0,9858	3,2497	0,0420	0,9887
Model 15	0,5191	3,1342	0,9023	0,9759	4,2227	0,0525	0,9871
Model 16	0,3644	1,5273	0,9771	0,9717	4,5237	0,0540	0,9836
Model 17	0,3805	1,5943	0,9446	0,9736	4,5293	0,0546	0,9855
Model 18	-0,3437	-3,0765	0,9978	0,9705	5,3669	0,0685	0,9789
Model 19	1,4242	9,1085	1,5649	0,9275	9,1085	0,0990	0,9926
Model 20	2,1803	13,1286	2,4240	0,8260	13,1286	0,1374	0,9905
Model 21	3,9535	23,4820	4,3393	0,4423	23,4820	0,2403	0,9879
Model 22	2,3742	14,8696	2,5547	0,8067	14,8696	0,1552	0,9914
Model 23	0,0449	-0,3355	0,8492	0,9786	4,1618	0,0500	0,9831
Model 24	0,5763	3,4327	0,9349	0,9741	4,3903	0,0539	0,9879
Model 25	0,3922	1,6596	0,9988	0,9705	4,6440	0,0551	0,9836
Model 26	-0,2655	-2,4719	1,0108	0,9697	5,3024	0,0648	0,9766
Model 27	0,5432	3,0119	0,9318	0,9743	4,2330	0,0512	0,9881
Model 28	-1,7862	-9,8272	2,2019	0,8564	10,6969	0,1231	0,9722
Model 29	-0,4209	-1,3394	0,8800	0,9771	5,0277	0,0691	0,9870
Model 30	1,4514	9,2347	1,5971	0,9245	9,2347	0,1000	0,9924
Model 31	-4,0383	-27,5013	4,3261	0,4457	27,5013	0,3407	0,9290
Model 32	-2,0952	-11,5670	2,3952	0,8301	12,3627	0,1296	0,9881
Model 33	-4,8044	-26,0181	5,6007	0,0710	26,0181	0,2756	0,9630
Model 34	-5,3961	-29,2687	6,3172	-0,1819	29,2687	0,3096	0,9162
Model 35	-5,0990	-27,7626	5,9197	-0,0379	27,7626	0,2924	0,9560
Model 36	-0,9611	-6,6817	1,2865	0,9510	7,1613	0,0864	0,9790
Model 37	-0,0849	-2,5729	1,2846	0,9511	6,9025	0,0850	0,9784
Model 38	-1,3218	-7,3686	1,5237	0,9312	7,4935	0,0807	0,9943

Niğde ili aylık güneş ışıını tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.11'de verilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE -0,4815 Mj/m^2 , MPE %-2,1003, RMSE 1,1437 Mj/m^2 , NSE 0,9748, MAPE 5,2003, RSE 0,0660 ve R^2 0,9798 değerleriyle **Model 11** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE -0,4573 Mj/m^2 , MPE %-2,0139, RMSE 1,1275 Mj/m^2 , NSE 0,9755, MAPE 5,1534, RSE 0,0651 ve R^2 0,9800 değerleriyle **Model 22** göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE -1,5645 Mj/m^2 , MPE %-7,7917, RMSE 2,0654 Mj/m^2 , NSE 0,9174, MAPE 8,5867, RSE 0,1013 ve R^2 0,9731 değerleriyle **Model 30** göstermiştir. Diğer tip model arasında en iyi performansı MBE -3,5296 Mj/m^2 , MPE %-17,6276, RMSE 4,0362 Mj/m^2 , NSE 0,6863, MAPE 18,0425, RSE 0,1880 ve R^2 0,9739 değerleriyle **Model 38** en iyi performansı göstermiştir. Niğde bölgesi için dört tip model incelendiğinde totalde en iyi performansı **Model 22** göstermekte olup bunu Model 11 takip etmiştir.

Tarsus ilçesi aylık güneş ışıını tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.12'de gösterilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE -0,1080 Mj/m^2 , MPE %-0,1072, RMSE 0,9788 Mj/m^2 , NSE 0,9762, MAPE 4,2325, RSE 0,0725 ve R^2 0,9765 değerleriyle **Model 8** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE -0,2681 Mj/m^2 , MPE %-0,3090, RMSE 0,9252 Mj/m^2 , NSE 0,9787, MAPE 4,3035, RSE 0,0674 ve R^2 0,9844 değerleriyle **Model 14** göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE 0,3777 Mj/m^2 , MPE %2,9520, RMSE 1,0058 Mj/m^2 , NSE 0,9748, MAPE 4,8522, RSE 0,0777 ve R^2 0,9784 değerleriyle **Model 23** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında en iyi performansı MBE -0,7766 Mj/m^2 , MPE %-4,0742, RMSE 1,2172 Mj/m^2 , NSE 0,9631, MAPE 5,7146, RSE 0,0761 ve R^2 0,9796 değerleriyle **Model 36** göstermiştir. Tarsus bölgesi için dört tip model incelendiğinde totalde en iyi performansı **Model 8** göstermiştir.

Ürgüp ilçesi aylık güneş ışıını tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.13'de verilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0040 Mj/m^2 , MPE %-1,9957, RMSE 1,1241 Mj/m^2 , NSE 0,9655, MAPE 6,0611, RSE 0,0791 ve R^2 0,9845 değerleriyle **Model 7** göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı MBE -0,0244, MPE %-2,0644, RMSE 1,0780, NSE 0,9683, MAPE 5,9267, RSE 0,0781 ve R^2 0,9851 değerleriyle **Model 14** göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı MBE 0,1844, MPE %1,9744, RMSE 0,8293, NSE 0,9812, MAPE 5,2894, RSE 0,0781 ve R^2 0,9822 değerleriyle **Model 29** göstermiştir. Diğer tip modeller arasında en iyi performansı MBE -

0,4972, MPE %-3,3271, RMSE 0,8377, NSE 0,9808, MAPE 4,7716, RSE 0,0646 ve R² 0,9876 değerleriyle göstermiştir. Ürgüp bölgesi için dört tip model incelendiğinde totalde en iyi performansı **Model 38** göstermiştir.

Çizelge 3.11. Niğde ili aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Niğde	MBE (Mj/m ²)	MPE%	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	-3,3166	-18,4345	3,6114	0,7488	18,4345	0,1961	0,9688
Model 2	-2,1699	-13,2183	2,6414	0,8657	13,4111	0,1611	0,9573
Model 3	-3,5774	-20,3976	3,8867	0,7092	20,3976	0,2195	0,9594
Model 4	-2,7885	-16,0434	3,1195	0,8126	16,0434	0,1785	0,9635
Model 5	-2,4820	-14,3641	2,8316	0,8456	14,3818	0,1632	0,9647
Model 6	-2,3337	-13,3112	2,6532	0,8645	13,3435	0,1510	0,9707
Model 7	-3,0932	-16,7353	3,3955	0,7780	16,7353	0,1771	0,9750
Model 8	-3,3442	-19,2059	3,6636	0,7416	19,2059	0,2092	0,9591
Model 9	-2,5022	-14,3378	2,8374	0,8450	14,3436	0,1614	0,9666
Model 10	-4,5101	-24,2900	4,8449	0,5481	24,2900	0,2489	0,9739
Model 11	-0,4815	-2,1003	1,1437	0,9748	5,2003	0,0660	0,9798
Model 12	-2,5312	-14,3959	2,8348	0,8453	14,4134	0,1615	0,9709
Model 13	-2,4806	-14,0773	2,7927	0,8498	14,0924	0,1577	0,9703
Model 14	-3,0958	-16,7037	3,3978	0,7777	16,7037	0,1766	0,9762
Model 15	-2,2213	-12,0571	2,5495	0,8749	12,1180	0,1349	0,9743
Model 16	-2,4992	-14,3727	2,8254	0,8463	14,3730	0,1625	0,9676
Model 17	-2,5690	-14,7371	2,8737	0,8410	14,7512	0,1667	0,9699
Model 18	-3,2018	-18,5144	3,5240	0,7609	18,5144	0,2038	0,9597
Model 19	-1,5529	-7,7321	2,0377	0,9201	8,5476	0,1004	0,9746
Model 20	-0,7616	-4,3350	1,3202	0,9664	6,0745	0,0793	0,9776
Model 21	0,9633	4,2715	1,7582	0,9405	7,5494	0,0906	0,9743
Model 22	-0,4573	-2,0139	1,1275	0,9755	5,1534	0,0651	0,9800
Model 23	-2,7494	-15,6740	3,0677	0,8188	15,6740	0,1735	0,9662
Model 24	-2,2880	-12,2729	2,6125	0,8686	12,3322	0,1361	0,9762
Model 25	-2,5143	-14,4325	2,8356	0,8452	14,4325	0,1628	0,9681
Model 26	-2,8755	-17,0225	3,3048	0,7897	17,0642	0,1946	0,9490
Model 27	-2,3584	-13,0014	2,6639	0,8634	13,0562	0,1445	0,9752
Model 28	-3,6693	-20,3299	4,2669	0,6495	20,3666	0,2406	0,9115
Model 29	-2,9890	-14,4810	3,4927	0,7651	15,0897	0,1624	0,9758
Model 30	-1,5645	-7,7917	2,0654	0,9179	8,5867	0,1013	0,9731
Model 31	-7,2795	-43,6223	7,7895	-0,1682	43,6223	0,5161	0,8520
Model 32	-4,6715	-23,4967	5,2191	0,4756	23,5155	0,2434	0,9766
Model 33	-3,8211	-19,6878	4,2808	0,6471	19,6878	0,2062	0,9683
Model 34	-3,8530	-19,9928	4,2991	0,6441	19,9928	0,2090	0,9681
Model 35	-3,9101	-20,2944	4,3541	0,6349	20,2944	0,2118	0,9684
Model 36	-3,9612	-22,3985	4,2365	0,6544	22,3985	0,2364	0,9644
Model 37	-3,8112	-19,2556	4,4513	0,6184	19,4571	0,2087	0,9322
Model 38	-3,5296	-17,6276	4,0362	0,6863	18,0425	0,1880	0,9739

Çizelge 3.12. Tarsus ilçesi aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Tarsus	MBE (Mj/m ²)	MPE%	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	-0,2987	-0,8657	0,9532	0,9774	4,0997	0,0676	0,9811
Model 2	1,2310	7,5919	1,6529	0,9320	8,7029	0,1097	0,9756
Model 3	-0,3731	-1,6328	1,0461	0,9728	4,5346	0,0730	0,9766
Model 4	0,4099	3,0466	1,0170	0,9743	4,8749	0,0783	0,9786
Model 5	0,7183	4,8825	1,1761	0,9656	6,1678	0,0876	0,9792
Model 6	0,7784	5,4822	1,1643	0,9663	6,5940	0,0903	0,9816
Model 7	-0,2410	-0,2342	0,9135	0,9792	4,1576	0,0666	0,9837
Model 8	-0,1080	-0,1072	0,9788	0,9762	4,2325	0,0725	0,9765
Model 9	0,6496	4,5570	1,1118	0,9692	5,8716	0,0849	0,9801
Model 10	-1,7406	-9,0334	2,1025	0,8900	9,9188	0,1088	0,9833
Model 11	2,2730	14,9272	2,4273	0,8533	14,9936	0,1700	0,9848
Model 12	0,5584	4,2651	0,9966	0,9753	5,7481	0,0842	0,9830
Model 13	0,6078	4,4906	1,0358	0,9733	5,8241	0,0843	0,9825
Model 14	-0,2681	-0,3090	0,9252	0,9787	4,3035	0,0674	0,9844
Model 15	0,6828	5,1235	1,0733	0,9713	6,0980	0,0865	0,9829
Model 16	0,6590	4,6652	1,0933	0,9702	5,9870	0,0861	0,9813
Model 17	0,5569	4,2509	1,0015	0,9750	5,8154	0,0857	0,9828
Model 18	0,0589	0,8862	0,9546	0,9773	4,1523	0,0740	0,9774
Model 19	1,0431	8,2307	1,4789	0,9455	9,3379	0,1241	0,9738
Model 20	2,2000	14,3337	2,3699	0,8602	14,5542	0,1651	0,9840
Model 21	4,2410	25,9168	4,4769	0,5010	25,9463	0,2734	0,9840
Model 22	2,2730	14,9272	2,4512	0,8504	15,2104	0,1731	0,9844
Model 23	0,3777	2,9520	1,0058	0,9748	4,8522	0,0777	0,9784
Model 24	0,5980	4,8349	0,9671	0,9767	5,8717	0,0848	0,9862
Model 25	0,6478	4,6529	1,0527	0,9724	5,9384	0,0855	0,9829
Model 26	0,4189	2,6003	1,5430	0,9407	5,6473	0,0932	0,9509
Model 27	0,6011	4,7676	0,9877	0,9757	6,0211	0,0859	0,9850
Model 28	-1,2431	-6,5989	3,1078	0,7596	12,6984	0,1609	0,8122
Model 29	-0,6701	-2,0255	1,2929	0,9584	6,1539	0,0792	0,9832
Model 30	1,0368	8,2392	1,5142	0,9429	9,5469	0,1256	0,9709
Model 31	-3,6901	-21,4318	4,3228	0,5348	21,6605	0,2739	0,8816
Model 32	-2,4569	-12,4299	2,9324	0,7859	13,2825	0,1427	0,9828
Model 33	-3,0188	-14,8435	3,8477	0,6315	15,0363	0,1713	0,9407
Model 34	-3,0847	-15,2689	3,9294	0,6156	15,3728	0,1752	0,9336
Model 35	-3,1633	-15,7016	3,9991	0,6019	15,7708	0,1788	0,9362
Model 36	-0,7766	-4,0742	1,2172	0,9631	5,7146	0,0761	0,9796
Model 37	0,8945	5,4569	1,5865	0,9373	7,8015	0,1108	0,9661
Model 38	-1,3834	-5,9112	1,9721	0,9032	8,4056	0,1012	0,9810

Çizelge 3.13. Ürgüp ilçesi aylık güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Ürgüp	MBE (Mj/m ²)	MPE %	RMSE (Mj/m ²)	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 1	-0,2287	-4,2332	1,3595	0,9496	8,2335	0,1039	0,9810
Model 2	0,9022	1,5331	2,4388	0,8377	11,6680	0,1357	0,9742
Model 3	-0,4909	-6,8119	1,6810	0,9229	11,0022	0,1365	0,9754
Model 4	0,2921	-1,5959	1,7852	0,9130	9,5163	0,1145	0,9778
Model 5	0,5962	0,4104	1,9279	0,8985	9,4690	0,1121	0,9786
Model 6	0,7161	1,5601	1,8324	0,9084	8,8343	0,1042	0,9817
Model 7	-0,0040	-1,9957	1,1241	0,9655	6,0611	0,0791	0,9845
Model 8	-0,2600	-5,4258	1,7301	0,9183	10,8069	0,1326	0,9752
Model 9	0,5770	0,5018	1,8368	0,9079	8,9479	0,1065	0,9797
Model 10	-1,4085	-10,9305	1,6279	0,9277	11,1237	0,1314	0,9839
Model 11	2,5893	15,6313	3,0544	0,7454	15,8376	0,1702	0,9866
Model 12	0,4904	0,0662	1,6712	0,9238	8,7882	0,1052	0,9821
Model 13	0,5696	0,6672	1,7160	0,9196	8,5470	0,1018	0,9819
Model 14	-0,0244	-2,0644	1,0780	0,9683	5,9267	0,0781	0,9851
Model 15	0,8852	3,7241	1,6695	0,9239	7,2333	0,0866	0,9840
Model 16	0,5540	0,2577	1,8224	0,9093	9,2268	0,1095	0,9804
Model 17	0,4286	-0,5643	1,7004	0,9211	9,3590	0,1130	0,9812
Model 18	-0,1358	-4,7538	1,7730	0,9142	10,8345	0,1335	0,9757
Model 19	1,3804	7,9749	1,8793	0,9036	9,4017	0,1079	0,9780
Model 20	2,2251	12,0833	2,8912	0,7718	13,3868	0,1492	0,9849
Model 21	3,9474	22,1099	4,8560	0,3563	22,3653	0,2476	0,9839
Model 22	2,5792	15,4775	3,0483	0,7464	15,7010	0,1690	0,9864
Model 23	0,3350	-1,0832	1,7069	0,9205	8,8737	0,1076	0,9795
Model 24	0,7690	3,2355	1,4954	0,9390	6,8557	0,0817	0,9843
Model 25	0,5224	0,0988	1,7813	0,9134	9,2144	0,1088	0,9806
Model 26	0,2882	-2,5096	2,2378	0,8633	11,4683	0,1406	0,9670
Model 27	0,6663	1,9665	1,5499	0,9344	7,4615	0,0887	0,9841
Model 28	-0,3960	-5,8890	2,2087	0,8668	11,8946	0,1755	0,9294
Model 29	0,1844	1,9794	0,8293	0,9812	5,2894	0,0781	0,9822
Model 30	1,3524	7,8037	1,8763	0,9039	9,2989	0,1080	0,9758
Model 31	-4,6236	-39,3747	5,4011	0,2038	39,3747	0,5512	0,8899
Model 32	-1,5151	-8,9315	1,8308	0,9085	9,8037	0,1098	0,9827
Model 33	0,9561	4,9742	1,5242	0,9366	7,6107	0,0886	0,9828
Model 34	0,8157	4,2234	1,3747	0,9484	7,0636	0,0832	0,9825
Model 35	0,9636	4,7765	1,5841	0,9315	7,8213	0,0905	0,9826
Model 36	-0,9049	-9,1807	1,6641	0,9244	11,5290	0,1441	0,9760
Model 37	-0,3174	-3,5074	1,2182	0,9595	6,9364	0,0925	0,9727
Model 38	-0,4972	-3,3271	0,8377	0,9808	4,7716	0,0646	0,9876

3.7.2. Seçilmiş Olan Güneş Işınımı Tahmin Modellerinin Günlük Güneş Işınımını Tahmin Edebilme Performans Analizleri

Literatürden seçilmiş olan regresyon modellerinin günlük güneş ışınımını tahmin edebilme performans analizleri Çizelge 3.14 ile Çizelge 3.22 arasında verilmiştir. Buradaki hata analiz ve model performans sonuçlarında Lineer, Kareli ve Kübik regresyon modellerinin performansları incelenmiştir. Ayrıca modellerin arasındaki performansları kıyaslayabilmek için her bir çizelgedeki Lineer, Kareli ve Kübik modellerin ayrımı bir çizgi ile yapılmıştır. İlk on bir model lineer modeli, sonraki on bir model kareli modelleri ve son on model ise kübik olan modelleri ifade etmektedir. Bunlara ek olarak üç tip model kendi arasında kıyaslamaları yapılarak en iyi performansı gösterenler kalın yapılarak belirtilmiştir.

Adana ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.14'de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 8** MBE 0,5660 Mj/m², MPE %4,9882, RMSE 0,5972 Mj/m², NSE 0,9932, MAPE %4,9882, RSE 0,0651 ve R² 0,9220 değerleriyle göstermiştir. Ayrıca Model 8'den sonra **Model 3** günlük güneş ışınımı tahmininde iyi bir hata analiz sonucu göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 18** MBE 0,1910 Mj/m², MPE %1,9868, RMSE 2,1564 Mj/m², NSE 0,8962, MAPE %14,5171, RSE 0,3353 ve R² 0,9201 değerleriyle göstermiştir ve bunu **Model 17** takip etmiştir. Kübik modeller arasında ise en iyi performansı **Model 23** MBE 0,6009 Mj/m², MPE %5,7247, RMSE 2,1846 Mj/m², NSE 0,8935, MAPE %14,7260, RSE 0,3648 ve R² 0,9236 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından en iyi performansı **Model 8** göstermiştir.

Antakya ilçesi günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.15'de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 10** MBE 2,2141 Mj/m², MPE %31,3439, RMSE 2,6439 Mj/m², NSE 0,7966, MAPE %32,4981, RSE 0,9641 ve R² 0,9587 değerleriyle göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 17** MBE 3,6478 Mj/m², MPE %26,3694, RMSE 4,7441 Mj/m², NSE 0,3449, MAPE %35,2477, RSE 0,4567 ve R² 0,9465 değerleriyle göstermiştir. Kübik modeller arasında ise en iyi performansı **Model 23** MBE 3,8283 Mj/m², MPE %34,0261, RMSE 4,7117 Mj/m², NSE 0,3539, MAPE %37,5461, RSE 0,6524 ve R² 0,9509 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından en iyi performansı **Model 10** göstermiştir.

Çizelge 3.14. Adana ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Adana	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	0,1955	7,1467	1,9252	0,9173	15,9656	0,4907	0,9217
Model 2	1,3119	10,4464	2,7269	0,8340	17,9102	0,4042	0,9163
Model 3	-0,0877	1,8543	2,0122	0,9096	14,5469	0,3755	0,9211
Model 4	0,7093	8,6000	2,1874	0,8932	16,1714	0,4441	0,9221
Model 5	1,0184	11,1491	2,3373	0,8781	17,2742	0,4715	0,9222
Model 6	1,4345	22,7449	2,6248	0,8462	26,2456	0,8689	0,8979
Model 7	0,4388	11,7821	1,9940	0,9113	18,4674	0,6073	0,9162
Model 8	0,5650	4,9882	0,5972	0,9932	4,9882	0,0651	0,9220
Model 9	1,0032	11,7833	2,2908	0,8829	17,4932	0,4951	0,9222
Model 10	-0,9825	1,2187	2,1873	0,8932	18,1705	0,5236	0,9178
Model 11	3,0854	35,4046	3,8555	0,6682	35,8438	0,9468	0,8945
Model 12	0,6461	5,1490	2,2700	0,8850	14,8923	0,3421	0,9206
Model 13	0,8621	9,2536	2,2465	0,8874	16,0955	0,4284	0,9226
Model 14	0,3356	9,8753	1,9568	0,9145	17,2564	0,5520	0,9180
Model 15	1,4551	21,4135	2,5221	0,8580	24,1101	0,7647	0,9088
Model 16	0,8588	8,4457	2,2942	0,8825	15,9425	0,4063	0,9224
Model 17	0,4701	1,2530	2,3874	0,8728	15,3202	0,2939	0,9164
Model 18	0,1910	1,9868	2,1564	0,8962	14,5171	0,3353	0,9201
Model 19	1,1786	10,3141	2,6346	0,8451	17,2520	0,3886	0,8993
Model 20	2,3131	19,2331	3,3312	0,7523	22,5425	0,4876	0,9176
Model 21	4,1125	30,5612	5,1083	0,4176	32,8878	0,5671	0,9210
Model 22	2,9164	31,3018	3,6972	0,6949	31,9830	0,8123	0,9038
Model 23	0,6009	5,7247	2,1846	0,8935	14,7260	0,3648	0,9236
Model 24	1,6587	30,1487	3,0000	0,7991	32,8346	1,1095	0,8608
Model 25	0,9340	11,2793	2,2761	0,8844	17,4878	0,4942	0,9203
Model 26	-0,0433	-14,4335	3,3948	0,7428	28,5868	0,6311	0,8910
Model 27	1,0909	15,7907	2,2993	0,8820	20,1093	0,6237	0,9147
Model 28	-5,3689	137,1275	14,5691	-3,7376	144,2544	5,0682	0,5770
Model 29	1,2630	37,4841	3,8689	0,6659	44,2531	1,5075	0,7022
Model 30	1,2072	11,7680	2,6276	0,8459	17,9177	0,4265	0,8977
Model 31	-10,4502	203,8338	19,9182	-7,8551	204,4239	6,5994	0,5127
Model 32	-0,6752	19,0843	3,5473	0,7191	37,9808	1,1938	0,7484

Çizelge 3.15. Antakya ilçesi günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Antakya	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 1	3,4323	38,1836	4,0331	0,5266	39,4551	0,9185	0,9551
Model 2	4,6051	40,8134	5,6403	0,0741	43,7595	0,7543	0,9451
Model 3	3,1701	30,1129	4,0444	0,5239	33,8665	0,6877	0,9470
Model 4	3,9725	39,2855	4,7674	0,3385	41,2268	0,8331	0,9507
Model 5	4,2843	42,7314	5,0631	0,2539	44,2396	0,8866	0,9517
Model 6	4,7635	63,2925	5,2641	0,1935	63,4206	1,6638	0,9386
Model 7	3,6567	45,2647	4,0831	0,5148	45,6668	1,1337	0,9485
Model 8	3,4079	31,9053	4,3045	0,4607	35,4841	0,6986	0,9467
Model 9	4,2629	43,8241	4,9820	0,2776	45,0323	0,9310	0,9533
Model 10	2,2141	31,3439	2,6439	0,7966	32,4981	0,9641	0,9587
Model 11	6,3116	77,7547	6,6922	-0,3034	77,7588	1,7270	0,9579
Model 12	3,8421	32,7707	4,7369	0,3469	37,2883	0,6016	0,9524
Model 13	4,0858	39,5035	4,8372	0,3190	41,5579	0,7934	0,9554
Model 14	3,5332	42,0694	3,9773	0,5396	42,7327	1,0268	0,9612
Model 15	4,7099	59,0709	5,1309	0,2338	59,1228	1,4236	0,9547
Model 16	4,0949	38,2340	4,9237	0,2944	40,7989	0,7510	0,9528
Model 17	3,6478	26,3694	4,7441	0,3449	35,2477	0,4567	0,9465
Model 18	3,4430	29,3551	4,4449	0,4250	34,5400	0,5971	0,9456
Model 19	4,2362	38,5638	4,9018	0,3007	41,6675	0,6566	0,9556
Model 20	5,4849	51,5406	6,2361	-0,1319	52,9168	0,8799	0,9606
Model 21	7,3523	66,0250	8,3735	-1,0407	67,0333	1,0095	0,9606
Model 22	6,1106	70,8248	6,5374	-0,2439	70,8533	1,4806	0,9640
Model 23	3,8283	34,0261	4,7117	0,3539	37,5461	0,6524	0,9509
Model 24	4,9604	74,8599	5,3251	0,1747	74,8656	2,0696	0,9253
Model 25	4,1871	43,3512	4,8903	0,3040	44,6865	0,9370	0,9541
Model 26	3,1122	-1,0237	5,6213	0,0803	56,4529	0,9708	0,9045
Model 27	4,3170	50,4961	4,7959	0,3306	50,8756	1,1760	0,9599
Model 28	-3,1420	213,8546	15,9961	-6,4471	253,1015	9,0146	0,6054
Model 29	4,5279	88,1686	5,2034	0,2120	88,1686	2,7498	0,8109
Model 30	4,2733	41,2725	4,8706	0,3096	43,3820	0,7492	0,9573
Model 31	-8,3069	311,2471	20,6535	-11,4150	319,6835	11,5952	0,5479
Model 32	2,5212	61,7085	3,3796	0,6676	61,7963	2,1862	0,8578

Antalya ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.16'da verilmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 2** MBE -0,6520 Mj/m², MPE %7,9215, RMSE 2,1023 Mj/m², NSE 0,9014, MAPE %22,5677, RSE 0,7448 ve R² 0,9162 değerleriyle göstermiş ve bunu Model 3 iyi istatistik değerleriyle takip etmiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 17** MBE -0,8623 Mj/m², MPE %-1,7124, RMSE 2,0764 Mj/m², NSE 0,9038, MAPE %15,7944, RSE 0,3757 ve R² 0,9212 değerleriyle göstermiştir. Kübik modeller arasında ise en iyi performansı **Model 23** MBE -0,8617 Mj/m², MPE %5,3163, RMSE 2,2905 Mj/m², NSE 0,8830, MAPE %21,9042, RSE 0,6583 ve R² 0,9080 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından en iyi performansı **Model 17** göstermiştir.

İskenderun ilçesi günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.17'de gösterilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 10** MBE 0,4163 Mj/m², MPE %9,3747, RMSE 1,4956 Mj/m², NSE 0,9397, MAPE %14,6536, RSE 0,4676 ve R² 0,9444 değerleriyle göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 18** MBE 1,4804 Mj/m², MPE %10,4334, RMSE 2,6675 Mj/m², NSE 0,8082, MAPE %18,5863, RSE 0,3129 ve R² 0,9276 değerleriyle göstermiştir. Kübik modeller arasında ise en iyi performansı **Model 23** MBE 1,9107 Mj/m², MPE %14,5941, RMSE 2,8533 Mj/m², NSE 0,7805, MAPE %20,0683, RSE 0,3388 ve R² 0,9355 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından en iyi performansı **Model 10** göstermiştir.

Isparta ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.18'de verilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 6** MBE -1,3331 Mj/m², MPE %3,0507, RMSE 2,9268 Mj/m², NSE 0,8757, MAPE %21,0160, RSE 0,5021 ve R² 0,9248 değerleriyle göstermiş olup bunu Model 11 yakın istatistiksel sonuçlarla takip etmiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 20** MBE -0,5602 Mj/m², MPE %-0,1424, RMSE 2,2081 Mj/m², NSE 0,9293, MAPE %11,2936, RSE 0,2600 ve R² 0,9343 değerleriyle göstermiştir. Kübik modeller arasında ise en iyi performansı **Model 27** MBE -1,6969 Mj/m², MPE %-2,8840, RMSE 2,9163 Mj/m², NSE 0,8766, MAPE %17,2346, RSE 0,3480 ve R² 0,9386 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından en iyi performansı **Model 20** göstermiştir.

Çizelge 3.16. Antalya ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Antalya	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R²
Model 1	-1,0545	10,9264	2,6475	0,8437	30,3863	0,9870	0,8907
Model 2	-0,6520	7,9215	2,1023	0,9014	22,5677	0,7448	0,9162
Model 3	-1,7064	0,5369	2,7989	0,8253	26,0310	0,7252	0,9131
Model 4	-0,8773	9,3804	2,3717	0,8745	26,5434	0,8700	0,9052
Model 5	-0,5641	12,6418	2,2722	0,8848	27,0322	0,9232	0,9023
Model 6	0,0782	33,1975	2,6948	0,8380	44,5611	1,7736	0,8525
Model 7	-0,4835	20,0743	2,6934	0,8382	35,2235	1,2256	0,8630
Model 8	-1,5302	1,7892	2,6596	0,8422	25,3449	0,7287	0,9136
Model 9	-0,4857	14,3828	2,3091	0,8811	28,2918	0,9769	0,8975
Model 10	-1,7810	7,9746	3,3231	0,7537	35,7054	1,0656	0,8691
Model 11	2,4203	52,4989	3,7960	0,6786	54,1799	1,8436	0,8093
Model 12	-0,6456	4,8658	2,0915	0,9024	19,3912	0,5862	0,9149
Model 13	-0,4640	11,2422	2,1872	0,8933	24,4515	0,8199	0,9049
Model 14	-0,5156	17,4191	2,5876	0,8507	32,3862	1,1088	0,8735
Model 15	0,4221	32,4495	2,8300	0,8214	41,7220	1,5283	0,8367
Model 16	-0,6087	9,0143	2,1737	0,8946	23,3109	0,7665	0,9097
Model 17	-0,8623	-1,7124	2,0764	0,9038	15,7944	0,3757	0,9212
Model 18	-1,5057	-0,9598	2,5397	0,8561	22,1836	0,5994	0,9196
Model 19	0,9871	17,7133	2,4227	0,8691	22,5045	0,6517	0,8926
Model 20	1,3461	24,6822	2,5402	0,8561	27,8161	0,8801	0,8978
Model 21	2,5554	33,9215	3,3820	0,7449	35,3890	0,9640	0,9046
Model 22	2,2946	45,9490	3,5255	0,7228	47,6565	1,5725	0,8403
Model 23	-0,8617	5,3163	2,2905	0,8830	21,9042	0,6583	0,9080
Model 24	0,7617	48,0975	3,4254	0,7383	56,9138	2,2222	0,7618
Model 25	-0,5073	13,9500	2,2359	0,8885	27,9388	0,9822	0,9040
Model 26	-2,0042	-31,0848	3,0415	0,7937	33,6664	0,9012	0,8883
Model 27	0,0697	23,7429	2,4049	0,8710	33,9943	1,2541	0,8804
Model 28	-6,1224	223,7934	13,6029	-3,1272	227,7857	9,4299	0,5685
Model 29	1,2961	68,6209	4,8853	0,4677	79,3206	2,9671	0,5052
Model 30	1,0357	20,3108	2,4268	0,8686	24,6751	0,7647	0,8936
Model 31	-12,5923	331,2719	19,8026	-7,7466	331,2719	12,2042	0,5508
Model 32	-0,4465	44,9105	4,4426	0,5598	66,8830	2,3758	0,5763

Çizelge 3.17. İskenderun ilçesi günlük güneş ışınlımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

İskenderun	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	1,5437	15,8113	2,2930	0,8583	19,0809	0,4504	0,9410
Model 2	2,5766	19,4346	3,6074	0,6492	24,4533	0,3939	0,9277
Model 3	1,2134	10,1322	2,3293	0,8537	17,0731	0,3425	0,9304
Model 4	2,0181	17,4091	2,8717	0,7777	21,3485	0,4161	0,9353
Model 5	2,3292	20,1596	3,1227	0,7371	23,3212	0,4455	0,9368
Model 6	2,7952	31,8802	3,3785	0,6923	32,8414	0,8367	0,9247
Model 7	1,8289	20,7851	2,3909	0,8459	22,2299	0,5623	0,9446
Model 8	1,4395	11,6862	2,5188	0,8290	18,1864	0,3499	0,9300
Model 9	2,3255	20,8358	3,0606	0,7475	23,5243	0,4662	0,9389
Model 10	0,4163	9,3747	1,4956	0,9397	14,6536	0,4676	0,9444
Model 11	4,5199	46,2552	4,9041	0,3517	46,3005	0,9089	0,9366
Model 12	1,9796	14,1958	2,9618	0,7635	20,6985	0,3233	0,9350
Model 13	2,1981	18,3639	2,9876	0,7594	22,0645	0,4021	0,9399
Model 14	1,7304	18,8867	2,3180	0,8552	20,7641	0,5076	0,9462
Model 15	2,8412	30,9610	3,2995	0,7065	31,3119	0,7230	0,9399
Model 16	2,1780	17,4676	3,0474	0,7497	21,8776	0,3835	0,9369
Model 17	1,7930	10,2101	3,0393	0,7510	21,2306	0,2871	0,9270
Model 18	1,4804	10,4334	2,6675	0,8082	18,5863	0,3129	0,9276
Model 19	2,6337	20,4884	3,4113	0,6863	24,5624	0,3673	0,9324
Model 20	3,6902	29,5795	4,3890	0,4807	31,7237	0,4772	0,9430
Model 21	5,4279	41,7082	6,2927	-0,0674	43,2299	0,5804	0,9412
Model 22	4,3487	42,1340	4,7612	0,3889	42,2484	0,7802	0,9436
Model 23	1,9107	14,5941	2,8533	0,7805	20,0683	0,3388	0,9355
Model 24	3,0996	39,7844	3,6610	0,6387	39,9259	1,0625	0,9031
Model 25	2,2691	20,3243	3,0225	0,7537	23,3555	0,4676	0,9384
Model 26	1,1363	-6,0385	3,9369	0,5822	34,7193	0,6377	0,8767
Model 27	2,4812	25,1744	3,0214	0,7539	26,4170	0,5889	0,9438
Model 28	4,4798	129,6666	15,0283	-5,0880	147,1402	4,9973	0,5320
Model 29	2,8104	47,3089	4,1231	0,5417	47,6484	1,4413	0,7547
Model 30	2,6730	21,9515	3,3934	0,6896	25,0322	0,4029	0,9337
Model 31	9,6924	200,0685	20,4602	-10,2842	201,1974	6,4844	0,4718
Model 32	0,8752	27,8585	2,9097	0,7718	33,3146	1,1273	0,8050

Çizelge 3.18. Isparta ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Isparta	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 1	-2,5892	-10,2415	3,5796	0,8141	18,7815	0,2942	0,9364
Model 2	-1,6612	-8,3144	2,8201	0,8846	14,2394	0,2469	0,9253
Model 3	-2,9621	-15,3166	3,8323	0,7869	19,7000	0,2676	0,9278
Model 4	-2,1642	-9,4218	3,1644	0,8547	16,2987	0,2666	0,9322
Model 5	-1,8567	-7,2047	2,9299	0,8755	15,2115	0,2711	0,9333
Model 6	-1,3331	3,0507	2,9268	0,8757	21,0160	0,5021	0,9248
Model 7	-2,2661	-5,7902	3,4560	0,8267	19,3926	0,3475	0,9248
Model 8	-2,7461	-14,1443	3,6411	0,8077	18,6794	0,2629	0,9274
Model 9	-1,8484	-6,5319	2,9351	0,8750	15,4422	0,2810	0,9349
Model 10	-3,6439	-14,7930	4,6857	0,6815	24,2655	0,3345	0,9372
Model 11	0,4213	15,0425	2,5556	0,9053	20,9359	0,5412	0,9205
Model 12	-2,2537	-12,5724	3,1819	0,8531	16,2927	0,2452	0,9308
Model 13	-1,9986	-8,7885	3,0039	0,8691	15,3215	0,2561	0,9354
Model 14	-2,3817	-7,5188	3,4922	0,8231	18,8032	0,3192	0,9378
Model 15	-1,2438	2,6512	2,8550	0,8818	19,0405	0,4300	0,9313
Model 16	-2,0303	-9,6377	3,0232	0,8674	15,3386	0,2506	0,9332
Model 17	-2,4787	-16,2233	3,3857	0,8337	18,4779	0,2685	0,9238
Model 18	-2,7338	-15,4571	3,6095	0,8110	18,7038	0,2585	0,9252
Model 19	-1,6037	-7,4728	2,9181	0,8765	14,4619	0,2457	0,9170
Model 20	-0,5602	-0,1424	2,2081	0,9293	11,2936	0,2600	0,9343
Model 21	1,1034	9,0622	2,4908	0,9100	14,1182	0,2924	0,9353
Model 22	0,2065	11,2258	2,3620	0,9191	17,6843	0,4507	0,9279
Model 23	-2,2670	-11,7843	3,2305	0,8486	16,1415	0,2458	0,9296
Model 24	-0,9927	10,1287	3,3025	0,8418	27,0939	0,6610	0,8957
Model 25	-1,9438	-7,2362	2,9741	0,8717	15,9636	0,2835	0,9367
Model 26	-3,0667	-29,4969	4,5334	0,7019	31,9431	0,5818	0,8588
Model 27	-1,6969	-2,8840	2,9163	0,8766	17,2346	0,3480	0,9386
Model 28	-8,8272	135,2499	16,6257	-3,0099	139,3446	3,6875	0,5138
Model 29	-1,0389	18,5334	4,8257	0,6622	41,3545	0,9418	0,7229
Model 30	-1,5740	-6,2923	2,9056	0,8775	14,5260	0,2542	0,9182
Model 31	-14,8696	199,9544	23,0076	-6,6791	200,4734	4,8006	0,4797
Model 32	-2,9782	2,5092	5,5537	0,5526	39,1300	0,7399	0,7727

Karaman ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.19'da verilmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 4** MBE -0,0999 Mj/m², MPE %0,9153, RMSE 2,5824 Mj/m², NSE 0,9009, MAPE %15,7252, RSE 0,2768 ve R² 0,9107 değerleriyle göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 16** MBE -0,0811 Mj/m², MPE %0,1974, RMSE 2,5325 Mj/m², NSE 0,9047, MAPE %15,0744, RSE 0,2500 ve R² 0,9142 değerleriyle göstermiştir. Kübik modeller arasında ise en iyi performansı **Model 30** MBE -0,7215 Mj/m², MPE %-0,7500, RMSE 2,7597 Mj/m², NSE 0,8868, MAPE %14,6804, RSE 0,2480 ve R² 0,8957 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından her üç modelde birbirlerine yakın hata değerleriyle hemen hemen benzer performans göstermişlerdir.

Mersin ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.20'de verilmekte olup lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 1** MBE -0,6356 Mj/m², MPE %-0,1723, RMSE 1,4882 Mj/m², NSE 0,9515, MAPE %11,6155, RSE 0,3440 ve R² 0,9604 değerleriyle göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 21** MBE -3,4042 Mj/m², MPE %-12,6715, RMSE 5,4037 Mj/m², NSE 0,3609, MAPE %27,0403, RSE 0,3772 ve R² 0,6167 değerleriyle göstermiştir. Kübik modeller arasında ise en iyi performansı **Model 30** MBE -4,7128 Mj/m², MPE %-21,1654, RMSE 6,4030 Mj/m², NSE 0,1027, MAPE %30,5838, RSE 0,3818 ve R² 0,6012 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından en iyi performansı **Model 1** göstermiştir.

Niğde ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.21'de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 11** MBE -0,9293 Mj/m², MPE %-0,7668, RMSE 2,2527 Mj/m², NSE 0,9278, MAPE %13,4637, RSE 8,4615 ve R² 0,9420 değerleriyle göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 21** MBE 0,0669 Mj/m², MPE %2,0724, RMSE 2,3081 Mj/m², NSE 0,9243, MAPE %11,2574, RSE 10,6939 ve R² 0,9518 değerleriyle göstermiştir. Kübik modeller arasında ise en iyi performansı **Model 27** MBE -3,0236 Mj/m², MPE %-14,6709, RMSE 3,6282 Mj/m², NSE 0,8130, MAPE %18,3098, RSE 18,2155 ve R² 0,9494 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından en iyi performansı **Model 11** gösterirken bunu Model 21 yakın hata değerleriyle takip etmiştir.

Çizelge 3.19. Karaman ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Karaman	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 1	-0,7339	-0,7585	2,5584	0,9027	16,1517	0,3078	0,9112
Model 2	0,6375	2,9877	2,9835	0,8677	16,1458	0,2588	0,9090
Model 3	-0,8845	-5,1321	2,6942	0,8921	16,3209	0,2481	0,9097
Model 4	-0,0999	0,9153	2,5824	0,9009	15,7252	0,2768	0,9107
Model 5	0,2075	3,2092	2,6126	0,8986	15,8040	0,2919	0,9109
Model 6	0,5770	13,7942	2,8088	0,8828	23,4212	0,5971	0,8896
Model 7	-0,6084	3,0669	2,5580	0,9028	17,5461	0,3866	0,8896
Model 8	-0,6327	-3,7775	2,6633	0,8946	16,1282	0,2480	0,9096
Model 9	0,1587	3,6799	2,5619	0,9025	15,9395	0,3064	0,9111
Model 10	-2,0727	-6,5909	3,3209	0,8361	18,9135	0,3434	0,9097
Model 11	1,9432	24,0876	3,2844	0,8397	27,4014	0,6368	0,8970
Model 12	-0,4691	-3,5413	2,5108	0,9063	14,8764	0,2197	0,9161
Model 13	-0,1422	0,7027	2,4719	0,9092	14,9389	0,2602	0,9151
Model 14	-0,7989	0,9540	2,5714	0,9017	16,4865	0,3456	0,9123
Model 15	0,5315	12,3056	2,6352	0,8968	20,8906	0,5024	0,9014
Model 16	-0,0811	0,1974	2,5325	0,9047	15,0744	0,2500	0,9142
Model 17	-0,7107	-7,4215	2,6339	0,8969	16,3693	0,2278	0,9144
Model 18	-0,6346	-5,2179	2,6849	0,8929	16,1890	0,2307	0,9111
Model 19	-0,6360	-1,6310	2,6708	0,8940	14,3477	0,2257	0,9002
Model 20	1,0003	8,3992	2,7071	0,8911	15,8729	0,2835	0,9158
Model 21	3,0647	19,5329	4,3955	0,7129	22,5899	0,3520	0,9166
Model 22	1,6431	19,7485	3,0251	0,8640	23,6863	0,5283	0,9055
Model 23	-0,1777	-1,6053	2,6033	0,8993	15,1267	0,2305	0,9129
Model 24	0,3051	18,6575	3,0801	0,8590	28,8495	0,7793	0,8662
Model 25	-0,1417	2,2683	2,4710	0,9093	15,8770	0,3068	0,9128
Model 26	-0,0031	-16,9608	4,3521	0,7185	32,8455	0,6022	0,8888
Model 27	-0,2070	5,5783	2,4644	0,9097	17,4857	0,3966	0,9105
Model 28	-3,5205	122,7342	15,5500	-2,5935	147,1656	4,1674	0,6941
Model 29	0,0396	26,3098	4,2102	0,7366	40,7481	1,0941	0,7538
Model 30	-0,7215	-0,7500	2,7597	0,8868	14,6804	0,2480	0,8957
Model 31	-11,0623	194,2571	19,9814	-4,9335	195,2198	5,3841	0,5911
Model 32	-2,0484	9,0178	4,6950	0,6724	36,8361	0,8547	0,7893

Çizelge 3.20. Mersin ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Mersin	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	-0,6356	-0,1723	1,4882	0,9515	11,6155	0,3440	0,9604
Model 2	-5,7657	-28,8045	7,1742	-0,1264	34,1004	0,4001	0,6339
Model 3	-6,6587	-34,4144	7,9798	-0,3936	38,5693	0,4338	0,6307
Model 4	-6,0951	-30,2201	7,4970	-0,2301	36,2369	0,4256	0,6238
Model 5	-5,8785	-28,6296	7,3148	-0,1710	35,4071	0,4239	0,6215
Model 6	-5,6406	-25,5305	7,1480	-0,1182	36,1413	0,4958	0,6096
Model 7	-6,1236	-28,6915	7,6070	-0,2665	37,9939	0,4724	0,5961
Model 8	-6,5104	-33,4784	7,8437	-0,3465	37,7993	0,4279	0,6312
Model 9	-5,8666	-28,2981	7,3166	-0,1716	35,5897	0,4301	0,6178
Model 10	-7,0852	-35,3800	8,4564	-0,5651	42,1788	0,4858	0,5995
Model 11	-4,2156	-14,1042	6,1581	0,1701	33,3647	0,5404	0,5691
Model 12	-5,7917	-29,1556	7,2149	-0,1393	33,9202	0,3913	0,6265
Model 13	-5,7855	-28,2546	7,2366	-0,1461	34,7170	0,4121	0,6197
Model 14	-6,0932	-28,8756	7,5694	-0,2540	37,4398	0,4577	0,5991
Model 15	-5,5586	-24,0469	7,1544	-0,1202	36,6337	0,5003	0,5870
Model 16	-5,8409	-28,8966	7,2695	-0,1566	34,7138	0,4077	0,6243
Model 17	-5,8135	-30,1899	7,2043	-0,1359	33,3221	0,3774	0,6341
Model 18	-6,4052	-33,3108	7,7325	-0,3086	36,8496	0,4141	0,6355
Model 19	-4,7355	-21,4896	6,4223	0,0973	30,4476	0,3736	0,6007
Model 20	-4,4409	-19,2178	6,1702	0,1668	29,8755	0,3871	0,6092
Model 21	-3,4042	-12,6715	5,4037	0,3609	27,0403	0,3772	0,6167
Model 22	-4,1633	-14,7190	6,0825	0,1903	32,1049	0,4935	0,5787
Model 23	-6,0528	-30,3162	7,4614	-0,2184	35,5648	0,4095	0,6224
Model 24	-5,4757	-22,0691	7,1140	-0,1076	38,0240	0,5869	0,5784
Model 25	-5,8136	-28,2838	7,2517	-0,1509	35,1017	0,4239	0,6228
Model 26	-6,4357	-36,3635	7,7238	-0,3056	36,9961	0,4124	0,6421
Model 27	-5,5707	-25,5970	7,0957	-0,1019	35,1454	0,4516	0,6070
Model 28	-7,2480	-60,7634	8,5043	-0,5829	61,5602	1,6835	0,5670
Model 29	-5,8103	-20,3334	7,6312	-0,2745	43,9813	0,7543	0,4923
Model 30	-4,7128	-21,1654	6,4030	0,1027	30,5838	0,3818	0,6012
Model 31	-9,5179	-90,5949	10,4831	-1,4052	90,5949	2,4672	0,5948
Model 32	-6,9242	-29,3184	8,5383	-0,5955	46,7054	0,6697	0,5046

Çizelge 3.21. Niğde ili günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Niğde	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	-3,7046	-19,8199	4,1992	0,7496	21,4442	23,5649	0,9486
Model 2	-2,4976	-16,2397	3,3191	0,8435	17,6520	18,7657	0,9402
Model 3	-3,9319	-22,9326	4,4227	0,7222	23,4473	26,8940	0,9419
Model 4	-3,1480	-18,2046	3,7112	0,8044	19,3880	20,2518	0,9452
Model 5	-2,8427	-16,4040	3,4492	0,8310	18,0003	18,0825	0,9460
Model 6	-2,4586	-9,9823	3,3299	0,8425	18,7680	16,1948	0,9303
Model 7	-3,5109	-17,1019	4,0770	0,7639	20,4329	22,0204	0,9502
Model 8	-3,6943	-21,8176	4,2139	0,7478	22,3981	25,1331	0,9417
Model 9	-2,8712	-16,1168	3,4571	0,8303	17,9633	17,7895	0,9473
Model 10	-4,9348	-24,8080	5,4770	0,5740	26,8130	37,6238	0,9503
Model 11	-0,9293	-0,7968	2,2527	0,9279	13,4637	8,4615	0,9420
Model 12	-3,3847	-20,6205	3,8868	0,7854	21,0858	21,7331	0,9482
Model 13	-3,1010	-17,9179	3,6242	0,8135	18,9300	18,9779	0,9501
Model 14	-3,6640	-18,4101	4,1944	0,7501	20,8663	23,1658	0,9526
Model 15	-2,4335	-10,3098	3,1853	0,8559	16,8675	14,4422	0,9445
Model 16	-3,0750	-18,2824	3,6229	0,8136	19,1640	19,4519	0,9480
Model 17	-3,6060	-23,0950	4,1298	0,7578	23,3879	25,0317	0,9431
Model 18	-3,6822	-22,5496	4,2096	0,7483	22,9364	25,5204	0,9413
Model 19	-3,2160	-18,0439	3,8818	0,7860	19,1112	22,1321	0,9369
Model 20	-1,8344	-10,9811	2,6020	0,9039	13,4077	11,6139	0,9522
Model 21	0,0669	-2,0724	2,3081	0,9243	11,2574	10,6939	0,9518
Model 22	-1,1790	-3,4673	2,2540	0,9278	12,4343	8,1747	0,9489
Model 23	-3,2348	-19,7069	3,7702	0,7981	20,3503	20,8642	0,9471
Model 24	-2,4663	-6,4012	3,7046	0,8051	21,4377	19,1749	0,9099
Model 25	-3,0755	-17,0034	3,6298	0,8129	18,7581	19,0382	0,9476
Model 26	-3,4424	-29,5340	4,8408	0,6672	30,9410	45,7112	0,9103
Model 27	-3,0236	-14,6709	3,6282	0,8130	18,3098	18,2155	0,9494
Model 28	-7,7465	-96,2582	15,8130	-2,5512	101,0818	785,1258	0,6533
Model 29	-2,7068	-2,2910	4,9222	0,6559	30,1688	34,4830	0,7937
Model 30	-3,2523	-17,5044	3,9625	0,7770	18,7862	23,2885	0,9337
Model 31	-14,3814	145,4969	21,8096	-5,7553	145,4969	1323,7652	0,5364
Model 32	-4,7108	-15,0666	6,2968	0,4369	32,5934	51,2982	0,8318

Çizelge 3.22. Ürgüp ilçesi günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları

Ürgüp	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 1	-0,1876	-1,8866	1,8610	0,9283	12,3516	0,1946	0,9492
Model 2	0,9441	1,6106	2,9387	0,8212	15,7928	0,2013	0,9462
Model 3	-0,4465	-6,3710	2,1700	0,9025	14,0006	0,1914	0,9471
Model 4	0,3336	-0,3299	2,2581	0,8944	13,3757	0,1886	0,9485
Model 5	0,6366	1,9590	2,3772	0,8830	13,6185	0,1944	0,9488
Model 6	1,0625	11,3729	2,4745	0,8732	18,6462	0,3934	0,9239
Model 7	0,0343	2,0377	1,7355	0,9376	12,6336	0,2368	0,9466
Model 8	-0,2161	-5,0389	2,2318	0,8969	14,0361	0,1905	0,9470
Model 9	0,6169	2,4596	2,2805	0,8923	13,3418	0,1983	0,9492
Model 10	-1,3662	-7,5518	2,0991	0,9088	14,6701	0,2197	0,9475
Model 11	2,6172	23,0853	3,4102	0,7592	24,5585	0,4378	0,9320
Model 12	0,1133	-3,6492	2,1696	0,9025	13,3950	0,1857	0,9536
Model 13	0,3976	0,0656	2,1419	0,9050	12,5698	0,1786	0,9530
Model 14	-0,1148	0,2711	1,6800	0,9416	11,8093	0,2098	0,9502
Model 15	1,0976	10,7784	2,2737	0,8930	16,3735	0,3231	0,9381
Model 16	0,4114	-0,5559	2,2688	0,8934	13,1920	0,1811	0,9520
Model 17	-0,1147	-7,1209	2,3359	0,8870	15,7304	0,2279	0,9512
Model 18	-0,2095	-6,1932	2,3286	0,8877	14,8315	0,1995	0,9481
Model 19	0,3619	0,1809	2,0056	0,9167	11,8519	0,1709	0,9417
Model 20	1,6751	8,7735	2,8730	0,8291	15,1398	0,2019	0,9544
Model 21	3,5098	19,3962	4,8329	0,5164	23,6311	0,2829	0,9548
Model 22	2,3664	19,3659	3,1672	0,7923	21,1695	0,3568	0,9423
Model 23	0,2327	-2,5693	2,2814	0,8922	13,5533	0,1821	0,9523
Model 24	1,1530	17,1196	2,5732	0,8629	22,3233	0,5320	0,8942
Model 25	0,4385	1,5018	2,1355	0,9056	13,0125	0,1980	0,9454
Model 26	-0,1503	-17,8794	4,1488	0,6436	31,9923	0,5578	0,9293
Model 27	0,5344	5,0950	1,9088	0,9246	13,0584	0,2452	0,9468
Model 28	-5,0832	116,0498	15,6256	-4,0557	130,8749	3,3550	0,6811
Model 29	0,9705	23,8364	3,5374	0,7409	32,4150	0,7822	0,7604
Model 30	0,3452	1,1317	1,9671	0,9199	11,5037	0,1691	0,9387
Model 31	-11,5730	180,6469	20,9602	-8,0970	180,6996	4,3536	0,5723
Model 32	-1,0161	7,3287	3,3587	0,7664	29,2528	0,5936	0,8029

Ürgüp için günlük güneş ışınımı tahmininin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3.22’de incelendiğinde lineer modeller arasında en iyi performansı **Model 7** MBE 0,0343 Mj/m^2 , MPE %2,0377, RMSE 1,7355 Mj/m^2 , NSE 0,9376, MAPE %12,6336, RSE 0,2368 ve R^2 0,9466 değerleriyle göstermiştir. Kareli modeller arasında en iyi performansı **Model 14** MBE -0,1148 Mj/m^2 , MPE %0,2711, RMSE 1,6800 Mj/m^2 , NSE 0,9416, MAPE %11,8093, RSE 0,2098 ve R^2 0,9502 değerleriyle göstermiştir. Kübik modeller arasında en iyi performansı **Model 30** MBE 0,3452 Mj/m^2 , MPE %1,1317, RMSE 1,9671 Mj/m^2 , NSE 0,9199, MAPE %11,5037, RSE 0,1691 ve R^2 0,9387 değerleriyle göstermiştir. İstatistiksel olarak totalde üç tip model kıyaslamasının arasından en iyi performansı **Model 14** göstermiştir.

3.8. Oluşturulan Günlük Regresyon Modellerinin İstatistiksel Hata Analiz Sonuçları

Günlük meteorolojik verilerden elde edilen regresyon analizi sonucunda üç tip günlük güneş ışınımı tahmin modelleri oluşturulmuştur. Bu oluşturulan modellerin tahmin performanslarını belirlemek için istatistiksel hata analizleri hesaplanmıştır. Ayrıca bu modellerin tahmin performansları literatürden seçilmiş olan 32 adet model ile kıyaslamaları yapılmıştır. Çizelge 3.23 ile Çizelge 3.31 arasında incelenen her bir bölge için MBE, MPE%, RMSE, NSE, MAPE%, RSE ve R^2 için sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 3.23. Adana ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri

Adana	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R^2
Model 39 (Lineer)	0,1096	6,6655	1,9095	0,9186	15,9370	0,4910	0,7964
Model 40 (Kareli)	0,1207	6,0903	1,9133	0,9183	15,3567	0,4586	0,8000
Model 41 (Kübik)	0,1203	5,5857	1,8831	0,9209	14,5674	0,4314	0,8088

Adana ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.23’de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde geliştirilmiş olan modeller arasında en iyi performansı MBE 0,1203 (Mj/m^2), MPE 5,5857, RMSE 1,8831 (Mj/m^2), NSE 0,9209, MAPE %14,5674, RSE 0,4314 ve R^2 0,8088 değerleriyle **Model 41** (kübik) göstermiştir. Bu model lineer ve kareli modele göre daha iyi olmasına rağmen çok üstünlük göstermemiştir. Literatürdeki seçilmiş olan 32 adet günlük güneş ışınımı tahmin modeli ile karşılaştırıldığında ortalama olarak iyi sonuçlar göstermiş olmasına rağmen **Model 8**’den daha düşük performans göstermiştir.

Çizelge 3.24. Antakya ilçesi günlük güneş ışıınım tahmin modeli hata analizleri

Antakya	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 47 (Lineer)	-0,0650	9,2199	1,2184	0,9568	17,8656	0,7116	0,8316
Model 48 (Kareli)	-0,0853	7,3910	1,1235	0,9633	15,5068	0,5994	0,8547
Model 49 (Kübik)	-0,0786	6,8474	1,1311	0,9628	14,8649	0,5611	0,8594

Antakya ilçesi günlük güneş ışıınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.24'de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0786 (Mj/m²), MPE 6,8474, RMSE 1,1311 (Mj/m²), NSE 0,9628, MAPE %14,8648, RSE 0,5611 ve R² 0,8594 değerleriyle kübik olan **Model 49** göstermiştir. Literatürdeki seçilmiş olan 32 adet günlük güneş ışıınımı tahmin modelinin Antakya bölgesi için en iyi sonucu veren Model 10 ile istatistiksel hata analizleri göz önünde bulundurularak karşılaştırıldığında oluşturulan **Model 49**'un daha iyi tahmin performansı göstermiştir.

Çizelge 3.25. Antalya ili günlük güneş ışıınım tahmin modeli hata analizleri

Antalya	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 55 (Lineer)	0,1197	9,6171	1,8414	0,9244	18,4446	0,6079	0,8270
Model 56 (Kareli)	0,1415	7,7708	1,8783	0,9213	16,6653	0,5005	0,8329
Model 57 (Kübik)	0,1538	8,4363	1,8449	0,9241	17,1781	0,5520	0,8357

Antalya ili günlük güneş ışıınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.25'de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE 0,1455 (Mj/m²), MPE 7,7708, RMSE 1,8783 (Mj/m²), NSE 0,9613, MAPE %16,6653, RSE 0,5005 ve R² 0,8329 değerleriyle kareli olan **Model 56** göstermiştir. Fakat lineer ve kübik olan modeller buna oldukça yakın hata değerleri almışlardır. Literatürdeki seçilmiş olan 32 adet günlük güneş ışıınımı tahmin modelinin Antalya bölgesi için en iyi sonucu veren **Model 17** ile istatistiksel hata analizleri göz önünde

bulundurularak karşılaştırıldığında oluşturulan **Model 46** MPE% hariç benzer sonuçlar vermiştir.

Çizelge 3.26. Isparta ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri

Isparta	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 71 (Lineer)	-0,1051	5,4350	2,1057	0,9357	13,1808	0,3409	0,8167
Model 72 (Kareli)	-0,0602	4,8148	2,0805	0,9372	12,1500	0,3130	0,8231
Model 73 (Kübik)	-0,0515	4,9287	2,0642	0,9382	12,2703	0,3202	0,8239

Isparta ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.26’de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde **Model 72** (kareli) ve **73** (kübik) olan modeller birbirine yakın değerler olarak Model 71’den (lineer) daha iyi sonuçlar göstermiştir. Literatürdeki seçilmiş olan 32 adet günlük güneş ışınımı tahmin modelinin Isparta bölgesi için en iyi sonucu veren **Model 20** ile karşılaştırıldığında MPE% hariç birbirine yakın sonuçlar vermişlerdir.

Çizelge 3.27. İskenderun ilçesi günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri

İskenderun	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 63 (Lineer)	-0,0655	5,0408	1,4474	0,9435	13,3293	0,4244	0,8289
Model 64 (Kareli)	-0,0458	4,2037	1,4110	0,9463	12,2884	0,3694	0,8251
Model 65 (Kübik)	-0,0497	3,9201	1,4066	0,9467	11,9398	0,3463	0,8289

İskenderun ilçesi günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.27’de verilmekte olup en iyi performansı MBE -0,0497 (Mj/m²), MPE 3,9201 RMSE 1,4066 (Mj/m²), NSE 0,9467, MAPE %11,9398, RSE 0,3463 ve R² 0,8289 değerleriyle **Model 68** göstermiştir. Literatürdeki seçilmiş olan 32 adet günlük güneş ışınımı tahmin modelinin İskenderun bölgesi için en iyi sonucu veren Model 10 ile istatistiksel hata analizleri göz önünde bulundurularak karşılaştırıldığında oluşturulan **Model 68**’in daha iyi tahmin performansı göstermiştir.

Çizelge 3.28. Karaman ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri

Karaman	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 79 (Lineer)	0,13867	5,627586	2,490732	0,907803	16,732949	0,35444	0,7611
Model 80 (Kareli)	0,110947	4,203905	2,401322	0,914304	14,957068	0,287396	0,7806
Model 81 (Kübik)	0,118722	4,00403	2,400918	0,914332	14,770371	0,276428	0,7819

Karaman ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.28'de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde için en iyi performansı MBE 0,1187 (Mj/m²), MPE 4,0040, RMSE 2,4009 (Mj/m²), NSE 0,9143, MAPE %14,7703, RSE 0,2764 ve R² 0,7819 değerleriyle **Model 81** (kübik) göstermiştir. Literatürdeki en iyi performansı gösteren modeller ile kıyaslanması yapıldığında MPE hariç diğerlerinde iyi sonuçlar yakalamıştır.

Çizelge 3.29. Mersin ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri

Mersin	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 87 (Lineer)	0,060873	4,74461	1,364314	0,959263	11,586843	0,383191	0,8553
Model 88 (Kareli)	0,090769	3,617206	1,328167	0,961393	10,144665	0,310905	0,8728
Model 89 (Kübik)	0,062698	2,998932	1,275004	0,964421	9,2812581	0,266612	0,8844

Mersin ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.29'de verilmekte olup en iyi performansı MBE 0,0626 (Mj/m²), MPE 2,9989, RMSE 1,2750 (Mj/m²), NSE 0,9644, MAPE %9,2812, RSE 0,26661 ve R² 0,8844 değerleriyle **Model 89** göstermiştir. Literatürdeki seçilmiş olan modeller arasındaki en iyi performansı veren Model 1 ile kıyaslandığında **Model 89**'un daha iyi bir sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 3.30. Niğde ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri

Niğde	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 95 (Lineer)	0,203937	3,16842	1,988442	0,943847	11,379745	7,703858	0,7792
Model 96 (Kareli)	0,189263	2,471055	1,924612	0,947394	10,28179	7,572343	0,8031
Model 97 (Kübik)	0,203992	2,35178	1,899878	0,948738	10,070122	7,427225	0,8061

Niğde ili günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.30’da gösterilmekte olup en iyi performansı MBE 0,2039 (Mj/m²), MPE 2,3517, RMSE 1,8998 (Mj/m²), NSE 0,9487, MAPE %10,0701, RSE 7,4272 ve R² 0,8061 değerleriyle **Model 97** (kübik) göstermiştir. Seçilmiş modeller arasındaki en iyi performansı gösteren Model 11 ile kıyaslandığında MPE % değeri hariç diğer değerlerde daha iyi sonuç vermiştir.

Çizelge 3.31. Ürgüp ilçesi günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri

Ürgüp	MBE	MPE %	RMSE	NSE	MAPE %	RSE	R ²
Model 103 (Lineer)	0,271708	4,023995	1,784933	0,934029	13,035549	0,251562	0,7662
Model 104 (Kareli)	0,238088	2,791424	1,70286	0,939956	11,247411	0,195622	0,8069
Model 105 (Kübik)	0,246404	2,689542	1,690372	0,940834	11,125775	0,190394	0,8079

Ürgüp ilçesi günlük güneş ışınım tahmin modeli hata analizleri Çizelge 3.31’de verilmekte olup en iyi performansı MBE 0,2464 (Mj/m²), MPE 2,6895, RMSE 1,6903 (Mj/m²), NSE 0,9408, MAPE %11,1257, RSE 0,1903 ve R² 0,8079 değerleriyle **Model 105** (kübik) göstermiştir. Seçilmiş modeller arasındaki en iyi performansı gösteren Model 14 ile kıyaslandığında MPE % değeri hariç diğer değerlerde daha iyi sonuç vermiştir.

Oluşturulmuş bu modellerin günlük ışınım tahmininde istatistiksel hata analizleri göz önünde bulundurulduğunda kusursuz değilse de literatürdeki modellerle kıyaslandığında iyi bir sonuç gösterdiği görülmüştür.

3.9. Oluşturulan Aylık Regresyon Modellerinin İstatistiksel Analiz Sonuçları

Aylık ortalama günlük meteorolojik verilerden elde edilen regresyon analizi sonucunda beş tip aylık güneş ışıını tahmin modelleri oluşturulmuştur. Bu oluşturulan modellerin tahmin performanslarını belirlemek için istatistiksel hata analizleri hesaplanmıştır. Ayrıca bu modellerin tahmin performansları literatürden seçilmiş olan 38 adet model ile kıyaslamaları yapılmıştır.

Çizelge 3.32 ile Çizelge 3.44 arasında incelenen her bir bölge için MBE, MPE%, RMSE, NSE, MAPE%, RSE ve R² için sonuçlar verilmiştir. Aşağıdaki çizelgelerde verilmiş her bir bölge içerisinde en iyi sonucu gösteren tahmin modelleri kalın harflerle yazılarak belirtilmiştir.

Çizelge 3.32. Adana ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışıını tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Adana	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 42 (Lineer)	0,0160	0,5315	1,0241	0,9677	5,4028	0,0714	0,6944
Model 43 (Kareli)	0,0200	0,5447	1,0253	0,9676	5,3504	0,0708	0,6983
Model 44 (Kübik)	0,0243	0,5218	1,0262	0,9675	5,2409	0,0693	0,7043
Model 45 (Multi 1)	0,0574	3,6603	2,5464	0,8001	15,3327	0,2005	0,8000
Model 46 (Multi 2)	-0,0024	0,2542	0,9776	0,9705	5,6921	0,0771	0,9710

Adana ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışıını tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.32’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0024 (Mj/m²), MPE 0,2542, RMSE 0,9776 (Mj/m²), NSE 0,9705, MAPE 5,6921, RSE 0,0771 ve R² 0,9710 değerleriyle **Model 46** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 3 ile kıyaslandığında bütün analizlerde daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 3.33. Antakya ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Antakya	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 50 (Lineer)	-0,0706	0,3222	0,6417	0,9854	4,2366	0,0527	0,9071
Model 51 (Kareli)	-0,0791	0,2582	0,6162	0,9865	4,2491	0,0518	0,9108
Model 52 (Kübik)	-0,0778	0,2486	0,6019	0,9871	4,1093	0,0511	0,9132
Model 53 (Multi 1)	0,0051	2,6337	2,0666	0,8483	15,3363	0,1863	0,8480
Model 54 (Multi 2)	0,0196	0,0704	0,4477	0,9929	3,1587	0,0425	0,9930

Antakya ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.33’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE 0,0196 (Mj/m²), MPE 0,0704, RMSE 0,4477 (Mj/m²), NSE 0,9929, MAPE 3,1587, RSE 0,0425 ve R² 0,9930 değerleriyle **Model 54** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 10 ile kıyaslandığında bütün analizlerde oldukça iyi bir sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 3.34. Antalya ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Antalya	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 58 (Lineer)	-0,1465	0,5605	1,0445	0,9658	6,3001	0,0754	0,6795
Model 59 (Kareli)	-0,1418	0,5487	1,0399	0,9661	6,3459	0,0753	0,6800
Model 60 (Kübik)	-0,1425	0,5458	1,0425	0,9659	6,3548	0,0753	0,6800
Model 61 (Multi 1)	-0,0300	2,4944	1,8995	0,8868	11,1455	0,1789	0,8870
Model 62 (Multi 2)	0,0078	0,4424	0,9501	0,9717	5,5535	0,0782	0,9720

Antalya ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.34’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE 0,0078 (Mj/m²), MPE 0,4424, RMSE 0,9501 (Mj/m²), NSE 0,9717, MAPE 5,5535, RSE 0,0782 ve R² 0,9720 değerleriyle **Model 62** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden

seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 13 ile kıyaslanmıştır. Bu kıyaslamada Model 62 MPE analizinde daha kötü, MBE, MPE, RMSE ve NSE daha iyi sonuç göstermiştir. RSE ve R² değerlerinde hemen hemen benzer sonuçlar almışlardır.

Çizelge 3.35. Burdur ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Burdur	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 111 (Lineer)	-0,0274	0,2083	0,7619	0,9860	3,6767	0,0453	0,8289
Model 112 (Kareli)	-0,0308	0,1974	0,7550	0,9862	3,6469	0,0448	0,8307
Model 113 (Kübik)	-0,0326	0,2011	0,7527	0,9863	3,4958	0,0444	0,8320
Model 114 (Multi 1)	-0,0119	0,9263	1,5821	0,9395	9,7376	0,1307	0,9390
Model 115 (Multi 2)	-0,0117	0,0645	0,7123	0,9877	3,9340	0,0470	0,9880

Burdur ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.35’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0117 (Mj/m²), MPE 0,0645, RMSE 0,7123 (Mj/m²), NSE 0,9877, MAPE 3,9340, RSE 0,0470 ve R² 0,9880 değerleriyle **Model 115** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 16 ile kıyaslandığında analizlerde MBE hariç oldukça iyi bir sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 3.36. Elbistan ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Elbistan	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 116 (Lineer)	0,0042	0,5769	0,5932	0,9849	4,9705	0,0785	0,7498
Model 117 (Kareli)	0,0026	0,3791	0,5623	0,9864	4,6552	0,0617	0,8043
Model 118 (Kübik)	-0,0153	0,2573	0,5163	0,9885	3,9818	0,0498	0,8510
Model 119 (Multi 1)	-0,0144	2,4175	1,9193	0,8417	13,7882	0,1715	0,8420
Model 120 (Multi 2)	0,0183	0,3491	0,4394	0,9917	3,3591	0,0438	0,9920

Elbistan ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.36'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE 0,0183 (Mj/m^2), MPE 0,3491, RMSE 0,4394 (Mj/m^2), NSE 0,9917, MAPE 3,3591, RSE 0,0438 ve R^2 0,9920 değerleriyle **Model 120** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 10 ile kıyaslandığında bütün analizlerde çok daha iyi bir sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 3.37. Isparta ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Isparta	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 74 (Linear)	-0,1253	0,4170	1,0713	0,9762	4,4198	0,0684	0,8096
Model 75 (Kareli)	-0,1246	0,4028	1,0619	0,9766	4,3791	0,0683	0,8102
Model 76 (Kübik)	-0,1235	0,3904	1,0347	0,9778	4,4192	0,0668	0,8179
Model 77 (Multi 1)	-0,0396	2,2338	2,3524	0,8851	13,2434	0,1748	0,8850
Model 78 (Multi 2)	-0,0137	-0,0783	1,0333	0,9778	4,4097	0,0639	0,9780

Çizelge 3.38. İskenderun ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

İskenderun	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 66 (Linear)	-0,0818	0,3891	0,7568	0,9797	4,8133	0,0632	0,7903
Model 67 (Kareli)	-0,0857	0,3631	0,7527	0,9799	4,7873	0,0633	0,7906
Model 68 (Kübik)	-0,0817	0,3558	0,7463	0,9802	4,6506	0,0606	0,8013
Model 69 (Multi 1)	0,0222	2,4144	2,1120	0,8417	14,7030	0,1902	0,8420
Model 70 (Multi 2)	-0,0130	-0,0238	0,6447	0,9852	4,2478	0,0564	0,9850

Isparta ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.37’de görülmektedir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0137 (Mj/m²), MPE -0,0783, RMSE 1,0333 (Mj/m²), NSE 0,9778, MAPE 4,4097, RSE 0,0639 ve R² 0,9780 değerleriyle **Model 78** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 30 ile kıyaslandığında analizlerde MBE hariç daha iyi bir sonuç verdiği görülmüştür.

İskenderun ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.38’de görülmektedir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0130 (Mj/m²), MPE -0,0238, RMSE 0,6477 (Mj/m²), NSE 0,9852, MAPE 4,2478, RSE 0,0564 ve R² 0,9850 değerleriyle **Model 70** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 10 ile kıyaslandığında bütün analizlerde çok daha iyi bir sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 3.39. Karaman ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Karaman	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 82 (Lineer)	-0,0334	1,0183	1,8965	0,9320	8,6135	0,1015	0,6190
Model 83 (Kareli)	-0,0319	0,9380	1,8513	0,9352	8,3020	0,0985	0,6344
Model 84 (Kübik)	-0,0218	0,9315	1,8373	0,9362	8,2130	0,0974	0,6416
Model 85 (Multi 1)	-0,2232	2,0940	3,0408	0,8253	15,8670	0,2197	0,8300
Model 86 (Multi 2)	0,1674	1,8512	1,7817	0,9400	8,3621	0,1017	0,9420

Karaman ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.39’da görülmektedir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0218 (Mj/m²), MPE 0,9315, RMSE 1,8373 (Mj/m²), NSE 0,9362, MAPE 8,2130, RSE 0,0974 ve R² 0,6416 değerleriyle **Model 84** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 24 ile kıyaslandığında MPE değeri hariç diğer hata değerlerinde daha iyi sonuçlar almıştır.

Çizelge 3.40. Konya ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Konya	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 121 (Lineer)	-0,0146	0,0743	0,3831	0,9968	2,2335	0,0280	0,9096
Model 122 (Kareli)	-0,0135	0,0797	0,3835	0,9968	2,2102	0,0278	0,9297
Model 123 (Kübik)	-0,0077	0,0602	0,3908	0,9966	2,0115	0,0250	0,9384
Model 124 (Multi 1)	0,0480	1,3048	1,6793	0,9378	8,9732	0,1123	0,9380
Model 125 (Multi 2)	0,0126	0,0762	0,4972	0,9945	2,7437	0,0363	0,9950

Konya ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.40'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde Konya bölgesi için en iyi performansı MBE -0,0077 (Mj/m²), MPE 0,0602, RMSE 0,3908 (Mj/m²), NSE 0,9966, MAPE 2,0111, RSE 0,0250 ve R² 0,9384 değerleriyle **Model 123** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 30 ile kıyaslandığında bütün analizlerde daha düşük hata sonuçlarıyla çok daha iyi bir sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 3.41. Mersin ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Mersin	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 90 (Lineer)	-0,1916	-0,8955	0,6187	0,9887	3,0249	0,0395	0,8203
Model 91 (Kareli)	-0,0212	0,1139	0,5096	0,9923	2,5954	0,0339	0,8615
Model 92 (Kübik)	-0,0228	0,1069	0,5086	0,9923	2,5957	0,0339	0,8616
Model 93 (Multi 1)	0,0205	1,8380	1,8510	0,8985	11,4534	0,1637	0,8990
Model 94 (Multi 2)	0,0028	0,0824	0,4202	0,9948	2,1670	0,0281	0,9950

Mersin ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.41’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE 0,0028 (Mj/m²), MPE 0,0824, RMSE 0,4202 (Mj/m²), NSE 0,9948, MAPE 2,11670, RSE 0,0281 ve R² 0,9950 değerleriyle **Model 94** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 23 ile kıyaslandığında bütün analizlerde daha düşük hata değerleriyle çok daha iyi bir sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 3.42. Niğde ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Niğde	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 98 (Linear)	-0,0083	0,4284	1,0236	0,9798	5,0642	0,0643	0,7003
Model 99 (Kareli)	-0,0106	0,3967	1,0176	0,9801	4,9994	0,0637	0,7062
Model 100 (Kübik)	-0,0117	0,3908	1,0163	0,9801	4,9975	0,0637	0,7063
Model 101 (Multi 1)	0,0209	2,7991	2,6162	0,8682	13,1335	0,1759	0,8680
Model 102 (Multi 2)	-0,0045	0,1680	0,8992	0,9844	4,5386	0,0588	0,9840

Çizelge 3.43. Tarsus ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Tarsus	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R²
Model 126 (Linear)	-0,1198	0,3852	0,8760	0,9809	4,0777	0,0671	0,6770
Model 127 (Kareli)	-0,1195	0,3875	0,8842	0,9805	4,0871	0,0667	0,6779
Model 128 (Kübik)	-0,1023	0,3526	0,7978	0,9842	3,4863	0,0635	0,7113
Model 129 (Multi 1)	-0,0209	4,6790	3,0985	0,7610	18,4748	0,2467	0,7620
Model 130 (Multi 2)	-0,0125	0,1692	0,8006	0,9840	3,9010	0,0590	0,9840

Niğde ili için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.42’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0045

(Mj/m²), MPE 0,1680, RMSE 0,8992 (Mj/m²), NSE 0,9844, MAPE 4,5386, RSE 0,0588 ve R² 0,9840 değerleriyle **Model 102** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 22 ile kıyaslandığında bütün analizlerde çok daha düşük hata değerleriyle çok daha iyi bir sonuç verdiği görülmüştür. Tarsus ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışıınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.43’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0125 (Mj/m²), MPE 0,1692, RMSE 0,8006 (Mj/m²), NSE 0,9840, MAPE 3,9010, RSE 0,0590 ve R² 0,9840 değerleriyle **Model 130** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 8 ile kıyaslandığında MPE hariç diğer tüm analiz değerlerinde daha iyi sonuç vermiştir.

Çizelge 3.44. Ürgüp ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışıınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları

Ürgüp	MBE	MPE%	RMSE	NSE	MAPE%	RSE	R ²
Model 106 (Lineer)	0,0598	0,3204	0,7472	0,9848	4,1743	0,0563	0,7224
Model 107 (Kareli)	0,0635	0,3276	0,7612	0,9842	4,2286	0,0556	0,7258
Model 108 (Kübik)	0,0562	0,2977	0,7295	0,9855	4,1277	0,0537	0,7416
Model 109 (Multi 1)	-0,0113	2,1578	2,1921	0,8688	12,5146	0,1807	0,8690
Model 110 (Multi 2)	-0,0005	0,0417	0,6142	0,9897	3,6817	0,0472	0,9900

Ürgüp ilçesi için oluşturulan aylık ortalama günlük güneş ışıınım tahmin modellerinin hata analizi sonuçları Çizelge 3.44’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en iyi performansı MBE -0,0005 (Mj/m²), MPE 0,0417, RMSE 0,6142 (Mj/m²), NSE 0,9897, MAPE 3,6817, RSE 0,0472 ve R² 0,9900 değerleriyle **Model 110** (Multi 2) göstermiştir. Bu model literatürden seçilmiş olan 38 adet tahmin modelleri arasından en iyi performansı gösteren Model 7 ile kıyaslandığında bütün analizlerde daha az hata değerleriyle çok daha bir sonuç verdiği görülmüştür.

4. SONUÇ

Dünyamıza endüstri devriminden sonra fosil yakıtlarının kullanımı, ağır sanayileşme, verimsiz ve çevre dostu olmayan fabrikalardan dolayı sürekli olarak bir ısı artışı gelmektedir. Bu ısı artışı dolaylı veya dolaysız olarak doğadaki tüm varlıkları etkisi altına almıştır. Buna fenomen küresel ısınma adı verilmektedir. Bu yüzden bilim adamları temiz, verimliliği yüksek ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmiş ve bu alanlarda yıllarca çalışmalar yapmışlardır. Özellikle yapılan çalışmalara bakıldığında başta güneş enerjisi teknolojileri olmak üzere diğer yenilenebilir enerji kaynakları üzerine olduğu görülmektedir.

Türkiye’de güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi Güney Doğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi başta olmak üzere iyi seviyelerdedir. Ülkemizin ithal fosil kaynaklarına bağımlılığı çok büyük oranda olduğu düşünüldüğünde elindeki bu güneş enerjisi ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin kullanılması kaçınılmaz olmaktadır. Bu yüzden ülkemizdeki güneş enerjisi sistemlerine yatırım yapılması, teşvik edilmesi ve bu sistemlerin ithal olarak değil de yerli olarak teknolojilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bir bölgedeki güneş enerjisi sistemi yatırımı yapılmadan önce o bölgenin başta güneş ışınımı miktarı ve güneşlenme süresi gibi meteorolojik parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyacın nedeni kurulacak olan sistemin mantıklı mı yoksa mantıksız mı olacağına karar vermede, hangi oranda güç üretebileceğine ve sistemin kendisini amorti edebilme süresi gibi sorularda çıkmaktadır. Meteorolojik ölçümleri meteoroloji istasyonlarından yapılır ve bu ölçümlerin yapılabilmesi için maliyetli güneş ışınımı ve süresi ölçüm cihazları, kalifiye eleman ve toplanan verilerin düzgün bir şekilde muhafaza edilmesi gibi zorlukları vardır. Teknik arıza, kalibre ve diğer sorunlardan dolayı kesintisiz bir şekilde veri toplanmasını imkansız hale gelmektedir. Bu ve bunun gibi sebeplerden dolayı bölgelere yönelik güneş ışınımı tahmin modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada Adana, Antakya, Antalya, Isparta, İskenderun, Karaman, Mersin, Niğde ve Ürgüp bölgeleri için günlük güneş ışınımı tahmin modelleri geliştirilmiştir. Günlük güneş ışınımı tahmini için lineer, kareli ve kübik tipte olmak üzere 27 adet regresyon modeli geliştirilmiştir. Bu modellerin performansını görebilmek için literatürdeki mevcut olan 32 adet güneş ışınımı modelleriyle aynı şartlar altında hata analizleri kıyaslanmıştır. Adana bölgesi için geliştirilen en optimum model (Model 41) literatürdeki modeller arasındaki en iyi performansı gösteren model ile kıyaslandığında daha kötü performans göstermiştir.

Geliştirilen diğer modellere bakıldığında literatürdeki seçilen en iyi performanslı modellere kıyasla ya daha iyi bir sonuç göstermiş ya da benzer sonuçlar almıştır. Ayrıca geliştirilen modellerde MPE % performansları biraz düşük kalırken diğer hata analizlerinde iyi bir değer almışlardır.

Bunlara ek olarak Adana, Antalya, Burdur, Antakya, Isparta, İskenderun, Elbistan, Karaman, Konya, Mersin, Niğde, Tarsus ve Ürgüp bölgeleri için aylık ortalama günlük güneş ışınımı modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller Lineer, Kareli, Kübik, Multi 1 ve Multi 2 regresyon modellerinden oluşmaktadır ve totalde 65 adet aylık ortalama günlük güneş ışınımı regresyon modeli literatüre kazandırılmıştır. Bu modellerin tahmin performanslarını görebilmek için eşit şartlar altında literatürde mevcut olan 38 adet tahmin modelleriyle kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama sonrasında her bir bölge için geliştirilmiş olan model tipleri iyi bir sonuç göstermektedir. İstatistiksel hata analizleri incelendiğinde tüm geliştirilen modellerin iyi bir sonuç verirken Multi 2 tipte olan model daha az hata göstermiştir. Ayrıca bu model diğer literatürdeki modellerle kıyaslandığında çok daha iyi bir istatistiksel hata sonucu göstermiştir. Multi regresyonun incelenme sebebi güneş ışınımının sadece güneşlenme süresi ile bağımlı olarak bazı durumlarda yetersiz kalmasıdır. Bu yüzden bölgenin güneş ışınımını etkileyen meteorolojik parametreler bağıl nem, bulutluluk ve sıcaklık gibi parametrelerin hesaba katılması daha doğru analiz yapılması olarak sağlamaktadır. Multi model daha iyi bir tahmin performansı göstermesine rağmen her bölgede bağıl nem, sıcaklık, bulutluluk ve toprak sıcaklığı gibi veriler gerektirmektedir. Bu yüzden her bir bölge için multi modele alternatif modeller geliştirilmiştir.

Sonuç olarak bu modeller günlük ve aylık ortalama günlük güneş ışınımı tahmininde özel olarak geliştirilen bölgelerde kullanılabileceği gibi bu bölgelere benzer mevsimsel özellik gösteren ya da yakın bölgelerde de kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Abdalla, Y. A. G. (1994). New correlations of global solar radiation with meteorological parameters for Bahrain. *International Journal of Solar Energy*, 16(2), 111–120. doi.org/10.1080/01425919408914270
- Abdo, T., & EL-Shimy, M. (2013). Estimating the global solar radiation for solar energy projects - Egypt case study. *International Journal of Sustainable Energy*, 32(6), 682–712. doi.org/10.1080/14786451.2013.822872
- Akinoglu, B., & Ecevit, A. (1990). A further comparison and discussion of sunshine-based models to estimate global solar radiation. *Energy*, 15(10), 865–872. doi.org/10.1016/0360-5442(90)90068-D
- Aksoy, B. (1997). Estimated monthly average global radiation for Turkey and its comparison with observations. *Renewable Energy*, 10(4), 625–633. doi.org/10.1016/S0960-1481(96)00035-3
- Aksungur, K. M., Kurban, M., & Filik, Ü. B. (2013). Türkiye'nin farklı bölgelerindeki güneş ışınım verilerinin analizi ve değerlendirilmesi, *Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu.*, 3–6.
- Almorox, J., & Hontoria, C. (2004). Global solar radiation estimation using sunshine duration in Spain. *Energy Conversion and Management*, 45(9–10), 1529–1535. doi.org/10.1016/j.enconman.2003.08.022
- Almorox, J., Hontoria, C., & Benito, M. (2011). Models for obtaining daily global solar radiation with measured air temperature data in Madrid (Spain). *Applied Energy*, 88(5), 1703–1709. doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.11.003
- Angström, A. (1924). Solar and terrestrial radiation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 50(210), 121–126. doi.org/10.1016/S0074-6142(08)60506-9
- Aras, H., Balli, O., & Hepbasli, A. (2006). Global solar radiation potential, part 1: Model development. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 1(3), 303–315. doi.org/10.1080/15567240500398040
- Arslanoğlu, N. (2016). Kocaeli için mevcut global güneş ışınımı tahmin modellerinin uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi, 21(1), 217–225. doi.org/10.17482/uujfe.60277
- Bahel, V., Bakhsh, H., & Srinivasan, R. (1987). A correlation for estimation solar radiation. *Energy*, 12(2), 131–135.
- Bahel, V., Srinivasan, R., & Bakhsh, H. (1986). Solar radiation for Dhahran, Saudi Arabia. *Energy*, 11(10), 985–989. doi.org/10.1016/0360-5442(86)90029-0

- Bailek, N., Bouchouicha, K., Al-Mostafa, Z., El-Shimy, M., Aoun, N., Slimani, A., & Al-Shehri, S. (2018). A new empirical model for forecasting the diffuse solar radiation over Sahara in the Algerian Big South. *Renewable Energy*, *117*, 530–537. doi.org/10.1016/j.renene.2017.10.081
- Bakirci, K. (2009a). Correlations for estimation of daily global solar radiation with hours of bright sunshine in Turkey. *Energy*, *34*(4), 485–501. doi.org/10.1016/j.energy.2009.02.005
- Bakirci, K. (2009b). Models of solar radiation with hours of bright sunshine: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *13*(9), 2580–2588. doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.011
- Bakirci, K. (2017). Prediction of global solar radiation and comparison with satellite data. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, *152–153*(November 2016), 41–49. doi.org/10.1016/j.jastp.2016.12.002
- Bayrakçı, H. C., Demircan, C., & Keçebaş, A. (2018a). The development of empirical models for estimating global solar radiation on horizontal surface: A case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81*(March), 2771–2782. doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.082
- Bayrakçı, H. C., Demircan, C., & Keçebaş, A. (2018b). The development of empirical models for estimating global solar radiation on horizontal surface: A case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81*(March 2017), 2771–2782. doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.082
- Ben Othman, A., Belkilani, K., & Besbes, M. (2018). Global solar radiation on tilted surfaces in Tunisia: Measurement, estimation and gained energy assessments. *Energy Reports*, *4*, 101–109. doi.org/10.1016/j.egy.2017.10.003
- Berkama, B. (2012). *Isparta'da yatay düzlem üzerine gelen günlük global güneş radyasyonunun tahmini*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Besharat, F., Dehghan, A. A., & Faghih, A. R. (2013). Empirical models for estimating global solar radiation: A review and case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *21*, 798–821. doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.043
- Bou-Rabee, M., Sulaiman, S. A., Saleh, M. S., & Marafi, S. (2017). Using artificial neural networks to estimate solar radiation in Kuwait. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *72*(January), 434–438. doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.013
- Boukelia, T. E., Mecibah, M. S., & Meriche, I. E. (2014). General models for estimation of the monthly mean daily diffuse solar radiation (Case study: Algeria). *Energy Conversion and Management*, *81*, 211–219. doi.org/10.1016/j.enconman.2014.02.035

- Charuchittipan, D., Choosri, P., Janjai, S., Buntoung, S., Nunez, M., & Thongrasmee, W. (2018). A semi-empirical model for estimating diffuse solar near infrared radiation in Thailand using ground- and satellite-based data for mapping applications. *Renewable Energy*, *117*, 175–183. doi.org/10.1016/j.renene.2017.10.045
- Çelik, Ö., Teke, A., & Yildirim, H. B. (2016). The optimized artificial neural network model with Levenberg-Marquardt algorithm for global solar radiation estimation in Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Cleaner Production*, *116*, 1–12. doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.082
- Demirhan, H., & Atilgan, Y. K. (2015). New horizontal global solar radiation estimation models for Turkey based on robust coplot supported genetic programming technique. *Energy Conversion and Management*, *106*, 1013–1023. doi.org/10.1016/j.enconman.2015.10.038
- Derse, M. S. (2014). *Batman'ın iklim koşullarında eğimli düzleme gelen güneş ışınımının farklı açı değerlerinde belirlenmesi*, Bingöl-Batman Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Batman*.
- Dincer, S. K., & Kaymil, K. (2017). Potential and utilization of wind and solar energy in Turkey. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, *6*(1), 599–604. Retrieved from <http://journaleras.com/index.php/jeras/article/viewFile/84/84>
- Ekici, C., & Teke, I. (2018). Developing a new solar radiation estimation model based on Buckingham theorem. *Results in Physics*, *9*, 263–269. doi.org/10.1016/j.rinp.2018.02.064
- El-Metwally, M. (2005). Sunshine and global solar radiation estimation at different sites in Egypt. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, *67*(14), 1331–1342. doi.org/10.1016/j.jastp.2005.04.004
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü - Denge Tabloları. (n.d.). Retrieved June 3, 2018, from <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>
- Ertekin, C., & Yaldiz, O. (2000). Comparison of some existing models for estimating global solar radiation for Antalya (Turkey). *Energy Conversion and Management*, *41*(4), 311–330. doi.org/10.1016/S0196-8904(99)00127-2
- Esen, F., & Tonbui, S. (2015). Elbistan havzası'nın iklim özellikleri. *KSU Journal of Social Sciences*, *12*(2), 15–38.
- Genç, Y. A. (2015). *Osmaniye ili için yatay düzleme gelen güneş radyasyon tahmininde yeni model geliştirilmesi*, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye.
- Hassan, G. E., Youssef, M. E., Ali, M. A., Mohamed, Z. E., & Shehata, A. I. (2016).

Performance assessment of different day-of-the-year-based models for estimating global solar radiation - Case study: Egypt. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 149(September), 69–80. doi.org/10.1016/j.jastp.2016.09.011

İnternet, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü - Yenilenebilir Enerji - Güneş - YEGM'nin Güneş Enerjisi Çalışmaları. http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_calismalari.aspx, Son Erişim Tarihi: 21.05.2018.

İnternet. Adana İklimi, Türleri ve Özellikleri, Retrieved June 27, 2018, <http://www.iklim.gen.tr>, Son Erişim Tarihi: 27.06.2018.

İnternet, CMP11 secondary standard pyranometer - Kipp & Zonen. <http://www.kippzonen.com/Product/13/CMP11-Pyranometer#.WwI40kiFOUk>, Son Erişim Tarihi: 21.05.2018.

İnternet, İklim. <http://www.ispartakulturturizm.gov.tr/TR,71025/iklim.html>, Son Erişim Tarihi: 27.06.2018.

İnternet, İklim. http://www.konyakultur.gov.tr/index.php?route=pages/pages&page_id=3, Son Erişim Tarihi: 21.05.2018.

İnternet, Solar In-depth: From Sun To Nanoparticles To Electricity. http://solarcellcentral.com/solar_page.html, Son Erişim Tarihi: 21.05.2018.

İnternet, Ülkelere Göre Güneş Enerjisi | Enerji Atlası. <http://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>, Son Erişim Tarihi: 29.05.2018.

İnternet, Weblet Importer. <http://www.nigde.gov.tr/iklimi-bitki-ortusu>, Son Erişim Tarihi: 21.05.2018.

İnternet, Nuclear Energy Project Implementation Department - Is it necessary to be established Nuclear Power Plant in our country? <https://nepud.enerji.gov.tr/en-US/Frequently-Asked-Questions/Is-it-necessary-to-be-established-Nuclear-Power-Plant-in-our-country-#>, Son Erişim Tarihi: 27.06.2018.

Jahani, B., Dinpashoh, Y., & Raisi Nafchi, A. (2017). Evaluation and development of empirical models for estimating daily solar radiation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73(January), 878–891. doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.124

Jamil, B., & Siddiqui, A. T. (2017). Generalized models for estimation of diffuse solar radiation based on clearness index and sunshine duration in India: Applicability under different climatic zones. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 157–158(March), 16–34. doi.org/10.1016/j.jastp.2017.03.013

- Jamil, B., & Siddiqui, A. T. (2018). Estimation of monthly mean diffuse solar radiation over India: Performance of two variable models under different climatic zones. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 25(September 2017), 161–180. doi.org/10.1016/j.seta.2018.01.003
- Kallioğlu, M. A. (2014). *Niğde İli İçin Yatay Düzleme Gelen Günlük Tüm, Yayılı ve Direkt Güneş Işınımını Hesaplama Modeli Geliştirilmesi*. Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Niğde.
- Katiyar, A. K., & Pandey, C. K. (2013). A Review of Solar Radiation Models — Part I, 2013.
- Khahro, S. F., Tabbassum, K., Talpur, S., Alvi, M. B., Liao, X., & Dong, L. (2015). Evaluation of solar energy resources by establishing empirical models for diffuse solar radiation on tilted surface and analysis for optimum tilt angle for a prospective location in southern region of Sindh, Pakistan. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 64, 1073–1080. doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.09.001
- Khorasanizadeh, H., Mohammadi, K., & Goudarzi, N. (2016). Prediction of horizontal diffuse solar radiation using clearness index based empirical models; A case study. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(47), 21888–21898. doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.09.198
- Kuncan, F., & Mehmet, Ş. (2017). Yapay Sinir Ağı Ve Uydu Dataları Kullanılarak Güneş Radyasyonunun Tahmini. *Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP), 2017 International, IEEE*, 1–10. doi.org/10.1109/IDAP.2017.8090288
- Li, H., Ma, W., Lian, Y., Wang, X., & Zhao, L. (2011). Global solar radiation estimation with sunshine duration in Tibet, China. *Renewable Energy*, 36(11), 3141–3145. doi.org/10.1016/j.renene.2011.03.019
- Liu, Y., Zhou, Y., Wang, D., Wang, Y., Li, Y., & Zhu, Y. (2017). Classification of solar radiation zones and general models for estimating the daily global solar radiation on horizontal surfaces in China. *Energy Conversion and Management*, 154(September), 168–179. doi.org/10.1016/j.enconman.2017.10.043
- López-Lapeña, O., & Pallas-Areny, R. (2018). Solar energy radiation measurement with a low-power solar energy harvester. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151(February), 150–155. doi.org/10.1016/j.compag.2018.06.011
- Louche, A., Notton, G., Poggi, P., & Simonnot, G. (1991). Correlations for direct normal and global horizontal irradiation on a French Mediterranean site. *Solar Energy*, 46(4), 261–266. doi.org/10.1016/0038-092X(91)90072-5
- Maghrabi, A. H. (2009). Parameterization of a simple model to estimate monthly global solar radiation based on meteorological variables , and evaluation of existing solar radiation models for Tabouk , Saudi Arabia. *Energy Conversion and Management*, 50(11),

2754–2760. doi.org/10.1016/j.enconman.2009.06.024

- Manzano, A., Martín, M. L., Valero, F., & Armenta, C. (2015). A single method to estimate the daily global solar radiation from monthly data. *Atmospheric Research*, *166*, 70–82. doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.06.017
- Marques Filho, E. P., Oliveira, A. P., Vita, W. A., Mesquita, F. L. L., Codato, G., Escobedo, J. F., ... França, J. R. A. (2016). Global, diffuse and direct solar radiation at the surface in the city of Rio de Janeiro: Observational characterization and empirical modeling. *Renewable Energy*, *91*, 64–74. doi.org/10.1016/j.renene.2016.01.040
- Marzo, A., Trigo, M., Alonso-Montesinos, J., Martínez-Durbán, M., López, G., Ferrada, P., Batlles, F. J. (2017). Daily global solar radiation estimation in desert areas using daily extreme temperatures and extraterrestrial radiation. *Renewable Energy*, *113*, 303–311. doi.org/10.1016/j.renene.2017.01.061
- Melikoglu, M. (2016). The role of renewables and nuclear energy in Turkey's Vision 2023 energy targets : Economic and technical scrutiny. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *62*, 1–12. doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.029
- Melikoglu, M. (2017). Pumped hydroelectric energy storage : Analysing global development and assessing potential applications in Turkey based on Vision 2023 hydroelectricity wind and solar energy targets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *72*(March 2016), 146–153. doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.060
- Menges, H. O., Ertekin, C., & Sonmete, M. H. (2006). Evaluation of global solar radiation models for Konya, Turkey. *Energy Conversion and Management*, *47*(18–19), 3149–3173. doi.org/10.1016/j.enconman.2006.02.015
- Nematollahi, O., & Kim, K. C. (2017). A feasibility study of solar energy in South Korea. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *77*(March), 566–579. doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.132
- Ododo, J. C., Sulaiman, A. T., Aidan, J., Yuguda, M. M., & Ogbu, F. A. (1995). The importance of maximum air temperature in the parameterisation of solar radiation in Nigeria. *Renewable Energy*, *6*(7), 751–763. doi.org/10.1016/0960-1481(94)00097-P
- Ögelman, H., Ecevit, A., & Tasdemiroğlu, E. (1984). A new method for estimating solar radiation from bright sunshine data. *Solar Energy*, *33*(6), 619–625. doi.org/10.1016/0038-092X(84)90018-5
- Öztürk, H. H. (2012). *Güneş Enerjisi ve Uygulamaları*. Birsen yayinevi.
- Prescott, J. A. (1940). Evaporation from a water surface in relation to solar radiation. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, *64*(1), 114–118.

- Quej, V. H., Almorox, J., Ibrakhimov, M., & Saito, L. (2017). Estimating daily global solar radiation by day of the year in six cities located in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Journal of Cleaner Production*, *141*, 75–82. doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.062
- Rensheng, C., Shihua, L., Ersi, K., Jianping, Y., & Xibin, J. (2006). Estimating daily global radiation using two types of revised models in China. *Energy Conversion and Management*, *47*(7–8), 865–878. doi.org/10.1016/j.enconman.2005.06.015
- Riveros-Rosas, D., Arancibia-Bulnes, C. A., Bonifaz, R., Medina, M. A., Peón, R., & Valdes, M. (2015). Analysis of a solarimetric database for Mexico and comparison with the CSR model. *Renewable Energy*, *75*, 21–29. doi.org/10.1016/j.renene.2014.09.013
- Sambo, A. S. (1986). Empirical models for the correlation of global solar radiation with meteorological data for Northern Nigeria. *Solar & Wind Technology*, *3*(2), 89–93. doi.org/10.1016/0741-983X(86)90019-6
- Samuel, T. D. M. A. (1991). Estimation of global radiation for Sri Lanka. *Solar Energy*, *47*(5), 333–337. doi.org/10.1016/0038-092X(91)90026-S
- Shahsavari, A., & Akbari, M. (2018). Potential of solar energy in developing countries for reducing energy-related emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *90*(March), 275–291. doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.065
- Şen, Z. (2008). *Solar energy fundamentals and modeling techniques: atmosphere, environment, climate change and renewable energy*. London: Siproinger. doi.org/10.1007/978-1-84800-134-3
- Şenkal, O., & Kuleli, T. (2009). Estimation of solar radiation over Turkey using artificial neural network and satellite data. *Applied Energy*, *86*(7–8), 1222–1228. doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.06.003
- Teke, A., Yildirim, H. B., & Çelik, Ö. (2015). Evaluation and performance comparison of different models for the estimation of solar radiation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *50*, 1097–1107. doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.049
- Türk Toğrul, I., & Toğrul, H. (2002). Global solar radiation over Turkey: comparison of predicted and measured data. *Renewable Energy*, *25*(1), 55–67. doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0960-1481(00)00197-X
- Ulgen, K., & Hepbasli, A. (2004). Solar radiation models. Part 2: Comparison and developing new models. *Energy Sources*, *26*(5), 521–530. doi.org/10.1080/00908310490429704
- Ulgen, K., & Hepbasli, A. (2009). Diffuse solar radiation estimation models for Turkey's big cities. *Energy Conversion and Management*, *50*(1), 149–156. doi.org/10.1016/j.enconman.2008.08.013

- Urraca, R., Martinez-de-Pison, E., Sanz-Garcia, A., Antonanzas, J., & Antonanzas-Torres, F. (2017). Estimation methods for global solar radiation: Case study evaluation of five different approaches in central Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77(November 2016), 1098–1113. doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.222
- Vakili, M., Sabbagh-Yazdi, S. R., Khosrojerdi, S., & Kalhor, K. (2017). Evaluating the effect of particulate matter pollution on estimation of daily global solar radiation using artificial neural network modeling based on meteorological data. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1275–1285. doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.145
- Yaniktepe, B., & Genc, Y. A. (2015). Establishing new model for predicting the global solar radiation on horizontal surface. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(44), 15278–15283. doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.02.064
- Yao, W., Li, Z., Xiu, T., Lu, Y., & Li, X. (2015). New decomposition models to estimate hourly global solar radiation from the daily value. *Solar Energy*, 120, 87–99. doi.org/10.1016/j.solener.2015.05.038
- Yıldırım, H. B., Çelik, Ö., Teke, A., & Barutçu, B. (2018). Estimating daily Global solar radiation with graphical user interface in Eastern Mediterranean region of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82 (xxxx), 1528–1537. doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.030
- Yiğit, A., & Atmaca, İ. (2010). *Güneş Enerjisi*. Bursa, Türkiye.: Alfa Aktüel Yayınları.
- Zabara, K. (1986). Estimation of the global solar radiation in Greece. *Solar & Wind Technology*, 3(4), 267–272. doi.org/10.1016/0741-983X(86)90005-6
- Zhang, J., Zhao, L., Deng, S., Xu, W., & Zhang, Y. (2017). A critical review of the models used to estimate solar radiation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70(September 2016), 314–329. doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.124
- Zhao, N., Zeng, X., & Han, S. (2013). Solar radiation estimation using sunshine hour and air pollution index in China. *Energy Conversion and Management*, 76, 846–851. doi.org/10.1016/j.enconman.2013.08.037

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÜSTÜN, İsmail
 Uyuşu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 15.08.1992, Belen
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (326) 202 00 00
 Faks : 0 (326) 202 00 00
 e-mail : ismail.ustun@iste.edu.tr



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Makina Mühendisliği	2018
Lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Makina Mühendisliği	2015
Lise	İskenderun Lisesi	2010

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2017-Halen	İskenderun Teknik Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Üstün İ., Köse Ö., Yağlı H., Koç A., Öztürk N.A., Tutumlu H., Karakuş C. (2017). İskenderun Bölgesinde Yatay Düzleme Düşen Güneş Radyasyonunun İstatistiksel Analizi. 3e Electrotech Dergisi(282), 26-34. (Kontrol No: 3615933)

Köse Ö., Üstün İ., Yağlı H., Öztürk N.A., Karakuş C., Koç Y., Koç A. (2017). Işık Tüpüyle Doğal Aydınlatma Sistemlerinin İskenderun Bölgesine Uygulanabilirliği ve Tasarımı. 3e Electrotech Dergisi(280), 58-64. (Kontrol No: 3615681)

Köse Ö., Koç Y., Yağlı H., Üstün İ., Kasap F., Öztürk N. A., Koç A. (2017). Grafen Kullanılmış Betonun Isıl İletkenliğinin Deneysel Olarak İncelenmesi. International Advanced Researches and Engineering Congress(IAREC), 76-82. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3743687)

Üstün İ., Koç Y., Yağlı H., Köse Ö., Başar M. T., Karakuş C., Akgöl O., Koç A. (2017). Nar Çekirdeğinin Isı İletim Katsayısının Tespiti ve Elektromanyetik Yönden Analizi. 1. ULUSLARARASI İLERİ ARAŞTIRMALAR VE MÜHENDİSLİK KONGRESİ, 83-87. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3606670)

Aşçı M. F., Karakuş C., Üstün İ., Koç A., Yağlı H., Baltacıoğlu E. (2017). Hatay İli Biyogaz Enerji Potansiyelinin İncelenmesi. 1. ULUSLARARASI İLERİ ARAŞTIRMALAR VE MÜHENDİSLİK KONGRESİ, 401-408. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3606642)

Kurbanoglu A., Karakuş C., Yağlı H., Üstün İ., Koç A. (2017). Demir Ç. Endüstrisinde Kullanılan Tav Fırını Atık Isısının İrdelenmesi. 2nd International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia, IMSTEC'17, 352-356. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3606607)

Hobiler

Yüzme, Dans, Doğa güzelliklerini ve dünya mutfaklarını keşfetme

DİZİN

2

2023 yılı hedefleri · 8

A

Alternatif modeller · 132
 Analiz · iv, vii, x, 25, 116, 121
 Aylık Meteorolojik Verileri · 45
 Aylık ortalama günlük güneş
 Işınımı · 132
 Aylık Veriler · 62

B

Bulutluluk · 45

D

Deklasyon açısı · 22
 Difüz · 2
 Direkt · 2

E

Enerji ihtiyacı · 8

F

Fosil yakıtları · 1

G

Güneş batış açısı · 24
 Güneş enerjisi · 1
 güneş enerjisi potansiyel atlası · 5
 Güneş Işınımı Ortalaması ve
 Sapma Miktarı · 42
 güneş radyasyonu · 5
 Güneş sabiti · 22
 Güneşlenme süresi · 6, 45
 Günlük güneş ışınımı · 131
 Günlük Veriler · 57

İ

İklim değişikliği · 9

K

Küresel ısınma · 1

M

MAPE · 27
 MBE · 40
 Meteorolojik verileri · iv, 12, 13,
 15, 19, 46, 51, 52, 53
 MPE · 26
 Multi model · 132
 Multi-2 · iv, v

N

Nem · 45
 NSE · 27

P

Page Modeli · 28
 Performans Analizleri · 84
 Piranometre · 7
 plot dağılımları · 57

R

R² · 25
 Regresyon modeli grafiği · 58
 RMSE · 26
 RSE · 27

S

Saat açısı · 23
 Sıcaklık dağılımı · 39

T

Tahmin yöntemleri · 10
 Toplam güneş ışınımı · 2

Y

Yağış · 45
 Yenilenebilir enerji · 9



TEKNOVERSİTE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

